



**PROGRAMA DOCTORAL EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS (DIRECCIÓN DE
PRODUCCIÓN/OPERACIONES)**

DEPARTAMENTO ECONOMIA FINANCIERA Y DIRECCIÓN DE OPERACIONES

TESIS DOCTORAL

Tecnología, Estrategia de Fabricación y Rendimiento de Operaciones en los
Sector de Electrónica y de Bienes de Equipo

Doctorando:

Iván Andrés Arana Solares

Directores:

Dr. César H. Ortega Jiménez

Dra. Rafaela Alfalla-Luque

Abril, 2015

ABSTRACT

Manufacturing companies are currently facing open, global markets, and environments oriented towards rapid response or low cost; this means that implementing good manufacturing practices could lead to a better competitive position. However, the behavior of certain manufacturing practices can vary in different contexts. This research compares the effect that the relationship between two advanced production practices –technology management (TM) and manufacturing strategy (MS) – on operational performance (OP) has in both industries: machinery and electronics as well as auto suppliers industry. To be specific, we shall focus on the interrelationship between MS and TM in three different research models. The first model examines the relationships of MS and TM on OP, even when some contextual factors are present. The second model assess the link between MS and TM without addressing causality or their combined effect on performance. The last model evaluates the interactive effects of MS and TM on OP. To empirically test these models, there are two key fundamentals: 1) the database generated by the third round of the international HPM project and 2) prior studies on the relationship between these two variables not only in electronics and machinery sectors but also in the auto suppliers sector. Hence, unlike the results found in the machinery sector, the results in the other two sectors, electronics and auto suppliers, for the first model, i.e. universal perspective, suggest that MS positively affects OP, either in the presence or absence of contextual variables. Instead, the TM was not related to the OP in the three sectors. In the case of the second model, i.e. selection fit, we find that the implementation of the MS is an explanatory variable levels of implementation of the TM for the three sectors. However, the inverse relationship occurs only in machinery and auto suppliers sectors. Finally, the third model, i.e. moderation and matching perspectives, shows that only the interactive effect of TM on the relationship of MS and OP has positive effects on sectors of electronics and auto suppliers. In conclusion, it can be stated that the findings on the interrelationship between MS and TM are similar in the industrial sectors under study with some differences. This confirms what was stated by Schroeder & Flynn (2001), that for companies to be competitive and to generate competitive advantages, they must relate manufacturing practices.

Keywords: Manufacturing Strategy, Technology Management, Machinery and Electronics.

RESUMEN

Actualmente las empresas de manufactura se enfrentan a mercados abiertos y globales, en ambientes de respuesta rápida o bajo coste, por lo que la implementación de buenas prácticas de manufactura puede significar una mejor posición competitiva. Sin embargo, en diferentes contextos industriales, el comportamiento de ciertas prácticas de manufactura puede variar. Este trabajo de investigación compara el efecto que tiene la relación entre dos prácticas de manufactura, la gestión de la tecnología (TM) y la estrategia de manufactura (MS) sobre el rendimiento de operaciones (OP) en dos sectores diferentes, bienes de equipo/maquinaria y electrónica. Así mismo, comparamos estos dos sectores con el sector de componentes de automoción. Por lo tanto, se propone un modelo de investigación basado en la interrelación de las MS y TM y su efecto sobre el OP. Este modelo lo dividimos en tres. El primero examina las relaciones de MS y TM sobre el OP, incluso cuando variables contextuales están presentes. El segundo modelo evalúa la relación entre la MS y la TM sin abordar el efecto combinado sobre el OP. El tercer modelo examina los efectos interactivos de MS y TM en OP. Para testar los modelos utilizamos: 1) la base de datos generada por la tercera ronda del proyecto HPM y, 2) los estudios previos sobre la relación entre estas dos variables no solo de los dos sectores en cuestión sino también el sector de componentes de automoción. Los resultados muestran que en el primer modelo, usando el modelo universal, la MS afecta positivamente la OP, en presencia o ausencia de las variables contextuales, para los sectores de electrónica y componentes de automoción. Por otro lado, TM no se relacionó con la OP en los tres sectores. En el caso del segundo modelo, usando el modelo de selección, encontramos que la MS se relaciona con la TM para los tres sectores. Sin embargo, la relación inversa se produce sólo en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y componentes de automoción. Por último, el tercer modelo, con las perspectivas de moderación y *matching*, el efecto interactivo de TM en la relación de la MS y OP tiene efectos positivos en los sectores de la electrónica y componentes de automoción, no así en el sector de bienes de equipo/maquinaria. En conclusión, se puede afirmar que la interrelación entre la MS y TM son similares en los sectores industriales en estudio con algunas diferencias. Esto confirma lo expresado por Schroeder y Flynn (2001), que para que las empresas sean competitivas y generar ventajas competitivas, deben relacionarse las prácticas de fabricación.

Palabras clave: Estrategia de Fabricación, Gestión de la Tecnología, Maquinaria and Electrónica.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 2 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA | 5 |
| 1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS Y CONTRIBUCIÓN DE LA TESIS | 7 |
| 1.4 METODOLOGÍA..... | 11 |
| 1.5 CONSIDERACIONES FINALES..... | 15 |
| 1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS | 16 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN..... | 20 |
| 2.2 ANTECEDENTES | 20 |
| 2.2.1 <i>Manufactura de Clase Mundial (WCM): delimitación conceptual.....</i> | <i>20</i> |
| 2.2.2 <i>Proyectos enfocados en la Manufactura de Clase Mundial.....</i> | <i>23</i> |
| 2.3 MODELO TEÓRICO DE HPM..... | 27 |
| 2.4 LA ESTRATEGIA DE FABRICACIÓN (MS)..... | 31 |
| 2.4.1 <i>Definiciones y conceptos.....</i> | <i>32</i> |
| 2.4.2 <i>La Estrategia de Fabricación en el proyecto HPM y otros proyectos</i> | <i>35</i> |
| 2.5 GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA (TM) | 42 |
| 2.5.1 <i>Definiciones y conceptos.....</i> | <i>43</i> |
| 2.5.2 <i>La Gestión de la Tecnología en el proyecto HPM y otros proyectos</i> | <i>45</i> |
| 2.6 LA ESTRATEGIA DE FABRICACIÓN Y LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA..... | 52 |
| 2.6.1 <i>La relación entre la MS y la TM.....</i> | <i>52</i> |
| 2.6.2 <i>La interacción entre la MS y la TM y su efecto en el OP</i> | <i>55</i> |
| CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN..... | 56 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 56 |
| 3.2 ESTUDIO EMPÍRICO A TRAVÉS DEL SURVEY | 57 |
| 3.2.1 <i>Escalas y medidas</i> | <i>57</i> |
| 3.3 CONSTRUCCIÓN DE LOS CUESTIONARIOS | 61 |
| 3.4 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | 62 |
| 3.5 RECOGIDA DE DATOS..... | 63 |
| 3.6 ANÁLISIS DE LAS ESCALAS DE MEDICIÓN | 64 |
| 3.6.1 <i>Fiabilidad</i> | <i>65</i> |
| 3.6.2 <i>Análisis de la validez</i> | <i>66</i> |
| 3.7 MODELO PROPUESTO | 68 |
| 3.7.1 <i>Modelo Universal.....</i> | <i>72</i> |
| 3.7.2 <i>Modelo de selección o congruencia</i> | <i>72</i> |
| 3.7.2.1 <i>Regresión múltiple multivariante (MMRA).....</i> | <i>74</i> |
| 3.7.2.2 <i>Análisis canónico de la correlación</i> | <i>75</i> |
| 3.7.2.3 <i>Análisis de la correlación de los niveles de implementación de las PAP.....</i> | <i>76</i> |
| 3.7.2.4 <i>Análisis de la relación de los niveles de implementación de las PAP con las variables contextuales.</i> | <i>77</i> |
| 3.7.3 <i>Modelo de interacción</i> | <i>77</i> |
| 3.7.3.1 <i>Perspectiva de moderación</i> | <i>78</i> |

| | |
|--|------------|
| 3.7.3.1.1 Correlación de las variables independientes con el desempeño | 78 |
| 3.7.3.1.2 Modelo multiplicativo..... | 79 |
| 3.7.3.2 Perspectiva <i>matching</i> | 80 |
| CAPÍTULO 4. HPM EN EL SECTOR DE MAQUINARIA O BIENES DE EQUIPO | 82 |
| 4.1 INTRODUCCIÓN | 82 |
| 4.2 CONTEXTO DEL SECTOR..... | 84 |
| 4.2.1 <i>Productos, operaciones y tecnología</i> | 84 |
| 4.2.2 <i>Situación mundial del sector de bienes de equipo/maquinaria</i> | 85 |
| 4.2.3 <i>Aspectos competitivos del sector de bienes de equipo/maquinaria.</i> | 89 |
| 4.2.4 <i>Desafíos del sector de bienes de equipo/maquinaria</i> | 90 |
| 4.2.5 <i>Análisis de las variables contextuales del sector de bienes de equipo/maquinaria</i> | 92 |
| 4.3 MODELO TEÓRICO E HIPÓTESIS..... | 94 |
| 4.3.1 <i>La relación de MS, TM y variables contextuales sobre el OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria</i> | 96 |
| 4.3.2 <i>Interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales en el sector de bienes de equipo/maquinaria</i> | 99 |
| 4.3.3 <i>Interacción entre la MS, TM y OP</i> | 102 |
| 4.4 ANALISIS PREVIO DEL SECTOR DE MAQUINARIA EN EL PROYECTO DE HPM | 106 |
| 4.5 MÉTODOS DE AJUSTE Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 108 |
| 4.5.1 <i>Análisis de Resultados del Modelo Universal</i> | 108 |
| 4.5.2 <i>Modelo de congruencia</i> | 110 |
| 4.5.2.1 Resultados del MMRA | 110 |
| 4.5.2.2 Análisis canónico de la correlación | 113 |
| 4.5.2.3 Análisis de la correlación de los niveles de implementación de las PAP..... | 115 |
| 4.5.2.4 Análisis de la relación de los niveles de implementación de las PAP con las variables contextuales. | 116 |
| 4.5.3 <i>Modelo de Interacción</i> | 118 |
| 4.5.3.1 Resultados de la perspectiva de moderación | 119 |
| 4.5.3.1.1 Resultados del modelo multiplicativo..... | 120 |
| 4.5.3.2 Perspectiva Matching | 121 |
| 4.5.3.2.1 Análisis de intercorrelación de las variables independientes | 121 |
| 4.5.3.2.2 Análisis de correlación de subgrupos..... | 122 |
| 4.6 CONCLUSIONES | 125 |
| CAPÍTULO 5. HPM EN EL SECTOR DE ELECTRÓNICA | 131 |
| 5.1 INTRODUCCIÓN | 131 |
| 5.2 CONTEXTO DEL SECTOR..... | 132 |
| 5.2.1 <i>Productos, operaciones y tecnología</i> | 132 |
| 5.2.2 <i>Situación mundial del sector de la electrónica</i> | 134 |
| 5.2.3 <i>Aspectos competitivos del sector de la electrónica</i> | 138 |
| 5.2.4 <i>Desafíos del sector de la electrónica</i> | 139 |
| 5.2.5 <i>Análisis de las variables contextuales del sector de electrónica</i> | 142 |
| 5.3 MODELO TEÓRICO E HIPÓTESIS..... | 145 |
| 5.3.1 <i>Las relaciones de MS, TM y variables contextuales sobre el OP en el sector de la electrónica</i> | 146 |
| 5.3.2 <i>Interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales en el sector de la electrónica</i> | 148 |
| 5.3.3 <i>Interacción entre la MS, TM y OP</i> | 150 |

| | |
|---|------------|
| 5.4 ANALISIS PREVIO DEL SECTOR DE ELECTRÓNICA EN EL PROYECTO HPM | 153 |
| 5.4.1 Descripción de la Muestra | 153 |
| 5.4.2 Medición de los datos | 154 |
| 5.5 MÉTODOS DE AJUSTE Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 155 |
| 5.5.1 Análisis de Resultados del Modelo Universal..... | 155 |
| 5.5.2 Modelo de congruencia | 157 |
| 5.5.2.1 Resultados del MMRA | 157 |
| 5.5.2.2 Análisis canónico de la correlación | 160 |
| 5.5.2.3 Análisis de la correlación de los niveles de implementación de las PAP..... | 161 |
| 5.5.2.4 Análisis de la relación de los niveles de implementación de PAP con las variables contextuales. | 162 |
| 5.5.3 Modelos de Interacción..... | 164 |
| 5.5.3.1 Resultados de la perspectiva de moderación | 164 |
| 5.5.3.1.1 Resultados del modelo multiplicativo..... | 166 |
| 5.5.3.2 Perspectiva Matching | 167 |
| 5.5.3.2.1 Análisis de intercorrelación de las variables independientes | 167 |
| 5.5.3.2.2 Análisis de correlación de subgrupos..... | 168 |
| 5.6 CONCLUSIONES GENERALES..... | 170 |
| CAPÍTULO 6. COMPARACIONES ENTRE LOS SECTORES DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA, ELECTRÓNICA Y COMPONENTES DE AUTOMOCIÓN..... | 177 |
| 6.1 INTRODUCCIÓN | 177 |
| 6.2 CONTEXTO SECTORIAL..... | 178 |
| 6.2.1 Contexto general de la industria de bienes de equipo/maquinaria..... | 179 |
| 6.2.2 Contexto general de la industria de la electrónica | 180 |
| 6.2.3 Contexto general sector de componentes de automoción | 181 |
| 6.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS SECTORES DE MAQUINARIA, ELECTRÓNICA Y COMPONENTES DE AUTOMOCIÓN..... | 183 |
| 6.3.1 Comparación de las características de la industria de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción. | 184 |
| 6.3.2 Comparativa de los sectores bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción en el proyecto HPM. | 186 |
| 6.3.3 Análisis de las variables contextuales de los sectores bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción. | 187 |
| 6.3.4. Comparación de los resultados obtenidos en los sectores de bienes de equipo/ maquinaria, electrónica y componentes de automoción. | 189 |
| 6.3.4.1 La relación de MS, TM y variables contextuales sobre el OP en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción | 189 |
| 6.3.4.2 Interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción | 192 |
| 6.3.4.3. Interacción entre la MS, TM y OP en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción..... | 194 |
| 6.4 CONCLUSIONES | 198 |
| CHAPTER 7. CONCLUSIONS..... | 203 |
| 7.1 INTRODUCTION..... | 203 |
| 7.2 CONCLUSIONS..... | 203 |
| 7.2.1. Conclusions of the objective one: Review and analysis of literature..... | 203 |

| | |
|---|------------|
| 7.2.2 Conclusions Objective 2: Development of a theoretical model..... | 205 |
| 7.2.3 Conclusions of the objective 3 and 6: The relationship of MS, TM and contextual variables on the OP | 207 |
| 7.2.4 Conclusions Objectives 4 and 6: Interrelationship between MS, TM and contextual variables.... | 208 |
| 7.2.5 Conclusions of objectives 5 and 6: Interaction fit between MS, TM and OP..... | 209 |
| 7.4 FINAL REMARKS..... | 211 |
| 7.4.1 Contributions of research..... | 211 |
| 7.4.2 Limitations of the study | 212 |
| 7.5 FUTURE LINES OF RESEARCH | 213 |
| REFERENCIAS | 215 |
| ANEXOS | 240 |
| ANEXO 1. SITIOS WEB RELACIONADOS CON EL SECTOR DE LA MAQUINARIA. | 240 |
| ANEXO 2. SITIOS WEB RELACIONADOS CON EL SECTOR DE LA ELECTRÓNICA. | 242 |
| ANEXO 3.- ÍTEMS CORRESPONDIENTES A LAS ESCALAS DE MS Y TM | 244 |
| ANEXO 4. COMPARACIÓN DE MODELOS DE AJUSTE | 247 |
| ANEXO 5.- LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICAS. | 249 |

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación forma parte del proyecto internacional de *High Performance Manufacturing* (HPM) o Fabricación de Alto Rendimiento iniciado por Schroeder y Flynn (2001). En concreto, se centra en la tercera ronda, en la que comienza la participación de España en la generación de una base de datos intercontinental (América, Asia y Europa) en tres sectores diferentes (componentes de automoción, bienes de equipo y electrónica). Su objetivo es evaluar empíricamente los factores críticos que hacen que una empresa alcance mejoras continuas en el área de Producción/Operaciones a través de la implementación de prácticas de manufactura interrelacionadas mejorando, así, su posición competitiva. El presente trabajo de investigación tiene como antecedente el estudio previo realizado por César Ortega (2008) centrado en la interrelación de las prácticas de Estrategia de Fabricación –*Manufacturing Strategy* (MS) y la Gestión de la Tecnología –*Technology Management* (TM) para el sector de componentes de automoción. La presente tesis doctoral analiza el comportamiento de la relación de estas dos prácticas de manufactura y su posible efecto sobre el Rendimiento Operacional –*Operational Performance* (OP) en el contexto de los sectores industriales de bienes de equipo/maquinaria y electrónica. Además, incluye una comparación de los efectos de la implementación e interconexión de las dos prácticas en el contexto contingencial de los tres sectores industriales analizados en HPM.

En este primer capítulo se presenta un esquema general de la tesis doctoral. En la primera sección se destacan los antecedentes e importancia de la investigación, y se recogen los motivos que justifican el tema de investigación. A continuación, se analiza el grado de innovación pretendido y los beneficios esperados de la misma, tanto para el ámbito académico como para el empresarial. En el quinto y sexto apartado se detallan los objetivos a alcanzar y la metodología seguida para su consecución. Por último, se explica la organización de la presente tesis doctoral.

1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A partir de la década de los setenta, la competencia en los sectores productivos incrementó, poniéndose de manifiesto la importancia de relacionar y conectar la MS con la planificación estratégica de la compañía (Skinner, 1969; Hayes y Wheelwright 1985; Schroeder *et al.*, 2002; Heizer y Render 2010; Nahmias 2014). Las empresas buscaron la implantación de nuevas prácticas operativas dentro del ámbito de la manufactura para ser más eficientes, rápidas y flexibles (Prahalad y Hamel 1990; Schroeder y Flynn, 2001). Asimismo, en el ámbito académico surgieron varios proyectos internacionales que buscaban analizar las interrelaciones de ciertas prácticas de manufactura con el desempeño y competitividad de la empresa. Entre estos proyectos podemos destacar: 1) *Manufacturing Futures Project*, que analiza las prioridades competitivas de las empresas en Norteamérica, Europa y Asia (Roth *et al.*, 1989; De Meyer *et al.*, 1989); 2) *Global Manufacturing Research Group*, que se enfoca en el impacto de las estrategias de fabricación de clase mundial y de cadena de suministro en la competitividad de las empresas a nivel internacional (Vastag y Whybark 1993, 1994); 3) *High Performance Manufacturing (HPM)*, que recoge las mejores Prácticas Avanzadas de Producción (PAP) a nivel internacional para su posible inclusión en los procesos de fabricación, dependiendo del contexto particular de la planta (Schroeder y Flynn, 2001). El estudio mundial HPM, del cual forma parte la presente investigación, lo desarrolla un grupo de investigación internacional en Dirección de la Producción/Operaciones (DPO). Este proyecto constituye un exponente de la globalización en la investigación en DPO y contribuye sustancialmente al progreso del estudio mundial en dicha área.

El proyecto de investigación HPM comenzó en los años 90 con el nombre de *Word Class Manufacturing* o Fabricación de Clase Mundial (WCM), con el objetivo de estudiar las PAP que influyen en la excelencia de las Operaciones. La primera ronda del proyecto HPM incluyó solo 45 plantas de EEUU de propiedad norteamericana o japonesa en los sectores de componentes de automoción, bienes de equipo/maquinaria y electrónica. Los cuestionarios se iniciaron en 1989 y se concluyen en 1991. En la segunda ronda (1997-1999) se modificaron los cuestionarios y se compartieron a otros países (Canadá, Alemania, Japón, Italia y Reino Unido) para conformar una base de datos internacional, que permitiera investigar relaciones entre la cultura nacional y la cultura organizacional de la empresa (Flynn *et al.*, 1997). Se analizaron 164 plantas en Asia (Japón), Europa (Reino Unido, Alemania e Italia) y Norteamérica (EEUU/Canadá). En la tercera ronda ((2006-2009) se extendió la invitación a 10 países con la participación de 266 plantas de Alemania, Austria, Corea, EEUU/Canadá, España, Finlandia, Italia, Japón y Suecia. Actualmente se está desarrollando su cuarta ronda, que se inicia en 2013 y está en fase de recogida de información. Por tanto, se trata de un proyecto consolidado y que reúne una muestra internacional de plantas que permite el desarrollo de estudios de gran relevancia en esta disciplina.

Los objetivos del proyecto HPM a nivel internacional son: construir una base de datos mundial en tres industrias distintas (bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción), para definir la excelencia en Operaciones y los factores contingentes que influyen en el rendimiento de las plantas. Además, el alcance geográfico de la investigación internacional está en permanente expansión y con pretensiones longitudinales.

Como hemos indicado, España entra en el proyecto internacional HPM en la tercera ronda, con el Grupo de Investigación en Dirección de Operaciones de la Industria y los Servicios (GIDEAO) de la universidad de Sevilla, de la mano del profesor José Antonio D. Machuca, líder de la investigación en España. A este grupo se han unido investigadores de los siguientes grupos/centros de investigación: CIGIP (Centro de investigación en Gestión en Ingeniería de la Producción) de la Universidad Politécnica de Valencia, GIPTIC (Grupo de Investigación de Producción y Tecnología de la Información) de la Universidad Complutense de Madrid, Grupo de Organización de Empresas de la Universidad Pública de

Navarra. Además colaboran tres investigadores extranjeros: Dra. Barbara Flynn (Indiana University, EEUU), Dr. Michiya Morita (Gakushuin University, Japón), Dr. Roberto Filippini (Universita di Padova, Italia).

El modelo teórico de HPM es de gran amplitud, cubriendo casi todos los aspectos claves de la Dirección de Operaciones. Las prácticas avanzadas de producción (PAP) del modelo que se establecen en la tercera ronda de la investigación internacional de HPM son¹:

1. Estrategia de Fabricación o *Manufacturing Strategy* (MS)
2. Gestión de la Tecnología o *Technology Management* (TM)
3. Gestión de Calidad Total o *Total Quality Management* (TQM)
4. Justo a Tiempo o *Just In Time* (JIT)
5. Recursos Humanos o *Human Resources* (HR)
6. Tecnología de Información y Comunicación (TIC) o Information Systems/Information Technology
7. Desarrollo de Nuevos Productos o *New Product Development* (NPD)
8. Teoría de las Restricciones o *Theory of Constraints* (TOC)
9. Mantenimiento Productivo Total o *Total Productive Management* (TPM)
10. Gestión de la Cadena de Suministros o *Supply Chain Management* (SCM)

Una de las proposiciones del estudio de HPM es que la falta de correlación efectiva entre las PAP limita el éxito en el resultado que sería deseable, es decir, hay que considerar que puede haber correlación entre determinadas prácticas y que ésta afecta al resultado. En consecuencia, las plantas deben buscar implementar nuevas prácticas o iniciativas desde un enfoque sistémico/holístico que les permitan alcanzar un alto rendimiento y, así, diferenciarse de su competencia. Esto ha llevado a proyectos como el de HPM a hacer uso de la interconexión entre las prácticas de manufactura y la mejora continua para alcanzar la fabricación de clase mundial (WCM), generando ventajas competitivas sostenibles. En este sentido, diferentes estudios dentro del proyecto de HPM se han enfocado en examinar la

¹ Las seis primeras prácticas son parte del modelo de las dos primeras rondas.

relación entre las diferentes PAP. Por ejemplo, Ortega (2008) se enfoca en la posible relación entre dos PAP, la MS y la TM, para la consecución de un alto OP en el sector de componentes de automoción.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Una de las principales preocupaciones de la investigación académica en DPO es la contribución de las prácticas de manufactura a la fabricación y el rendimiento del negocio (Ketokivi y Schroeder, 2004), ya que las prácticas de manufactura sólo son valiosas si mejoran el desempeño de la organización en relación a sus objetivos elegidos (Brown *et al.*, 2007). La interconexión entre prácticas puede suponer niveles altos de desempeño que contribuyan a la manufactura de clase mundial (Flynn *et al.*, 1997). La conexión entre prácticas de manufactura guiadas por la MS ha supuesto un mayor rendimiento considerando el entorno político, socioeconómico y nacional donde se desarrolla la empresa (Schroeder y Flynn, 2001). Las razones expuestas tienen la suficiente importancia para el desarrollo de estudios como el que presentamos, centrado en el estudio de MS, y a ello se une que esta práctica puede contribuir a la capacidad competitiva y productiva de las empresas (Swamidass y Newell, 1987; Williams *et al.*, 1995; Gupta y Sharma, 1996, Ward y Duray, 2000) y permite vincular los planes estratégicos corporativos con los objetivos operacionales (Gianesi, 1998; Ketokivi y Castaner, 2004).

Por otra parte, las empresas manufactureras están utilizando tecnologías cada vez más avanzadas. Esta tendencia está impulsada por el planteamiento de que la utilización de la tecnología dará lugar a mejoras en algunas medidas del OP, tales como la reducción de los costes de mano de obra, mejora de la calidad o mayor flexibilidad (Heine *et al.* 2003). Sin embargo, en muchos casos, estas inversiones no han dado los resultados deseados. Esto es debido a que el enlace entre la tecnología y el rendimiento está influenciada por el entorno altamente cambiante (Malhotra *et al.*, 2001). Así pues, las fuentes de ventaja competitiva pueden derivarse de consolidar tecnologías y otras PAP, más que de generar productos que la competencia no anticipa (Chandler, 1962; Prahalad y Hamel, 1990). De acuerdo con ello, las decisiones más importantes de producción de una planta deben tomarse para mejorar la

base elegida de ventaja competitiva (Hayes y Wheelwright 1985; Garvin, 1993, Mallick y Schroeder, 2005; Yeung *et al.*, 2005). La TM figura claramente entre las decisiones más importantes de fabricación ya que supone una parte trascendental de la misma (Leong *et al.*, 1990; Maruchek *et al.*, 1990). Por ello, este estudio se centra en la TM junto con la MS antes mencionada.

En la literatura algunos estudios se han enfocado en la relación entre la MS y la TM (Matsui, 2002; McKone y Schroeder, 2002; Ketokivi y Schroeder, 2004; Ortega, 2008; Machuca *et al.*, 2011). Por ejemplo, Matsui (2002) analiza la relación de la tecnología con las prácticas avanzadas de fabricación encontrando que la tecnología tiene una posición secundaria respecto a la MS. Por su parte, McKone y Schroeder (2002) estudiaron los tipos de empresas que hacen uso de la tecnología de procesos y de producto, desde el contexto de la planta, considerando aspectos de la estrategia de fabricación. Ketokivi y Schroeder (2004) identifican que la MS apoya la implementación de prácticas de fabricación, incluyendo la tecnología. Por último, Ortega (2008) y Machuca *et al.* (2011) evalúan si la MS y/o la TM mejoran el desempeño de operaciones en empresas de componentes de automoción. Hasta el momento no hemos encontrado un estudio que relacione las PAP de MS y TM, y su efecto en el OP, en diferentes contextos industriales tales como el sector de la electrónica o el sector de bienes de equipo/maquinaria.

Hemos seleccionado los sectores de la electrónica y de bienes de equipo/maquinaria, por cuatro razones: 1) son industrias en transición y operan en entornos globales; 2) son industrias con un número substancial de plantas en América, Asia y Europa; 3) las dos industrias tienen ambientes competitivos diferentes y 4) son industrias con características diferentes en cuanto a productos, por ejemplo, los ciclos de vida de producto son más cortos en la industria electrónica que en la de maquinaria. Asimismo, estas industrias son conocidas por tener un número sustancial de plantas en Canadá/EEUU, Asia y Europa, las tres áreas geográficas en las que se centra la investigación del proyecto HPM. Además, de ser de los sectores más importantes en volumen de exportaciones a nivel global (UN Comtrade, 2014).

La falta de investigación de la relación entre la MS y la TM y su impacto en el OP en contextos empresariales diferentes, como el sector de electrónica y bienes de equipo/maquinaria, justifica la presente investigación. Como ya señalamos, la elección de estas dos prácticas en estos sectores completa el trabajo de Ortega (2008), permitiendo comparar los resultados obtenidos. El planteamiento del presente estudio es revisar si la correlación entre la MS y la TM afectan o no al OP dependiendo del contexto industrial donde se desarrolle la empresa. Además, se busca contribuir al desarrollo del proyecto HPM con un estudio que explora la correlación entre dos de las PAP establecidas, e identifica los rasgos distintivos que hacen que una planta productiva pueda ser considerada como de Fabricación de Alto Rendimiento.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS Y CONTRIBUCIÓN DE LA TESIS

Los objetivos de la presente investigación se enmarcan dentro del proyecto HPM que, como hemos indicado, busca definir la excelencia en Operaciones y los factores contingentes que influyen en el rendimiento de las plantas. En concreto, nuestro trabajo se centra en las prácticas avanzadas de producción de MS y de TM, haciendo énfasis en el enfoque de contingencia y la interconexión que debe existir entre ambas prácticas en contextos industriales diferentes, así como su efecto en el OP. En concreto, la pregunta de investigación que buscamos responder es la siguiente:

¿Existe interrelación entre el nivel de implementación de la MS y el nivel de implementación de la TM en el contexto de las plantas de bienes de equipo/maquinaria o electrónica y afecta al OP?

La pregunta de investigación se concreta seis objetivos básicos:

Objetivo 1: Revisar los proyectos internacionales enfocados en la manufactura de alto rendimiento, así como en los conceptos e investigaciones que analizan la relación de MS, TM y OP, que fundamentan la presente tesis.

Objetivo 2: Establecer un modelo teórico enfocado en la comprobación empírica de la interconexión entre la MS, la TM y el OP en diferentes contextos industriales.

Objetivo 3: Medir la relación entre cada práctica analizada (MS y TM) y el OP, y cómo afectan las variables contextuales a esta relación en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (Figura 1.1).

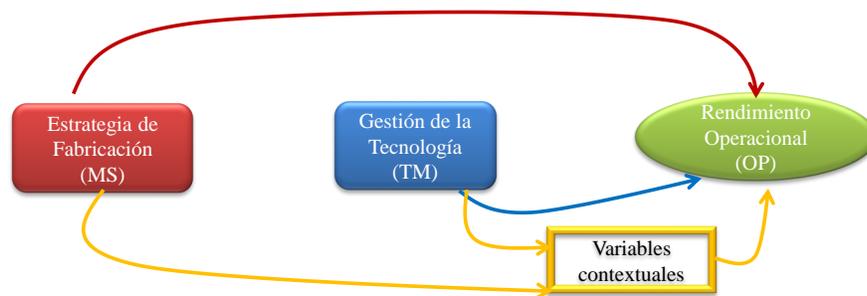


Figura 1.1 Relaciones MS, TM y variables contextuales sobre el OP

Objetivo 4: Medir la interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (Figura 1.2).

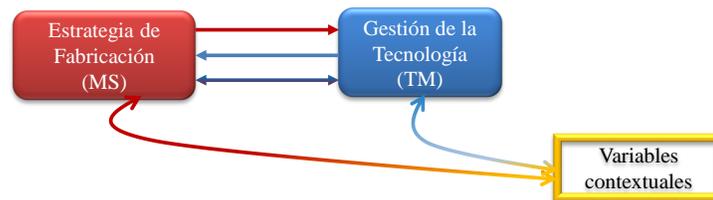


Figura 1.2 Interrelaciones de MS, TM y Variables contextuales

Objetivo 5: Medir las interacciones entre la MS, la TM y el OP en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (Figura 1.3).

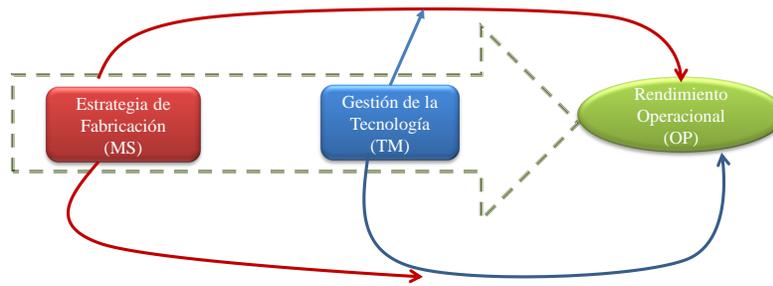


Figura 1.3 Interacciones de MS, TM y OP

Objetivo 6: Comparar las relaciones de la MS, la TM, las variables contextuales y el OP, planteadas en los objetivos 3, 4 y 5, en los sectores industriales de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción.

La presente investigación resulta de gran interés para académicos y profesionales, ya que aporta evidencias empíricas sobre la relación que guardan dos importantes prácticas de manufactura, MS y TM, con OP en dos sectores industriales de gran relevancia para la economía global, como son la electrónica y los bienes de equipo/maquinaria. Las principales contribuciones son:

Contribución 1. Justificación de la importancia de la relación entre MS y TS para alcanzar la fabricación de alto rendimiento.

Contribución 2. Diseño de un modelo de investigación basado en aspectos contingenciales y de interconexión de PAP, en concreto para MS y TS.

Contribución 3. Análisis del efecto de la relación entre cada práctica analizada (MS y TM) y el OP, y cómo afectan las variables contextuales a esta relación en las industrias de bienes de equipo/maquinaria y electrónica.

Contribución 4. Análisis del efecto de las interrelaciones de MS, TM y las variables contextuales en las industrias de bienes de equipo/maquinaria y electrónica.

Contribución 5. Análisis del efecto de la interacción de MS y TM sobre OP en las industrias de bienes de equipo/maquinaria y electrónica.

Contribución 6. Comparativa de la relación de MS, TM y variables contextuales en tres sectores industriales (bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción) para conseguir un alto OP.

Por lo tanto, esta tesis permitirá generar evidencias empíricas que contribuyen a la investigación de la interconexión de diferentes PAP para mejorar OP. Esto debería generar mayor interés por implementar las PAP como medios para competir en una economía globalizada.

En relación con el mundo empresarial, esta tesis tiene relevancia para todas las compañías interesadas en seguir los conceptos de gestión relacionados con la fabricación de alto rendimiento y la mejora continua. Muestra a los directivos que la relación de MS y TM es importante en ciertos contextos para alcanzar ventaja competitiva y fabricación de alto rendimiento, así como los efectos positivos de la interrelación de las mismas, aspecto no suficientemente claro en el momento actual.

Así pues, los objetivos de la presente tesis y las contribuciones alcanzadas se abordan en los diferentes capítulos, tal y como se muestra en la Figura 1.4. El primer objetivo se desarrolla en el capítulo dos, realizando una búsqueda y análisis de información sobre la fabricación de clase mundial y la importancia de las relaciones entre MS, TM y OP. El capítulo tres permite alcanzar el segundo objetivo, diseñar el modelo de investigación de acuerdo al enfoque de contingencia de MS y TM sobre OP. Esto facilitará el desarrollo de contenidos y de instrumentos de experimentación y de transferencia de resultados de investigación basados en HPM para la mejora en las plantas, tanto en el contexto empresarial como en el académico. Los capítulos cuatro y cinco permiten alcanzar los objetivos tres, cuatro y cinco, al medir el efecto de las relaciones de MS, TM y OP en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica. Por último, el capítulo seis busca la consecución del sexto objetivo a través de la comparación de la relación de MS, TM y OP en los sectores industriales de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción.

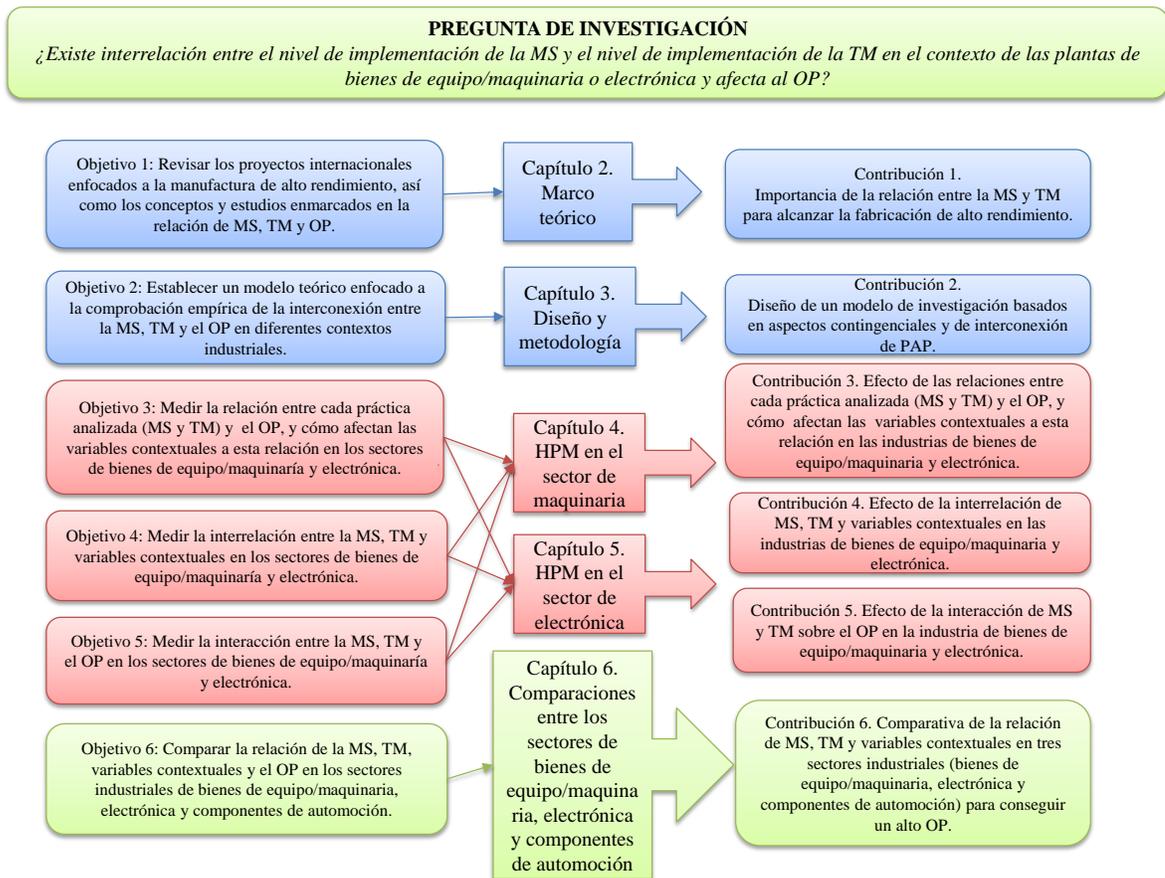


Figura 1.4 Esquema de la tesis

1.4 METODOLOGÍA

Dadas las complejas características del estudio, de su marcado carácter multidisciplinar y de los múltiples objetivos propuestos, debemos emplear diversas metodologías en función de la naturaleza de las actividades a desarrollar. Por ello, teniendo en cuenta los objetivos y la investigación empírica que pretendemos desarrollar, son necesarias acciones previas, básicas para la elaboración de la presente tesis doctoral. Para ello, seguimos el esquema planteado en la Tabla 1, que representa un enfoque sistemático para investigaciones empíricas (Flynn *et al.*, 1990). A pesar del tiempo transcurrido desde que se planteó, este enfoque continúa sirviendo de base para estudios empíricos tales como el de Sacristán (2001) y el de Ortega (2008).

| Fase | Actividad | Metodología |
|------|---|--|
| I | Fundamento teórico | <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de teoría ya existente • Construcción de una nueva teoría |
| II | Tipo de investigación | <ul style="list-style-type: none"> • Encuesta |
| | Método de recogida de datos (realizado por Ortega (2008)) | <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios y entrevistas |
| III | Implantación | <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar Población • Seleccionar Muestra • Desarrollo de escalas • Construcción de cuestionarios • Prueba piloto • Contacto, <i>mailing</i> y entrevista • Análisis empresas que no responden • Entrada de datos |
| | Análisis de datos | |
| IV | Resultados | |

Tabla 1.1 Actividades y metodologías
Fuente: Adaptado de Flynn *et al.* (1990) y Ortega (2008)

Dada la elevada carga metodológica del estudio empírico desarrollado en esta tesis doctoral, se ha realizado un capítulo específico (capítulo 3) explicando la misma, por ello remitimos a dicho capítulo para profundizar en este aspecto.

En lo que se refiere a la revisión de la literatura, ésta ha permitido establecido el marco teórico (capítulo 2), justificar las hipótesis planteadas y analizar el contexto de los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (capítulos 4 y 5). El detalle de la metodología empleada en la revisión de la literatura se describe a continuación.

Para establecer el estado actual de los temas investigados se ha realizado una búsqueda bibliográfica en diferentes fuentes. En primera instancia, como bibliografía fuente, revisamos el libro de Schroeder y Flynn (2001), *High Performance Manufacturing: Global Perspectives*, y la tesis doctoral de Ortega (2008), con el fin de conocer y entender el proyecto internacional de HPM y las interconexiones de las prácticas de MS y TM entre sí y en relación

del OP. Ello se completa con una revisión y análisis de los artículos publicados en revistas especializadas, ponencias y comunicaciones en congresos, tesis doctorales, libros y páginas web. Se ha realizado una búsqueda que permite conocer el estado del arte de la interrelación de MS y la TM en diversas fuentes bibliográficas, limitando la búsqueda a las palabras clave “estrategia de fabricación” y “tecnología”, sin considerar aspectos metodológicos o sectoriales, que serían utilizados, posteriormente, para seleccionar aquella bibliografía que se centra en los aspectos analizados en nuestra investigación.

Para la revisión de las tesis doctorales se utilizaron dos bases de datos. La primera fue la base de datos de Tesis Doctorales TESEO², en la cual se encuentran tesis doctorales presentadas en las Universidades de España. La segunda fue ProQuest (Abi/Inform Global)³, donde se registran tesis doctorales de diferentes universidades extranjeras.

Respecto a la consulta realizada en TESEO se pueden utilizar diferentes términos de búsqueda, tales como el título, autor, universidad, etc. En nuestro caso utilizamos como palabras claves “Estrategia de Operaciones” o “Estrategia de Fabricación” y “Tecnología” en el título, con fecha de última consulta de septiembre 2014. Como resultado se obtiene solo una tesis, que ya teníamos localizada (Ortega, 2008). También buscamos las tesis españolas que estuvieran relacionadas con el proyecto internacional de HPM y encontramos una tesis adicional (Luján García, 2014).

Por su parte, en ProQuest (Abi/Inform Global) se utilizó la búsqueda avanzada y se seleccionó la opción de tesis doctorales y tesinas sin limitar los años. Se fijaron las palabras clave “Manufacturing strategy” y “Technology” en el resumen, palabras clave y título. Los resultados obtenidos mostraron 95 tesis, de las cuales ninguna evaluaba la relación de la MS con la TM y su efecto en el OP.

² TESEO es una base de datos elaborada por el Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno de España y que recoge tesis doctorales leídas en las Universidades Españolas desde 1976. Se puede consultar a través de su página web: <https://www.educacion.gob.es/teseo/irGestionarConsulta.do>

³ Publica tesis desde 1938, con más de dos millones de tesis y 700 universidades adscritas (en su mayoría universidades de Estados Unidos).

Por lo tanto, las tesis orientadas hacia los aspectos tratados en la presente investigación son muy escasas. Además, al revisar con detalle las tesis doctorales encontradas, ninguna de ellas ha estudiado hasta el momento la interrelación de la MS y la TM para los sectores específicos de electrónica y bienes de equipo/maquinaria, con excepción de la tesis de Ortega (2008) que estudia la interrelación de las dos variables pero para la industria de componentes de automoción. Por tanto, en lo que se refiere a las tesis doctorales, existe falta de investigación en el tema que objeto de estudio.

Posteriormente, realizamos una revisión bibliográfica en revistas especializadas en Dirección de Operaciones, Tecnología, *Management* y Estrategia. Para la búsqueda de artículos relevantes sobre el tema de este trabajo de investigación se seleccionó la base de datos ProQuest (Abi/Inform Global), pues es un recurso ampliamente utilizado por la comunidad académica y que recoge información, entre otras, de las revistas más destacadas en los campos objeto de estudio. Se realizó la búsqueda de las palabras clave “*Manufacturing strategy*” y “*Technology*”, limitando la búsqueda al título, resumen y palabras clave y a revistas científicas sin un límite temporal⁴. El resultado obtenido fue un total de 2.059 artículos. Con estos artículos se realizó una búsqueda de aquellos que presentaban “*high performance manufacturing*” en el texto, resultando 583 artículos. De este total, 61 artículos fueron relevantes para nuestro estudio. Cuando introducimos la palabra clave “*Electronics Industry*” nos arrojó un resultado de 197 artículos, y para el caso de “*Machinery Industry*” nos dio un resultado de 141 artículos. De los 197 artículos relacionados con la industria de la electrónica fueron relevantes 21 artículos para nuestro estudio. Respecto a la industria de bienes de equipo/maquinaria, 12 artículos fueron relevantes.

Teniendo en cuenta el retraso que existe en las publicaciones en revistas, se necesitaron también ponencias y comunicaciones en al área de DPO. Existen varios congresos importantes en el área, por ejemplo, ACEDE (Asociación Científica de Economía y Dirección de la Empresa), AEDEM (European Academy of Management and Business Economics), EurOMA (European Operations Management Association), Inform (Institute

⁴ Consulta realizada en septiembre de 2014.

for Operations Research and the Management Science) y POMS (Production and Operations Management Society), entre otros. Además de las actas de dichos congresos a las que pudimos tener acceso, la web de POMS nos permite ver los artículos completos de sus congresos hasta el 2007. En ella realizamos una búsqueda de ponencias que trataban aspectos de “Manufacturing/operations strategy” o “Technology”. Encontramos 18 trabajos que se relacionaban con las PAP que estamos analizando. Sin embargo, solo tres trabajos se enfocaban en la relación de la MS y TM (Arana *et al.*, 2010; Ortega *et al.*, 2010; Arana *et al.*, 2011).

Por último, realizamos búsquedas en la web de organismos o asociaciones de los sectores industriales estudiados. Los resultados se muestran en los Anexos 1 y 2.

1.5 CONSIDERACIONES FINALES

Como hemos indicado, la presente tesis está enfocada en dos PAP, MS y TM, para los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica, tomando como fuente de información la base de datos generada por la tercera ronda del proyecto internacional de HPM.

Como parte del camino de mejora de las plantas productivas, existe necesidad de mayor investigación sobre la mejora del rendimiento en la producción basada en datos empíricos. Probar la consecución de un alto rendimiento en las plantas por la aplicación de determinadas prácticas productivas ha sido un tema de interés en los últimos años, pero muchos investigadores no tienen un fuerte fundamento en la recolección y el uso de datos empíricos sobre el tema. La investigación HPM a nivel internacional provee, tanto un punto de partida que impulsa a investigadores en la fabricación de alto rendimiento a usar datos empíricos, como un enfoque sistemático para realizar estudios empíricos.

La investigación empírica en HPM puede ser usada para documentar las últimas tendencias en la fabricación de alto rendimiento, así como para proveer una base para estudios longitudinales. De la misma manera, puede tener un valor incalculable en el desarrollo de parámetros y distribuciones para estudios matemáticos y para modelos de simulación. Un uso muy importante para los datos empíricos es la construcción y verificación

de la teoría, temas que son ignorados en la mayoría de las investigaciones del tema de fabricación de alto rendimiento.

Por lo que respecta al mundo empresarial, la transferencia de conocimientos procedentes de los resultados de investigación empírica es considerada un factor clave, pero insuficientemente cubierto (Guimaraes *et al.*, 1999; Sacristán *et al.*, 2002). Además, la investigación empírica puede ser percibida como arriesgada, ya que al compararla con la modelación matemática puede ser considerada débil. Sin embargo, la investigación internacional de HPM provee un fundamento de conocimientos acerca de la investigación empírica, basado en la construcción de su base de datos, para minimizar los riesgos a los investigadores. Asimismo, en los estudios de sus diferentes autores provee discusiones de técnicas analíticas y casos de investigaciones empíricas extremadamente rigurosas.

Así que, por su importancia, este estudio se centra, en su mayor parte, en la tarea de la comprobación contextual de los modelos desarrollados por Ortega (2008) en los dos sectores mencionados (bienes de equipo/maquinaria y electrónica). Entre otras cosas, se hace un análisis metodológico pertinente, considerando los aspectos contextuales de cada sector estudiado y contrastando las relaciones de la MS y la TM en el OP desde una perspectiva contingencial, utilizando modelos de congruencia sin tratar de evaluar dichos modelos que ya han sido examinados en la literatura.

Una limitación a la que nos enfrentamos es que solo contamos con los resultados de la base de datos del proyecto HPM de la tercera ronda, teniendo en promedio una muestra de 88 empresas por sector. Esta muestra es pequeña, lo que puede limitar los resultados obtenidos al contrastar las hipótesis establecidas en esta tesis doctoral.

1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS

La estructura de la tesis está dividida en siete capítulos, comenzando primero por el marco teórico y la metodología de investigación para, posteriormente, revisar las características de los dos sectores estudiados, plantear las hipótesis y realizar las pruebas correspondientes para testar las hipótesis formuladas. Después se realiza una comparativa

de los dos sectores estudiados y el sector de componentes de automoción, para terminar con las conclusiones del trabajo de investigación. A continuación, mostramos un resumen de cada uno de los capítulos siguientes de esta tesis.

Capítulo 2. Marco teórico

Revisa la literatura que soporta la tesis doctoral, considerando, principalmente, el trabajo empírico que se hace en el contexto del proyecto HPM. En este capítulo se revisan los diferentes proyectos internacionales que se enfocan en la manufactura de clase mundial, haciendo hincapié en el proyecto internacional de HPM y su modelo teórico. A continuación, se revisa en la literatura los diferentes estudios enfocados a la MS y sus correspondientes relaciones con el OP en el proyecto HP y fuera de él. Posteriormente, hacemos lo mismo con la TM, definiéndola y buscando en la literatura relaciones entre la TM y el OP, tanto dentro como fuera del proyecto HPM. Por último, revisamos la literatura para encontrar estudios enfocados en la relación de la MS y la TM y aquellos centrados en la relación de la MS y TM y su efecto sobre el OP.

Capítulo 3. Diseño y metodología de investigación

En este capítulo se muestra la metodología de investigación empleada en el estudio empírico. Se detalla el método de investigación utilizado, basado en el empleo de la encuesta (survey), indicando cómo se obtuvo la información mediante los cuestionarios dirigidos a diferentes puestos de las plantas de fabricación de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción. También se describen las diferentes variables que utilizaremos en el estudio empírico, y que definen la MS, la TM y el OP. Se detalla cómo se realizó la selección de la muestra y la recogida de datos, así como el análisis de fiabilidad y validez de las escalas de la MS, TM, variables contextuales y OP para cada sector analizado. Posteriormente, se describe el modelo de investigación basado en aspectos contingenciales y de interconexión de prácticas que nos han ayudado a definir las hipótesis y los modelos a utilizar para testar dichas hipótesis. Por último, se detalla la teoría de contingencia y sus respectivos modelos de ajuste, utilizados para examinar la relación o interconexión entre las dos PAP.

Capítulo 4. HPM en el sector de bienes de equipo/maquinaria

El capítulo 4 se enfoca en el sector de bienes y equipo/maquinaria. Se comienza revisando el contexto general del sector, de acuerdo a informes y estudios realizados en este sector industrial, extrayendo información de características de producto, procesos de fabricación, situación mundial del sector, aspectos competitivos y desafíos. De la base de datos del proyecto de HPM, se analizan las variables contextuales del sector para conocer como está compuesta la muestra, y si existe alguna tendencia particular del sector. Con el contexto del sector de bienes de equipo/maquinaria, se definen las hipótesis basadas en la posible relación de la MS, la TM y las variables contextuales y su impacto en el OP. Continuamos con el estudio de los datos, realizando el análisis de fiabilidad y validez de las escalas y medidas que describen las variables de TM, MS y el OP. Una vez realizadas las pruebas de fiabilidad y validez, procedemos a testar las hipótesis definidas con tres modelos diferentes, el modelo universal, el modelo de congruencia y el modelo de interacción, y obtener las conclusiones generales del estudio empírico para el sector de bienes de equipo/maquinaria.

Capítulo 5. HPM en el sector de electrónica

Al igual que en el capítulo anterior, se revisa el contexto y el modelo teórico, se definen las hipótesis, se analiza la validez de la información y se realizan las pruebas de ajuste, pero, en este caso, enfocados en al sector de la electrónica, que presenta algunas características diferentes con el sector de bienes de equipo/maquinaria como, por ejemplo, el ciclo de vida del producto (en empresas de electrónica es mucho menor que en las de bienes de equipo/maquinaria). Comenzamos por describir el contexto general de las empresas de electrónica, basándonos en informes y estudios realizados por empresas consultoras u organismos o asociaciones del sector, identificando información como productos, tendencias, aspectos competitivos y desafíos del sector. Al igual que en el caso del sector de bienes de equipo/maquinaria, revisamos las variables contextuales extraídas de la base de datos del proyecto internacional HPM. Posteriormente, definimos las hipótesis de acuerdo al contexto del sector de la electrónica y la posible relación de la MS y la TM, así como su impacto en

el OP. Con las hipótesis propuestas, recogemos la información de la base de datos del proyecto de HPM correspondientes a las escalas e ítems de la MS, la TM y el OP. Con estos datos se realiza un análisis de fiabilidad y validez de la información extraída para conformar las variables a medir. Una vez validadas las escalas e ítems, procedemos a realizar las pruebas de ajuste para testar las hipótesis planteadas. Los modelos de ajuste utilizados son, el modelo universal, el modelo de congruencia y el modelo de interacción. Por último, analizamos los resultados y obtenemos las conclusiones de este sector industrial.

Capítulo 6. Comparaciones entre los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción

Una vez analizados los sectores de bienes de equipo/maquinaria y la electrónica respecto a la interrelación de la MS y la TM y su impacto en el OP, en este capítulo se realiza una comparativa de los resultados de estos sectores junto con el sector de componentes de automoción. Se comienza revisando brevemente el contexto de cada sector para hacer una comparación sectorial basada en criterios tales como mercado, productos, procesos, competencia y tecnología, entre otros. A continuación, se analizan y comparan las variables contextuales de cada uno de los sectores tomando como referencia la base de datos de proyecto internacional de HPM. Posteriormente, se comparan los resultados obtenidos en el capítulo 4 y 5 y en la literatura del sector de componentes de automoción. Con esta comparativa se analizan y comparan los resultados de los tres sectores, en cuanto a la relación, interrelación e interacción de la MS y TM

Capítulo 7. Conclusiones y consideraciones finales

En este último capítulo se presentan las conclusiones obtenidos del estudio empírico, revisando y contrastando los objetivos planteados en esta tesis doctoral. También se revisan las limitaciones y aportaciones de la presente tesis doctoral y terminamos con las futuras líneas de investigación.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analiza el fundamento teórico de la presente investigación, revisando los proyectos internacionales de clases mundial -en especial el proyecto internacional HPM, que es la base de nuestra tesis-, los conceptos de Estrategia de Fabricación (MS) y Gestión de la Tecnología (TM), y los estudios que se han examinado la relación de estas dos Prácticas Avanzadas de Producción (PAP) y su efecto sobre el Rendimiento Operacional (OP).

La estructura del capítulo se ha conformado de la siguiente manera. En primer lugar, se revisan los antecedentes del trabajo de investigación en el contexto del proyecto internacional HPM, así como los proyectos enfocados a la manufactura de clase mundial. Posteriormente, se describe el modelo teórico de HPM y las prácticas que integran el proyecto. En las dos siguientes secciones, se revisan los estudios realizados, tanto dentro del proyecto HPM como en otras investigaciones, sobre las relaciones y conexiones de las PAP, MS y TM y su efecto en el OP. El último apartado analiza los estudios realizados respecto a la interrelación entre la MS y la TM.

2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 Manufactura de Clase Mundial (WCM): delimitación conceptual

Desde los años ochenta, los investigadores de Dirección de Operaciones y las empresas de manufactura se han preocupado por encontrar aquellas capacidades o prácticas de

fabricación que permiten a las empresas posicionarse siguiendo las preferencias del cliente y generar ventajas competitivas.

Hayes y Wheelwright (1985) identifican seis prácticas de manufactura fundamentales para lograr la excelencia de fabricación: habilidades de los trabajadores, competencias técnicas de gestión, competencia a través de la calidad, participación de los trabajadores, re-ingeniería de fabricación, y enfoque de mejora incremental. Giffi *et al.* (1990) re-examinan las prácticas de fabricación de Hayes y Wheelwright (1985) e identifican la MS y TM como dimensiones adicionales a ser consideradas en la definición de las operaciones de empresas de clase mundial. Schroeder (1986) retomó estos conceptos para identificar industrias en Estados Unidos que podrían ser consideradas manufactureras de clase mundial. Schroeder (1986), además, incluyó nuevas prácticas en su estudio, como la mejora continua, el desarrollo de las relaciones con proveedores, el diseño de producto y el sistema JIT.

Por su parte, Schonberger (1986), en sus trabajos de consultoría y casos de estudio, menciona que un elemento muy importante en el WCM es la orientación al cliente, y que cada práctica de manufactura que sea implementada deber ser medida respecto al cumplimiento de las necesidades del cliente. Schonberger (1986), además, de utilizar las categorías o prácticas de Hayes y Wheelwright (1985) y de Giffi *et al.* (1990), incorpora dos dimensiones adicionales: la información para las operaciones y el control, y el marketing, promoción y orientación al cliente.

Así pues, la definición de clase mundial se ha discutido mucho en la literatura, al igual que el camino para lograrla. Este término está representando la influencia de la dinámica de mercado actual de los negocios, la globalización, y capta la esencia de cambios fundamentales que tienen lugar en las empresas industriales exitosas. En la literatura se pueden encontrar diferentes definiciones de empresas de clase mundial. Así, Hayes *et al.* (1988) define la manufactura de clase mundial como sigue:

- Convertirse en el mejor competidor: ser mejor que la mayoría de las compañías competidores en el sector, al menos en algún aspecto de la manufactura.
- Ser más rentable que los competidores.

- Contratar y retener a las mejores personas.
- Desarrollar personal de ingeniería con los mejores conocimientos y capacidades.
- Poder responder con rapidez y decisión a las condiciones cambiantes del mercado.
- Adoptar un enfoque de ingeniería para el producto y el proceso que maximice el desempeño de ambos.
- Mejorar continuamente.

Por su parte, Hige y Anderson (1989) describen una nueva filosofía de manufactura de excelencia que está basada en dos principios fundamentales: la mejora continua y la eliminación del desperdicio (*Lean Manufacturing*). Schonberger (1986) sugiere que las empresas que quieran emigrar a la manufactura de clase mundial deberán de tener como meta la mejora continua y rápida en calidad, coste, tiempo de entrega y servicio al cliente.

El *National Center for Manufacturing Services* (NCMS, 1990) señala ocho aspectos principales de Operaciones a tener en cuenta: a) Enfoque administrativo, b) Estrategia de manufactura, c) Calidad y cliente, d) Capacidad de manufactura, e) Medidas de desempeño, f) Organización, g) Recursos humanos y h) Tecnología. Todos ellos se desglosan en principios adicionales. La premisa de la NCMS es que estos principios, ejecutados de manera coordinada, aumentarán la competitividad de cualquier fabricante hasta el desempeño de clase mundial.

Todd (1995) define “clase mundial” en términos de medidas de desempeño como el rendimiento del producto, calidad, fiabilidad, coste, ritmo de las innovaciones, servicio al cliente, tiempo de entrega y desempeño en la entrega. Taninecz (1997a, b) adopta una perspectiva similar, lo que sugiere que la velocidad, coste y calidad son las métricas adecuadas para la WCM.

También han surgido algunos proyectos de investigación a nivel internacional que se han enfocado en buscar y medir prácticas o capacidades de fabricación que describen una empresa de clase mundial. Los proyectos más destacados se presentan en la siguiente sección.

2.2.2. Proyectos enfocados en la Manufactura de Clase Mundial

Hemos encontrado en la literatura diferentes proyectos de investigación orientados a la WCM. Estos proyectos se han desarrollado para estudiar las prácticas que han llevado a las empresas a tener un desempeño superior y generar ventajas competitivas. Entre estos proyectos podemos mencionar el Proyecto de Manufactura Futura (*Manufacturing Futures Project*, MFP), el Proyecto de Visión de Manufactura de Clase Mundial (*Vision in World Class Manufacturing Project*, VWCM), el proyecto del Grupo de Investigación de Manufactura Global (*Global Manufacturing Research Group*, GMRG), la Encuesta Internacional de Estrategia de Fabricación (*International Manufacturing Strategy Survey*, IMSS) y el Proyecto de Manufactura de Clase Mundial (*World Class Manufacturing Project*, WCMP o HPM). La Tabla 2.1 muestra el detalle de estos proyectos, que pasamos a describir a continuación.

El MFP se enfoca en el estudio de la estrategia de manufactura en diferentes empresas en Norteamérica, Europa y Asia de los sectores de la electrónica, bienes de consumo industrial y maquinaria. Este fue el primer estudio empírico de estrategias de fabricación internacional que buscaba medir el impacto de la estrategia de fabricación y las características de la empresa en el rendimiento (De Meyer *et al.*, 1989; Miller *et al.*, 1990). Para ello, se desarrollaron encuestas con más de 200 preguntas entre escalas perceptuales y algunas medidas de desempeño y características del negocio, entrevistando a los Directores de Producción.

El proyecto VWCM estudia las prioridades competitivas basadas en las capacidades y desempeño de diferentes empresas en América, Europa, Asia y Oceanía en los sectores de alta tecnología, automoción, química, bienes de consumo farmacéutico, aeroespacial, entre otros (Roth *et al.*, 1989). Está basado en los estudios realizados por el centro nacional para la ciencia en manufactura (NCMS) con el propósito de evaluar la competencia basada en capacidades y el desempeño. Este proyecto utiliza una encuesta con cerca de 900 preguntas entre escalas perceptuales y medidas de desempeño y características del negocio, siendo entrevistados los directores y su equipo de fabricación.

| Base de datos | Inicio | Sectores Industriales | Encuestados | Enfoque de la encuesta | Instrumento | Objetivo de la medición | Países participantes | Objetivo del proyecto |
|--|--|---|--------------------------------------|--|------------------------|---|--|--|
| Proyecto de Manufactura Futura (MFP, <i>Manufacturing Futures Project</i>) | Iniciado en 1981 por Jeffrey Miller en la Universidad de Boston | Electrónica, Bienes de Consumo, Industrial, Maquinaria | Ejecutivos de Producción | Estrategias de manufactura, incluyendo capacidades competitivas, programas de acción y desempeño | Cerca de 200 preguntas | Desempeño y características del negocio | Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, China, Dinamarca, Francia, Japón, México, Holanda, Nueva Zelanda, Portugal, Sudáfrica, Corea del sur, Suecia, Suiza, Taiwán, Reino Unido, Estados Unidos | Estudio de las estrategias de manufactura a nivel internacional |
| Proyecto de Visión de Manufactura de Clase Mundial (VWCM, <i>Vision in World Class Manufacturing Project</i>) | Iniciado en 1987 por Aleda Roth , Craig Giffi y Michael Fradette | Alta tecnología, Automoción, Química, Bienes de consumo farmacéutico, aeroespacial entre otras. | Ejecutivos de Producción y su equipo | Estrategias de manufactura de clase mundial y cadena de suministro globales, incluyendo capacidades competitivas, iniciativas de cambio organizacional, desarrollo de nuevos productos, tecnologías, mejores prácticas y desempeño | 900 preguntas | Desempeño y características del negocio | Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, Republica Checa, Dinamarca, Francia, Alemania, Hong Kong, Hungría, India, Indonesia, Italia, Japón, Malasia, México, Holanda, Filipinas, Polonia, Portugal, Sudáfrica, Corea del sur, España, Suecia, Suiza, Taiwán, Tailandia, Reino Unido, Estados Unidos, Vietnam | Evaluar hipótesis acerca de competencia basada en capacidades y desempeño |
| Grupo de Investigación de Manufactura Global (GMRG, <i>Global Manufacturing Research Group</i>) | Iniciado en 1987 por Clay Whybark, Chapel Hill y Boo-Ho Rho | Herramientas de maquinaria y textiles | Oficiales de operaciones | Control y planificación de la fabricación, así como prácticas de fabricación | 175 preguntas | Prácticas de fabricación y desempeño | Australia, Bulgaria, Canadá, China, Finlandia, Alemania, Ghana, Hong Kong, Hungría, India, Irlanda, Italia, Japón, Corea, México, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, Rusia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos | Comunidad de investigadores dedicados a describir las prácticas de operaciones en dos industrias alrededor del mundo |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|---|
| Encuesta Internacional de Estrategia de Fabricación (IMSS, <i>International Manufacturing Strategy Survey</i>) | Iniciado en 1992-1994 por Per Linberg y Chris Voss (Taylor y Webster, 2006) | Códigos ISIC 381-385 (Productos de metal, maquinaria, dispositivos eléctricos, equipo de transporte, equipos de medición y control) | Directores y staff de fabricación | Capacidades de fabricación | 70 preguntas divididas en cuatro secciones | Medidas Subjetivas | Alemania, Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, Estonia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Israel, Italia, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal, Suiza, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos y Venezuela. | Establecer una base de datos longitudinal de las plantas participantes con el fin de estudiar el desarrollo de las plantas. |
| Proyecto de Manufactura de Clase Mundial (WCMP, <i>World Class Manufacturing Project</i> o HPM <i>High Performance Manufacturing</i>) | Iniciado en 1989 por Roger Schroeder y Barbara Flynn | Maquinaria, Electrónica y Proveedores de la Automoción | Directores y staff de fabricación | Prácticas de fabricación y desempeño | 900 preguntas | Prácticas de fabricación y desempeño | Japón y Estados Unidos (primera ronda). Reino Unido, Alemania, Italia, Japón y Estados Unidos (segunda ronda) | Evalúa las prácticas de la manufactura de clase mundial y sus relaciones con el desempeño de la planta |

Tabla 2.1 Proyectos enfocados a manufactura de clase mundial.
Fuente: Adaptada de la Tabla de Roth *et al.*, 1997.

Por otra parte, el Grupo de Investigación de Manufactura Global (GMRG) ha recolectado datos sobre las prácticas de fabricación en diferentes países alrededor del mundo (Vastag y Whybark, 1993, 1994). GMRG es una comunidad de investigadores dedicados a describir las prácticas de fabricación en dos sectores: las herramientas para maquinaria y la industria textil. Para esto utiliza una encuesta con 175 preguntas con escalas subjetivas de las prácticas de fabricación y desempeño dirigidas a directores de operaciones.

La Encuesta Internacional de Estrategia de Fabricación (IMSS) establece una base de datos longitudinal de las plantas participantes con el fin de estudiar la evolución de las mismas (Größler y Grübner, 2006). El IMSS es una red de investigación cooperativa de las universidades / escuelas de negocios y empresas manufactureras, proporcionando una base de datos común para el estudio de las estrategias de producción y las prácticas de gestión a nivel internacional. La encuesta está dirigida a directores y staff de fabricación. Desde 1992, la encuesta se ha realizado a nivel internacional (con la participación de 20 escuelas de negocios y 600 empresas del sector manufacturero) cada cuatro o cinco años. Se enfoca en los sectores industriales con los códigos ISIC 381-385 como, por ejemplo, productos de metal, maquinaria, dispositivos eléctricos, equipo de transporte en 17 países diferentes.

Por último, el proyecto de manufactura de clase mundial, propuesto por Roger Schroeder y Bárbara Flynn, nace de la idea que cada empresa es única y particular (contingencia) e investiga la interconexión de buenas prácticas de fabricación que apoyan la búsqueda constante de la producción de alto rendimiento o HPM (Schroeder, 1986; Schroeder y Flynn, 2001). Para esto desarrollan una base de datos intercontinental (América, Asia y Europa), con el propósito de evaluar empíricamente los factores críticos de la Dirección de Operaciones en tres sectores industriales: bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción. Este proyecto utiliza una encuesta con alrededor de 900 preguntas dirigidas tanto mandos superiores como medios en el área de fabricación, evaluando diferentes prácticas de manufactura.

Como hemos señalado, en este último proyecto internacional se desarrolla la presente tesis doctoral, que utiliza los principios del HPM como base de la investigación y emplea la base de datos del proyecto para realizar el estudio empírico. En la siguiente sección abordaremos con más detalle el proyecto internacional HPM.

2.3 MODELO TEÓRICO DE HPM

El modelo de HPM plantea un conjunto integrado de procesos que buscan mejorar la capacidad de producción con el objeto de impactar positivamente en el rendimiento de la empresa y, así, diferenciarse de la competencia para generar ventajas competitivas sostenibles (Schroeder y Flynn, 2001). Este proyecto ha puesto de manifiesto la necesidad de mayor integración de la gestión de los procesos de fabricación con las PAP para alcanzar los objetivos de competitividad mundial.

El proyecto HPM se basa en usar la mejora continua de las capacidades de producción (tales como las características organizacionales, la gestión de procesos de fabricación o la gestión de recursos humanos) necesarias para alcanzar el alto rendimiento operacional y la ventaja competitiva. En la Figura 2.1 se describen tres niveles diferentes del marco referencial del modelo HPM: el nivel planta, el nivel línea de producto y el nivel unidad de negocio. En el nivel planta se implementan diferentes procesos y prácticas que deben estar interconectadas para mejorar las capacidades de producción. Estas prácticas de fabricación se dividen en tres categorías: características organizacionales, gestión de procesos de fabricación y gestión de recursos humanos. La primera, características organizacionales de las plantas, ayuda a proveer la infraestructura para el desarrollo de HPM. Estas características deberán de reducir la incertidumbre y la complejidad de la organización mediante procesos que apoyen el flujo de información y toma de decisiones efectivas y eficientes. Las tres características organizativas incorporadas en el modelo son la descentralización, la formalización y la integración (Schroeder *et al.*, 2005). El modelo busca una menor centralización para reducir la incertidumbre en la toma de decisiones, proporcionando sistemas de respuestas rápidas y efectivas que faciliten los procesos a nivel planta, como puede ser los procesos de fabricación como el JIT o la calidad, asimismo la comunicación

que mejore las capacidades de producción. La formalización se refiere al grado en el que los procedimientos son codificados por escrito (Pugh *et al.*, 1969). Un entorno de trabajo que usa y fomenta la formalización de los procedimientos para fomentar la flexibilidad del empleado facilita el enfoque de la descentralización de HPM para la toma de decisiones. Por último, la integración se refiere a tener procesos interconectados que mejoren el flujo de información y permitan una mayor participación de los involucrados en los procesos.

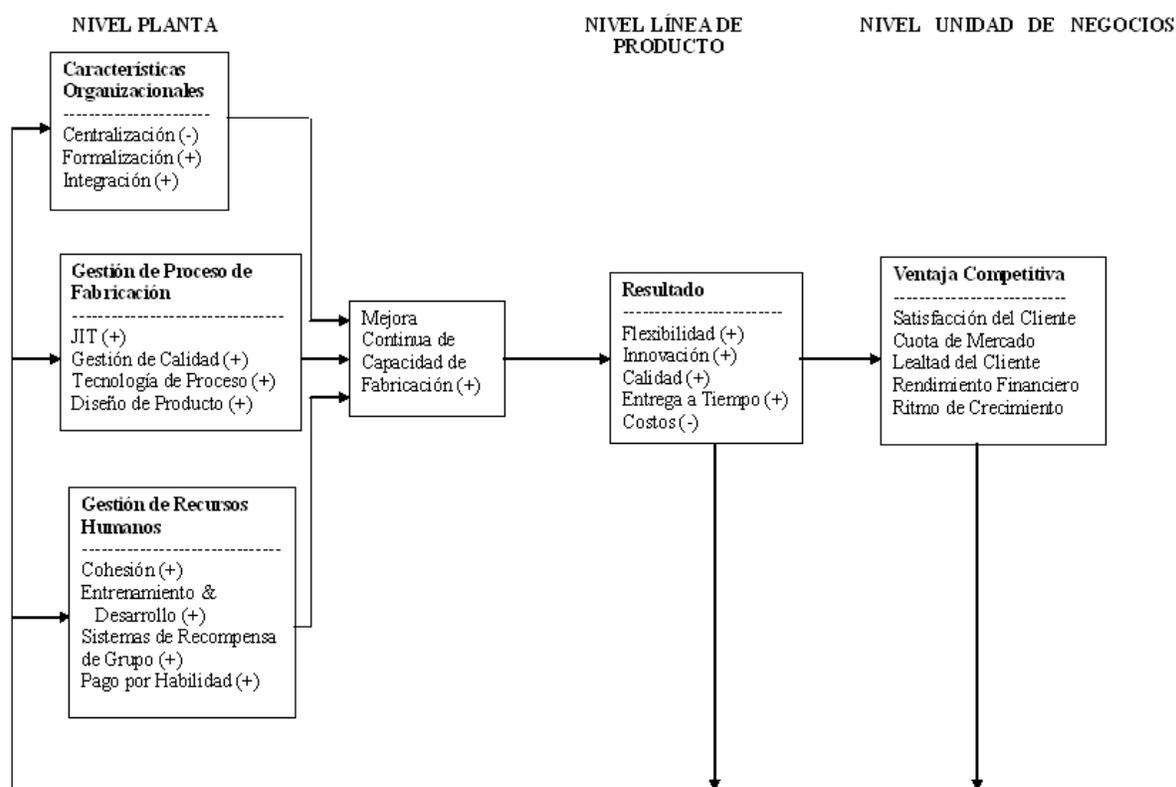


Figura 1.1 Marco de referencia de HPM.
Fuente: Schroeder *et al.*, 2005

La siguiente práctica a nivel planta es la gestión de procesos de fabricación, en la que se incluye los sistemas JIT, la gestión total de la calidad (TQM), la tecnología de procesos y el diseño de productos. En el contexto de HPM se considera que la mejora continua del proceso de fabricación apoya a la generación de ventajas competitivas (Grübner y Größler, 2004; Schroeder *et al.*, 2002). La implementación de sistemas JIT apoya la eliminación de las actividades que no generan valor a los procesos, haciéndolos más flexibles y eficientes,

asimismo apoya la integración y formalización de los procesos mediante el involucramiento de los proveedores en los procesos de fabricación y desarrollo de nuevos productos que, a su vez, mejoran las capacidades de producción para tener mejores rendimientos en flexibilidad, reducción de costes y mejora de la calidad (Flynn *et al.*, 1995; Sakakibara *et al.*, 1997). Un ejemplo de cómo la implementación de los sistemas JIT impactan en el rendimiento de la empresa es la reducción de los niveles de inventario mediante tiempos de preparación de maquinaria cortos, obteniendo la producción de tamaños de lote más pequeños que permiten una mayor flexibilidad y reducción de costes. La segunda práctica, TQM, es un sistema integrado que desarrolla, mantiene y mejora la calidad a todos los niveles de la organización con el propósito de maximizar la satisfacción al cliente. El modelo HPM usa TQM como un medio para controlar y mejorar el proceso de fabricación para satisfacer a los clientes y, así, ganar una ventaja competitiva (Flynn *et al.*, 1999). La tercera práctica, la tecnología de procesos, es un medio para la capacidad de producción mediante la incorporación de tecnología al proceso de fabricación. Con ello las empresas de alto rendimiento buscan mantener el equipo funcionando correctamente mediante el mantenimiento preventivo, desarrollo o ajuste de tecnología propia y programas de formación de trabajadores que reduzcan la variabilidad (McKone y Schroeder, 2002; Ahmad y Schroeder, 2002; McKone *et al.*, 1999). La última práctica de fabricación considerada en el modelo es el diseño de producto, siendo la importancia de considerar aspectos de calidad y productibilidad en el ciclo de desarrollo de productos y procesos. La razón detrás de este enfoque es que un buen diseño es la clave para mejorar las capacidades de producción. Los productores de alto rendimiento reconocen que la mayor fuente de fallos en los productos es debido a un mal diseño (Cole, 1981).

La siguiente práctica global a nivel de planta es la gestión de los recursos humanos. La filosofía subyacente tras el enfoque de gestión de recursos humanos en HPM se basa en que los empleados son percibidos como poseedores de la habilidad para identificar los problemas y tomar las acciones correctivas apropiadas (Cole, 1981). Los productores de alto rendimiento buscan crear en sus empleados un alto grado de cohesión entre sí, donde existe identificación corporativa, compromiso y disposición para trabajar (Ouchi, 1980). Los

esfuerzos de formación y desarrollo en HPM buscan capacitar y motivar a los trabajadores, así como reconocer sus contribuciones para mejorar las destrezas y realizar su trabajo de una mejor manera mejorando la calidad, costes y flexibilidad. Así mismo, las compensaciones, reconocimientos e incentivos en grupo resultan en mejores rendimientos en comparación con incentivos individuales (Cherrington *et al.*, 1971). Por tanto, es probable de que los productores de alto desempeño prefieran las compensaciones e incentivos a nivel grupal que individual, ya que esto tendrá mayor impacto en el rendimiento de la empresa. Por último, el enfoque de pago por destreza o habilidad apoya a los productores de alto desempeño a mejorar la flexibilidad porque incrementan la previsibilidad de los procesos y mejoran las capacidades de fabricación.

Los tres elementos que conforman el nivel de planta deben ser implementados e integrados para mejorar continuamente las capacidades de producción. El grado de implementación y mejora generará la diferencia entre empresas que son consideradas de alto desempeño y aquellas que tienen un desempeño estándar. En los estudios realizado en el proyecto de HPM, se ha encontrado que la relación entre los esfuerzos de las prácticas de manufactura y el desempeño global de la empresa está determinado en cómo se combina la mejora entre estas (Matsui, 2002; Morita *et al.*, 2001). Por ejemplo la mejora en la práctica de la calidad está frecuentemente afectada por prácticas intermedias, tales como la asistencia técnica o la motivación de los empleados. Morita *et al.* (2001) mencionan que la interrelación entre las prácticas debe tener un objetivo estratégico. La fortaleza de la relación entre prácticas dependerá de cómo las prácticas se relacionan entre sí y como cada una de ellas es mejorada. Si la cobertura e integración de las prácticas son apropiadas, la planta obtendrá un alto desempeño. Y si las capacidades para diseñar y manejar la interrelación son altas, la planta podrá realinear sus conexiones entre las prácticas aun cuando la situación competitiva cambie.

Así pues, los resultados de la mejora de las capacidades de producción tendrán impacto en el siguiente nivel, denominado línea de producto, que se refiere a mejorar aspectos de flexibilidad, innovación, tiempo de entrega, calidad y coste. Como se mencionó en el nivel de planta, una buena implementación de las prácticas de fabricación redundará en la mejora

del rendimiento de la organización, traducida en los aspectos antes mencionados, y que pueden hacer la diferencia con la competencia para generar ventajas competitivas. Por ejemplo, empresas que tienen procesos eficientes generan ventajas productivas con diferencial en costes con respecto a su competencia, lo cual les permitirán generar una ventaja competitiva llegando al siguiente nivel del modelo de HPM, unidad de negocio. Este nivel es el estratégico de la compañía, en el cual se generan las ventajas competitivas originadas al cumplir con la satisfacción del cliente, mayor participación de mercado, lealtad de los clientes, rendimiento financiero y crecimiento sostenible de la empresa. Se espera que la implementación y gestión de las prácticas de fabricación generen empresas de alto desempeño que impacten en el nivel de la unidad de negocio y generen ventajas competitivas sostenibles.

2.4 LA ESTRATEGIA DE FABRICACIÓN (MS)

La MS ha tomado un rol importante en las empresas de manufactura, dado los constantes cambios en la tecnología de procesos, el enfrentamiento a mercados turbulentos y la mayor colaboración entre clientes y proveedores. Para las unidades de negocio ha significado tomar mayor consciencia de la importancia de la MS para mejorar la posición competitiva de la empresa. Por lo tanto, los gestores de fabricación deben poder combinar mejoras constantes de los procesos de manufactura existentes con inversiones prudentes en nuevos procesos, utilizando recursos de capital y humanos de tal manera que se mantenga una posición competitiva en los mercados de producto.

La MS no solo debe afrontar los cambios rápidos generados por los mercados hipercompetitivos, sino que debe servir como un recurso que una la estrategia del negocio con los procesos de la organización (Bates *et al.*, 2001). La MS, como una de las estrategias funcionales, es un medio por el cual se implementa la estrategia competitiva. En otras palabras, la MS añade detalles a la estrategia competitiva. El tipo de MS que una empresa selecciona dependerá de la estrategia competitiva elegida (Amoako-Gyampah y Acquaaah, 2008).

A finales de la década de los 60 Skinner (1969) argumentaba que los directores necesitaban reflexionar seriamente sobre el papel que la MS puede tener sobre la capacidad competitiva de la empresa y el efecto sobre el desempeño de la empresa. Desde entonces, diversos trabajos han sido escritos corroborando las afirmaciones de Skinner (por ejemplo, Swamidass y Newell, 1987; Gupta y Sharma, 1996; Ward y Duray, 2000; Dangayach y Deshmukh, 2001; Amoako -Gyampah, y Acquaaah, 2008).

2.4.1 Definiciones y conceptos

La visión tradicional sobre MS fue desarrollada por Wickham Skinner (1969) y ha sido ampliada desde entonces por muchos investigadores (Fine y Hax, 1985; Anderson *et al.*, 1989; Hayes y Pisano, 1996; Boyer y Pagell, 2000; Bates *et al.*, 2001; Dangayach y Deshmukh, 2001). Algunos de los estudios iniciales mostraron la necesidad de reconocer la ventaja competitiva que ofrece la estrategia de fabricación (Hayes y Wheelwright, 1985; Prahalad y Hamel, 1990). En este sentido, se han realizado estudios empíricos que demuestran que la MS puede contribuir a la capacidad competitiva de las empresas (Swamidass y Newell, 1987; Williams *et al.*, 1995; Gupta y Sharma, 1996; Ward y Duray, 2000). Otros estudios se han desarrollado para identificar, comprender y / o aclarar el contenido de la MS (Leong *et al.*, 1990; Vickery *et al.*, 1993; Ward *et al.*, 1994, 1996; Miller y Roth, 1994; Dangayach y Deshmukh, 2001; Frohlich y Dixon, 2001; Amoako-Gyampah, y Acquaaah, 2008).

La MS implica políticas y planes para usar los recursos de la empresa apoyando la estrategia del negocio a largo plazo. La estrategia involucra decisiones relacionadas con el diseño del proceso y de infraestructura necesarios para apoyar el proceso de manufactura. La MS puede ser vista como un parte del plan de proceso que coordina las metas operacionales con los objetivos de la organización. Dado que las metas de la organización van cambiando a lo largo del tiempo, la MS debe estar diseñada para anticiparse a las futuras necesidades.

La MS es la manera en la cual la unidad de negocio despliega sus recursos de fabricación (Hayes y Wheelwright, 1985) y usa efectivamente sus fuerzas de manufactura

para complementar la estrategia del negocio (Swamidass y Newell, 1987; Anderson *et al.*, 1989), siendo el proceso que las compañías usan 1) para desarrollar los recursos y las capacidades, creando ventajas competitivas, y 2) para alinear sus prioridades competitivas con la función de marketing.

Por lo tanto, la integración de la MS no solo implica una derivación de la estrategia de negocio sino que está diseñada de acuerdo a los recursos de la empresa. Slack y Lewis (2001) definen la MS como el patrón total de las decisiones, las cuales fundamentan las capacidades a largo plazo de cualquier tipo de operación y su contribución al conjunto de la estrategia, tomando en cuenta los requerimientos del mercado y con los recursos de operación.

Miller y Roth (1994) observan que la definición de la MS incluye dos elementos importantes, el primero es representado por la “tarea” de fabricación. La tarea de la manufactura identifica el propósito o misión de la manufactura e incluye los objetivos que deben ser alcanzados (Skinner, 1978). El segundo elemento es el “patrón de selección”, siendo la función que manufactura realiza sobre el tiempo (Miller y Roth, 1994), este debe ser consistente con la tarea de manufactura.

Se pueden distinguir dos perspectivas de la MS en la literatura: el punto de vista del mercado (*market-based view*, MBV) y el punto de vista de los recursos (*resource-based view*, RBV). El punto de vista de mercado puede ser visto desde un enfoque de la relación estructura-conducta-desempeño. En base a lo anterior, Porter (1985) diseña un modelo para analizar la posición estratégica de la empresa. Kotha and Orne (1989) utilizan este modelo de estrategias a aspectos de manufactura. Por lo tanto, la MS puede ser derivada de la estrategia de negocio descomponiendo los requerimientos del mercado a un nivel de manufactura. La Figura 2.2 ilustra la MS basada en el mercado.

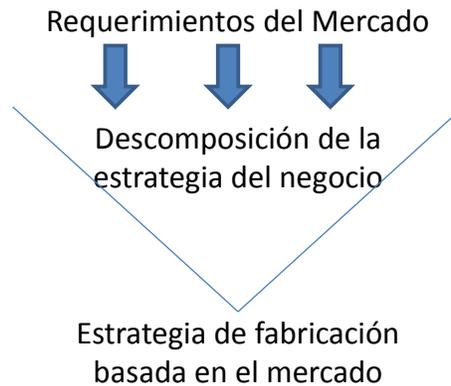


Figura 2.2 MS basada en el mercado.
Fuente: Thun (2008)

Por otra parte, la MS basada en los recursos (Wernerfelt, 1984; Penrose, 1959) puede ser definida como una MS que consiste en una secuencia de decisiones que, a lo largo del tiempo, permite a un negocio alcanzar una estructura, infraestructura y un conjunto de capacidades deseadas. Bates *et al.* (1995) describen a la MS como un diseño de manufactura funcional que estructura la adquisición y desarrollo de capacidades y recursos de manufactura, siendo estas consistentes con la innovación de procesos de manufactura que expanda a la empresa a capacidades competitivas. La manufactura basada en los recursos se describe en la Figura 2.3.

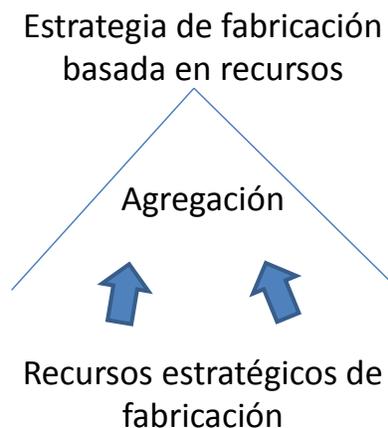


Figura 2.3 MS basada en recurso.
Fuente: Thub (2008).

En el proyecto de HPM se especifica que la MS es el proceso que utilizan las compañías para construir recursos y capacidades para crear ventajas competitivas y alinear sus prioridades competitivas con las funciones del mercado. Por lo tanto, se consideran las dos perspectivas, la de recursos y la de mercado. Las empresas deben escoger los procesos más apropiados para crear y mantener las ventajas competitivas en el mercado, desarrollar metas a corto y largo plazo para responder ante los crecientes desafíos en los mercados de productos, y adquirir recursos que cubran las necesidades de mano de obra, tecnología de procesos y tecnología de la información (Schroeder y Flynn, 2001).

2.4.2 La Estrategia de Fabricación en el proyecto HPM y otros proyectos

Diversos trabajos dentro del proyecto HPM, en sus diferentes rondas, han examinado la MS. En la Tabla 2.2 se muestra un resumen de dichos trabajos, indicando la ronda del proyecto HPM de la que proceden los datos (las diferentes rondas han sido detalladas en el apartado 1.1), el objetivo del estudio y los resultados obtenidos. A continuación, pasamos a describir brevemente las investigaciones.

Anderson y Schroeder (1991), con datos de la primera ronda, analizan la MS de forma empírica con una muestra de 53 encuestados. El estudio se centra en la relación entre la estrategia de negocio y MS, proporcionando una visión de cómo los niveles de implementación de estas estrategias se afectan mutuamente. Estos autores comprueban que existe una relación positiva entre la estrategia del negocio y la MS.

Posteriormente, Bates *et al.* (1995) realizan un análisis empírico para analizar la relación de la MS y la cultura organizacional. Estos autores concluyen que existe relación entre la MS y la cultura organizacional, y que la empresa con una MS implementada y alineada exhibe una cultura organizacional colectiva para la toma de decisiones coordinada, descentralizada y con lealtad de los trabajadores. En este sentido, nuestra investigación se enfoca en la relación empírica de la MS con otra PAP, la TM, para medir su interrelación (objetivo 4). En un estudio posterior, Bates *et al.* (2001) analizan la MS usando las escalas

de anticipación de tecnologías, comunicación de la estrategia, planificación estratégica formal, vínculo de estrategia de fabricación-estrategia empresarial y fortaleza de la estrategia. Además, discuten las dos perspectivas de la MS (MBV y RBV), analizándolas en conjunto, sin distinguir entre ellas, y enfocándose en las diferencias entre los países participantes. Estos autores sugieren implantar iniciativas de MS para mejorar el proceso de fabricación.

Por su parte, los autores que examinan la relación de la MS y el OP en el contexto de HPM han encontrado que existe una relación significativa y positiva entre ambas (Morita y Flynn, 1997; Milling *et al.*, 1999; Bates *et al.*, 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004; Devaraj *et al.*, 2001; Devaraj *et al.*, 2004; Thun, 2008; Ortega, 2008).

En esta línea, Schroeder *et al.* (2002) revisan la MS desde la perspectiva RBV. Su trabajo demuestra empíricamente que la ventaja competitiva en fabricación resulta de los equipos y procesos patentados, los cuales son manejados por el aprendizaje interno y externo de la empresa. Los autores se concentran en la relación entre la estrategia de producción basada en los recursos y el rendimiento de fabricación.

Matsui (2002) utiliza los datos de la segunda ronda del proyecto HPM para examinar el rol de los departamentos de fabricación en el desarrollo de la tecnología de procesos y productos, así como su relación con otras prácticas de manufactura. Este autor encuentra que el desarrollo de la tecnología está fuertemente influenciado por recursos humanos, TQM, sistemas de información y MS, presentando un impacto en el desempeño competitivo de las empresas.

Por su parte, Machuca *et al.* (2011) y Ortega *et al.* (2012) examinan la relación que existe entre la MS y la TM y su impacto sobre el OP para empresas de componentes de automoción. El primer trabajo muestra que, a nivel agregado, existen mayores diferencias para la MS que para la TM en plantas de rendimiento estándar (SP) y alto rendimiento (HP). Ortega *et al.* (2012) muestran que no hubo estados de desajuste entre los niveles de implementación de la MS y TM, no encontrando diferencias significativas en el OP utilizando la interacción *matching*. Por otra parte, Ortega *et al.* (2011) revisan la relación entre la MS y TM, encontrando que la MS influye en la TM y viceversa, por lo que concluyen

que cuando se implementa la MS o la TM, la otra práctica debe considerarse para obtener mayores rendimientos.

| Autor | Ronda | Objetivo | Resultados |
|--------------------------------|--------------|---|---|
| Anderson y Schroeder, 1991 | 1° | Examinar la relación entre la estrategia de negocio y la MS. | Existe relación positiva entre la estrategia del negocio y la MS. |
| Bates <i>et al.</i> , 1995 | 1° | Estudiar empíricamente la relación entre la MS y la cultura organizacional. | Existe relación entre la MS y la cultura organizacional. Además, se muestra que las empresas manufactureras con una MS implementada y alineada exhiben una cultura organizacional. |
| Morita y Flynn, 1997 | 1° | Examinar si la MS está relacionada con las mejores prácticas y el desempeño. | Muestran una relación positiva entre las mejores prácticas y el desempeño. Sin embargo, para que haya un mejor desempeño, las mejores prácticas deben implantarse completamente. |
| Milling <i>et al.</i> , 1999 | 2° | Investigar la relación entre MS y el desempeño de la planta. | La entrega a tiempo y la MS tienen una relación débil, mientras que la eficiencia en coste y la MS muestran una relación positiva. |
| Bates <i>et al.</i> , 2001 | 2° | Analizar las dimensiones de la MS en sus dos perspectivas (MBV y RBV). | Importancia del compromiso a largo plazo y una estrategia enfocada a la manufactura. Sugieren implantar iniciativas de MS para mejorar el proceso de fabricación. |
| Schroeder <i>et al.</i> , 2002 | 2° | Examinar la MS desde la perspectiva de la teoría de recursos de la empresa. Se explora el rol de los recursos y capacidades de las plantas de fabricación que no se pueden copiar tan fácilmente. | La implicación es que los recursos, tales como equipos estándares y empleados con competencias genéricas que se pueden obtener en el mercado, no son tan eficaces en el logro de altos niveles de rendimiento de la planta, ya que los competidores los pueden adquirir fácilmente. |
| Ketokivi y Schroeder, 2004 | 2° | Tener un mejor entendimiento del argumento estratégico de contingencia en estudios de MS. | Muestran que las mejores prácticas y los argumentos de contingencia tienen influencia para explicar el rendimiento operacional, siendo que el argumento de contingencia tiene un mayor impacto. |
| Devaraj <i>et al.</i> , 2001 | 2° | Estudio empírico comparativo de dos tipologías basadas en configuración: matriz proceso-producto y el modelo genérico de la MS con el desempeño de la empresa. | Indican que el modelo genérico MS están relacionado con varias medidas del desempeño tales como coste, tiempo de ciclo/inventarios, calidad e innovación. |

| | | | |
|----------------------|----|--|---|
| Matsui, 2002 | 2° | Se enfoca en el rol de los departamentos de fabricación en el desarrollo de tecnología de procesos y productos, con su relación con otros campos de gestión de producción. | Usando el análisis canónico demuestra que involucrarse en el desarrollo de la tecnología está fuertemente influenciado por recursos humanos, TQM, sistemas de información y MS, representando un rol decisivo en el desempeño competitivo de las plantas de manufactura. |
| Devaraj et al., 2004 | 2° | Examinar el efecto de ajuste entre MS y los objetivos de manufactura para mejorar el desempeño de la empresa. | Un análisis de estimación simultánea revela relaciones significativas entre MS y el desempeño operacional. |
| Thun, 2008 | 3° | El propósito de este artículo es cerrar la brecha entre enfoques teóricos y estudios empíricos acerca de la MS. | Muestra que la implementación general de la MS mejora el desempeño y competitividad de la muestra de empresas de electrónica, componentes de automoción y maquinaria. |
| Ortega, 2008 | 3° | Tesis doctoral que estudia la interrelación de MS y TM y su efecto sobre el OP en sector de componentes para automoción. | Encuentra que existe una relación positiva entre la MS y TM y el efecto sobre el OP, a pesar de que los niveles de implementación de las dos PAP y el OP son muy parecidos entre plantas HP y SP. |
| Machuca et al., 2011 | 3° | Investigar en plantas de componentes de automoción la relación entre MS y la TM y su efecto sobre OP, asimismo, en presencia de variables contextuales. | Sugieren que sólo hay diferencias muy pequeñas entre las plantas de rendimiento alto y estándar en el nivel agregado de la TM. Por otro lado, en los niveles agregados, hay mayores diferencias para la MS que para la TM en ambos tipos de plantas, resultando mayores diferencias en el OP. |
| Ortega et al., 2011 | 3° | Examinar la relación entre la MS y TM y su efecto combinado en el OP en el sector de componentes de automoción. | Muestran que la MS tiene impacto en la TM y viceversa, siendo que la implementación de MS o TM, la otra debe ser considerada para operar efectivamente. |
| Ortega et al., 2012 | 3° | Examinar el ajuste interacción entre MS y TM y el enlace con el OP en el sector de componentes de automoción | Muestran que no hubo estados de desajuste entre los niveles de implementación de las dos prácticas de fabricación. Esto significa que no hay diferencias significativas en el rendimiento al utilizar la interacción <i>matching</i> . |

Tabla 3.2 Estudios sobre la MS y OP en el proyecto HPM.

De la revisión de los trabajos que se han realizado en el proyecto de HPM, se observa que la mayoría examina la relación de la MS y el OP en los tres sectores industriales en conjunto, mostrando un impacto positivo de la MS al OP. Sin embargo, son pocos autores que se han enfocado en revisar la relación de la MS y la TM en el OP por sector industrial (por ejemplo, Machuca *et al.*, 2001 y Ortega *et al.*, 2012 que los hacen para el sector de automoción) y no existe un estudio que se haya hecho por separado para los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (en lo que se centra la presente tesis doctoral).

La relación entre la MS y el OP también ha sido tratada en estudios fuera del proyecto de HPM. En la Tabla 2.3 resumimos los principales trabajos encontrados, que describimos a continuación.

Los estudios de Ward *et al.* (1995) y Badri *et al.* (2000) utilizan el *path analysis* para estudiar el efecto del ambiente sobre la MS y el desempeño en empresas de Singapur y Emiratos Árabes Unidos. Los dos estudios coinciden en que los factores ambientales, tales como disponibilidad de personal, hostilidad competitiva y dinamismo del mercado, tienen una relación fuerte con la selección de la MS. Badri *et al.* (2000) incluyen dos factores adicionales, leyes y regulaciones gubernamentales e intereses políticos, los cuales también afectan a la selección de la MS. Chin-Fu (1996) utiliza el *path analysis* para demostrar que la incertidumbre del entorno y el riesgo están influenciados por la MS, que impacta en el OP. Por su parte, Sonntag (2003) presenta un modelo de MS para explicar cómo las empresas se adaptan a entornos de cambios tecnológicos, siendo que la MS tiene una relación crítica con el ambiente de la empresa. Estos estudios nos ayudaran a comparar si, en ambientes industriales diferentes, la MS se comporta de la misma manera o no, lo cual retomamos en el capítulo 6 (objetivo 6).

Youndt *et al.* (1996) examinan la relación entre los recursos humanos y el desempeño teniendo como moderador a la MS. Para esto utiliza dos perspectivas, la universal y la de contingencia. Los resultados muestran que un sistema de recursos humanos enfocado en la mejora del capital humano está directamente relacionado con varias dimensiones del OP (por ejemplo, productividad laboral, eficiencia en la maquinaria y alineación con el cliente). La

MS, como variable moderadora, afecta positivamente a la relación entre recursos humanos y OP. Por su parte, Ward y Duray (2000) evalúan el efecto mediador de la MS en la relación entre la estrategia competitiva y el OP, encontrando un efecto positivo significativo. Estos estudios muestran el efecto moderador o mediador de la MS en la relación de una práctica y el OP, lo que implica la importancia de medir estos efectos en el desempeño de la empresa. Es por ello que incluimos en la presente tesis doctoral medir el efecto de la interacción de MS y TM sobre OP en las industrias de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (objetivo 5).

Por otra parte, los autores que investigan la relación entre la MS y el OP en diferentes industrias (Williams *et al.*, 1995; Amoako-Gyampah y Acquah, 2008; Corbett, 2008; Rose *et al.*, 2008; Oltra y Flor, 2010; da Silveira y Sousa, 2010), han encontrado que la MS se relaciona e impacta positivamente con el OP. Estos estudios se han realizado en diferentes tipos de industrias y países, y coinciden con los resultados que se han obtenido en el proyecto de HPM. Sin embargo, no hemos encontrado hasta el momento un estudio que relacione la conexión entre la MS y la TM y su efecto en OP en sectores específicos como bienes de equipo/maquinaria o electrónica en ambientes globales, lo cual se analiza en la presente investigación (objetivo 3).

| Autor | Datos | Objetivos | Resultados |
|-------------------------------|--|---|---|
| Ward <i>et al.</i> , 1995 | 319 empresas de diferentes industrias en Singapur. | Utiliza el <i>path analysis</i> para estudiar el efecto del ambiente sobre la selección de la MS y el desempeño en empresas de Singapur. | Identifica una relación fuerte entre los factores ambientales y la selección de MS. |
| Williams <i>et al.</i> , 1995 | 85 empresas de telas. | Investigar la relación entre la MS, estrategia del negocio y el desempeño en la industria de telas. | Encontraron una relación significativa entre la MS y el desempeño de la organización. |
| Chin-Fu, 1996 | 75 empresas de manufactura. | Contribuir al desarrollo de la teoría de la MS mediante el modelo <i>path analysis</i> la cual describe una relación secuencial entre incertidumbre, riesgo, MS y OP. | Muestra que la incertidumbre del entorno y el riesgo están influenciados por la MS. Además, la MS influye en el OP. |
| Youndt <i>et al.</i> , 1996 | 97 plantas de metalúrgica. | Examinar el comportamiento de dos perspectivas, universal y de | Muestra que un sistema de recursos humanos enfocado |

| | | | |
|-------------------------------|--|--|---|
| | | contingencia, en la relación de recursos humanos y el desempeño en un ambiente de manufactura. | en la mejora del capital humano está directamente relacionado con varias dimensiones del OP. Así mismo, la MS modera positivamente la relación de HR y el desempeño. |
| Badri <i>et al.</i> , 2000 | 70 empresas de manufactura en los Emiratos Árabes Unidos. | Utilizan el modelo propuesto por Ward et al. (1995) para estudiar el efecto del ambiente sobre la selección de MS y el desempeño en empresas de manufactura en los Emiratos Árabes Unidos. | Identifican relaciones fuertes entre factores ambientales con la selección de la MS. |
| Ward y Duray, 2000 | 101 empresas de fabricación de productos de metal, dispositivos eléctricos y controles electrónicos de EEUU. | Evaluar el efecto mediador de la MS en la relación de la estrategia competitiva-OP. | Encontraron que la relación entre la estrategia competitiva y el desempeño es mediada por la MS. |
| Sonntag, 2003 | 21 entrevistas con usuarios, proveedores y empresas de la tecnología de los países de la Unión Europea. | El artículo presenta un modelo de MS para explicar cómo las empresas se adaptan a los cambios tecnológicos y cuál es la fuente de ese cambio. | Indica que el modelo de MS forma una relación crítica no solo con la habilidad para adaptarse al cambio de las empresas, sino también en su habilidad para conocer la forma de su futuro. |
| Amoako-Gyampah y Acquah, 2008 | 126 empresas de manufactura en Ghana. | Examinar la relación entre la MS y la estrategia competitiva y su influencia sobre el desempeño. | Encontraron relaciones significativas y positivas entre la estrategia competitiva y la MS. Los resultados también indican que la calidad es el único componente de la MS que influye en el desempeño. |
| Corbett, 2008 | 10 empresas de tecnología en Nueva Zelanda. | Analizar la estabilidad de la MS y el énfasis puesto en las iniciativas de mejora y el impacto que estas decisiones tienen con el OP. | Muestra que las configuraciones de estrategia no son estables y muchas empresas se trasladan hacia una configuración basada en el precio. Las empresas más exitosas ponen mayores inversiones en categorías de infraestructura de su MS-RBV. Las mediciones de OP mostraron cierta mejoría en |

| | | | |
|---------------------------|--|---|---|
| | | | los costes de fabricación, pero otros indicadores no mostraron un patrón real. |
| Rose <i>et al.</i> , 2008 | 121 empresas eléctricas y electrónicas en Malasia. | Investigar el efecto de la MS sobre el desempeño organizacional en el sector de eléctrica y electrónica en Malasia. | Indica que la estrategia basada en costes afecta al desempeño en las organizaciones estudiadas. |
| Oltra y Flor, 2010 | 76 empresas españolas de cerámica. | Examinar desde la perspectiva de contingencia la influencia de la estrategia del negocio sobre la relación entre MS y los resultados del negocio. | Existe efecto de moderación de la estrategia del negocio sobre la relación entre MS y los resultados de la empresa. |
| da Silveira y Sousa, 2010 | Productos de metal, maquinaria, dispositivos eléctricos, equipo de transporte, equipos de medición y control | Examinar la relación de ajuste entre la mejora del desempeño y la MS con la base de datos del proyecto IMSS. | Indican que la capacidad de aprendizaje y las mejores prácticas se relacionan positivamente con mejoras de rendimiento en la calidad, flexibilidad y fiabilidad, mientras que el ajuste interno parece estar relacionada negativamente con mejoras de flexibilidad. |

Tabla 4.3 Estudios sobre la MS y OP fuera del proyecto HPM.

2.5 GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA (TM)

Actualmente, la TM juega un papel importante en la manera de competir de las empresas dada la competencia global, los rápidos cambios y el incremento de la complejidad e incertidumbre (Bettis y Hitt, 1995; Yeung *et al.*, 2005; Galán y Sánchez-Bueno, 2009). Por ejemplo, los avances en las tecnologías de la información y la comunicación han cambiado la forma de gestionar las empresas y, por supuesto, la gestión de la fabricación, pues las fuentes de ventaja competitiva pueden derivarse de consolidar tecnologías y destrezas de producción en las competencias fundamentales, más que de generar productos que la competencia no anticipa (Chandler, 1962; Prahalad y Hamel, 1990). De acuerdo con ello, las decisiones más importantes de producción de una planta deben tomarse para mejorar la base

elegida de ventaja competitiva (Hayes *et al.*, 1988; Garvin, 1993, Mallick y Schroeder, 2005; Yeung *et al.*, 2005). La implementación de la tecnología de producción/procesos figura como decisión importante en fabricación, ya que supone una parte trascendental en la competitividad de la empresa (Leong *et al.*, 1990; Maruchek *et al.*, 1990).

2.5.1 Definiciones y conceptos

La tecnología “se refiere a la suma total de conocimientos de los que disponemos sobre la manera de hacer las cosas, e incluye eventos, técnicas, diseño, producción, procesos y tareas” (Koontz, 2004). Esta variable, según los estudios realizados por los teóricos contingentes, influye directamente en la base operativa de la empresa, la división del trabajo, conformación de jerarquías y los procesos funcionales, los cuales varían según el tipo de organización. Actualmente, los adelantos tecnológicos aumentan de manera constante, y estos causan cambios en los productos, procesos y técnicas administrativas. Para incorporar y aprovechar los adelantos tecnológicos y gestionar la tecnología, la industria debe aceptar dos realidades (Divan y Chakaborty, 1991; Sipper y Bulfin, 1998):

- Los avances son importantes e incluyen un cambio de capital y en las habilidades complementarias.
- Los avances requieren de manera inherente un compromiso con el cambio continuo.

Tradicionalmente, la tecnología abarca los productos de la fábrica –tecnología de productos- y procesos de manufactura –tecnología de procesos o tecnología de manufactura. Hoy en día, un tercer aspecto se hace presente y gana cada vez más importancia: tecnologías de la información (TI). Integrar estas tecnologías en las prácticas de una empresa influye en la competitividad de la empresa (Maier y Schroeder, 2001). A continuación describiremos estos tipos de tecnología.

- **Tecnologías de productos:** incluye varios aspectos importantes. En primer lugar, la planificación del producto es necesaria para conocer las necesidades del consumidor

y para definir las características y desempeño del producto. Si el consumidor no está conforme con el producto, este es muy propenso a no comprar el producto en el futuro. Adicionalmente, la tecnología de productos tiene un fuerte impacto en varios aspectos, incluyendo calidad, desempeño, productividad y potencial de la planta para modificar su producto a las necesidades del consumidor. Mientras mejores sean los productos de la compañía, mejores y más grandes serán las ventajas competitivas. El objetivo de gestionar la tecnología es, entonces, incrementar la habilidad de la misma para introducir nuevos productos más frecuentemente y más rápido que sus competidores a costes competitivos (Maier y Schroeder, 2001).

- **Tecnologías de manufactura:** se define como el equipamiento y los procesos usados para fabricar el producto. Muchas veces, la presencia de una tecnología patentada trae consigo numerosas ventajas competitivas. La importancia de la tecnología patentada o no patentada, no debe ser subestimada. La anticipación le puede dar a la fábrica ventajas competitivas en virtud de dar un salto sobre sus competidores. Cada vez más industrias, que tradicionalmente se percibían como de baja tecnología, cambian a la alta tecnología. Por ejemplo, la industria del zapato es cada vez más compleja con una alta inversión en investigación y desarrollo y procesos automatizados (Sipper y Bulfin, 1998). También hay aspectos “*soft*” en la tecnología de manufactura que pueden permitir alcanzar una manufactura de alto rendimiento. Estos incluyen trabajar con proveedores para desarrollar nuevas tecnologías y cooperación funcional-cruzada dentro de la compañía. Cuando los proveedores son incluidos con antelación en el proceso de desarrollo, pueden sugerir nuevas maneras de hacer componentes y partes. Sus sugerencias pueden alterar el diseño del producto o, incluso, alterar el diseño de los procesos de manufactura. Un alto grado de cooperación interna, a través del diseño de cooperación-cruzada, es también necesaria para alcanzar ventas en los procesos de manufactura o de equipamiento. La cooperación-cruzada ayuda a definir de manera más clara los requerimientos de manufactura durante el equipamiento o durante el proceso de desarrollo (Maier y Schroeder, 2001).

- **Tecnologías de la información (IT):** es la base de muchos conceptos directamente relacionados con la manufactura a nivel de la fábrica. La manufactura integrada por computadora (CIM), con sus componentes de ingeniería asistida por ordenador (CAE), diseño asistido por ordenador (CAD), manufactura asistida por ordenador (CAM) y la planificación de procesos asistido por ordenador (CAPP) no existirían sin ordenador y tecnologías de la información. Los procesos de comunicación pueden ser acelerados y los sistemas de planificación pueden ser mejorados a través de la mejora en el acceso y disponibilidad de la información (Maier y Schroeder, 2001). El éxito en la aplicación de las IT requiere cambios en la estructura organizacional y en la gestión. La tecnología de la información es un elemento crítico de la recreación/redefinición de las organizaciones porque permite la eficacia en la distribución del poder, funciones, y control. Por lo tanto, el avance en el uso de IT requiere mejoramiento continuo y está caracterizado por liderazgo, visión y el proceso organizacional (Forza *et al.*, 2001).

2.5.2 La Gestión de la Tecnología en el proyecto HPM y otros proyectos

Hemos descrito la tecnología en el epígrafe anterior como el conjunto de tecnologías de productos, manufactura e información que deben estar integradas para mejorar el desempeño competitivo. Sin embargo, en el proyecto HPM la TM se ha integrado con la tecnología de productos y manufactura con el fin de considerar tanto los aspectos de hardware, como los humanos y organizacionales que se usan en la operativa de la empresa. La tecnología de información se ha definido como una PAP aparte debido a la importancia que ha cobrado en el desempeño de la empresa en los últimos años. Así pues, hemos revisado los estudios, tanto dentro como fuera del marco del proyecto de HPM, que se enfocan en la relación de la TM y el OP. En la Tabla 2.4, se muestran los principales estudios que relacionan la TM con el OP en el contexto del proyecto de HPM, mostrando los autores, la ronda, el objetivo y el resultado del estudio.

De acuerdo a la investigación previa del proyecto HPM, la TM puede mejorar el OP (Flynn y Flynn, 1999; Maier y Schroeder, 2001). Además, existe cierto apoyo empírico para esta afirmación, aunque se demanda mayor investigación. Así, Bates y Flynn (1995) han encontrado altos rendimientos de producción por el uso de innovaciones tecnológicas. Ahmad y Schroeder (2001) revisan el impacto del EDI sobre el desempeño en la entrega, considerando factores contextuales como es la diversidad de productos, personalización de productos, tamaño de la organización e inestabilidad de la producción. Los resultados muestran que el uso del EDI está relacionado significativamente con el desempeño en la entrega, aún en presencia de factores contextuales tales como inestabilidad de fabricación, diversidad de productos y personalización de productos, pero no existe efecto alguno con el tamaño de la organización. Sin embargo, Machuca *et al.* (2011) encontraron que, en las empresas de componentes de automoción, la TM no guarda una relación significativa con el OP, ni siquiera considerando ciertas variables de control como el tamaño de la planta o la utilización de la capacidad. Por su parte, Ortega *et al.* (2012) muestran que en la interacción de la MS y la TM no hay diferencias significativas con el OP.

Los resultados obtenidos de la búsqueda de la relación de la TM y el OP en el proyecto de HPM muestran que son pocos los estudios sobre el tema, faltando más investigación que examine la relación de la TM con la OP y con otras PAP utilizando diferentes modelos de ajuste, justificando los objetivos 3, 4 y 5.

| Autor | Ronda | Objetivos | Resultados |
|---------------------|-------|---|---|
| Bates y Flynn, 1995 | 1° | El artículo se enfoca en revisar los diferentes patrones de adopción de la innovación en fabricación para tener altos niveles de competitividad | Los resultados confirman la importancia de tener implantada una estrategia de innovación para alcanzar una ventaja competitiva. |
| Flynn y Flynn, 1999 | 2° | El modelo de procesamiento de información de Galbraith (1973, 1977) es aplicado al ambiente de manufactura para evaluar el rol de varias alternativas de procesamiento de información en ambientes complejos. | Encuentran que en un ambiente de complejidad, el procesamiento de información está relacionado con la mejora del OP. |

| | | | |
|------------------------------|----|--|---|
| Ahmad y Schroeder, 2001 | 2° | Revisar el impacto del intercambio externo de datos sobre el desempeño en la entrega, considerando factores contextuales como es la diversidad de productos, personalización de productos, tamaño de la organización e inestabilidad de la producción. | Indican que el uso del EDI están relacionados significativamente con el desempeño en la entrega asimismo en presencia de factores contextuales tales como inestabilidad de fabricación, diversidad de productos, personalización de productos; y sin efecto con el tamaño de la organización. |
| Maier y Schoerder, 2001 | 2° | Revisar la TM en el marco del proyecto de HPM y su impacto en el desempeño competitivo. | Indican que la introducción de tecnología, anticipación de nuevas tecnologías e implementación eficaz son la clave para mejorar el desempeño competitivo. Concluyen que la TM tiene un papel importante para alcanzar la manufactura de alto desempeño. |
| Matsui, 2002 | 2° | Se enfoca en el rol de los departamentos de fabricación en el desarrollo de tecnología de procesos y productos, con su relación con otros campos de gestión de producción. | Usando el análisis canónico demuestra que involucrar en el desarrollo de la tecnología está fuertemente influenciado por la gestión del recurso humano, sistemas de información, gestión de la calidad y MS, representando un rol decisivo en el desempeño competitivo de las plantas de manufactura. |
| Ortega, 2008 | 3° | Tesis doctoral que estudia la interrelación de MS y TM y su efecto sobre el OP en sector de componentes para automoción. | Encuentra que existe una relación positiva entre la MS y TM y el efecto sobre el OP, a pesar que los niveles de implementación de las dos PAP y el OP son muy parecidos entre plantas HP y SP. |
| Machuca <i>et al.</i> , 2011 | 3° | Investigar la relación entre MS y la tecnología y su efecto sobre OP, asimismo en presencia de variables contextuales en plantas de componentes de automoción. | Sugieren que sólo hay diferencias muy pequeñas entre las plantas de desempeño alto y estándar en el nivel agregado de TM. Por otro lado, la TM no guarda mayores diferencias en el OP. |
| Ortega <i>et al.</i> , 2012 | 3° | Examinar el ajuste interacción entre MS y TM y el enlace con el OP en el sector de componentes de automoción | Muestran que no hubo estados de desajuste entre los niveles de las dos prácticas de fabricación. Esto significa que no hay diferencias significativas en el rendimiento al utilizar la interacción <i>matching</i> . |

Tabla 5.4 Estudios sobre la TM y la OP en el proyecto HPM.

También se revisaron estudios que examinan la relación de la TM y el OP fuera del proyecto de HPM. El resumen de los estudios se muestra en la Tabla 2.5. Algunos investigadores han encontrado efectos directos positivos y significativos de la AMT

(*Advanced Manufacturing Technologies*) en medidas del OP, tales como la productividad, la calidad y la flexibilidad (Boyer *et al.*, 1996; Tsai, 2004; Raymond, 2005). Das y Narasimhan (2001) investigan el ajuste entre el ambiente de procesos y AMT, y su impacto sobre el desempeño operacional y del negocio. Los resultados de su estudio muestran que diferentes ambientes de procesos tienden a alinear la inversión en AMT con distintos perfiles, que se asocian con un rendimiento superior. El incumplimiento de estos perfiles "ideales" demuestra que tienen un impacto negativo en el OP.

Sin embargo, existe literatura que presenta apoyo empírico en sentido contrario, esto es, que la tecnología no influencia el OP (Beaumont y Schroeder, 1997; Boyer *et al.*, 1997; Swamidass y Kotha, 1998; Cagliano y Spina, 2000; Das y Jayaram, 2003). Por ejemplo, Das y Jayaram (2003) resumen un total de 17 publicaciones en las que se sostiene que no existe una relación significativamente positiva entre la tecnología y el rendimiento. Es más, en la relación de la tecnología con la dimensión flexibilidad del rendimiento, se encuentra evidencia contradictoria (Boyer *et al.*, 1997). Algunos investigadores atribuyen este patrón de resultados no concluyentes o variables a la influencia de factores de contingencia, como el tamaño de la planta, el tipo de proceso de fabricación, métodos de organización del trabajo y la estrategia competitiva (Swamidass y Kotha, 1998; Cagliano y Spina, 2000).

Esta discrepancia entre si la tecnología afecta o no el desempeño de operaciones puede ser debida a los diferentes ambientes de proceso de manufactura que configuran las iniciativas basadas en tecnología. El alineamiento o falta de este, entre el ambiente de proceso y la inversión en tecnología, pueden ser determinantes en el OP (Das and Narasimhan, 2001). Las tecnologías y prácticas de manufactura, como el uso de CAE, CAD o la modularización en el diseño, se asocian con la mejora del OP en sistemas *job-shop* y líneas de ensamble. La empresas tienen un desempeño superior en fabricación dadas las sinergias implícitas en la inversión en tecnología (Das and Narasimhan, 2001). Así pues, en la literatura revisada no es contundente la relación de la tecnología y el desempeño, más aún está dispersa en los resultados obtenidos, por lo que nace la necesidad de investigar con mayor profundidad la relación de la TM con el OP en diferentes contextos industriales. En este sentido, nuestro

estudio examina la relación de la TM y la MS sobre el OP en diferentes contexto industriales, buscando aportar nuevas evidencias empíricas en el tema (objetivo 3).

Por su parte, Tracey et al. (1999) proponen que las organizaciones que invierten en AMT y desarrollan mecanismos para que participe la gerencia en la formulación de la estrategia, tendrán mejores capacidades competitivas y un alto desempeño que aquellas empresas que no lo hacen. Aw y Batra (1998) analizan la relación entre las capacidades tecnológicas y la eficiencia en empresas de manufactura de Taiwan, y concluyen que la eficiencia de las empresas está positivamente correlacionada con las capacidades tecnológicas. Acha (2000) usa las variables de gasto en I&D, publicaciones y patentes como promotores de las capacidades de tecnología para la relación que guarda está en el desempeño de operaciones en la industria petrolera. Este autor encontró que existe una relación positiva entre las capacidades de tecnología de la empresa y el desempeño. Schoenecker y Swanson (2002) utilizan algunos indicadores de las capacidades de tecnología, tales como gastos en I&D, patentes y otras estadísticas, en la introducción de nuevos productos. Ellos concluyen que las capacidades tecnológicas para su muestra de industrias de la química, electrónica y farmacéutica tienen efectos positivos tanto en el crecimiento de ventas como en el OP.

Algunos estudios se han enfocado en investigar la relación de la estrategia y la tecnología y su posible efecto sobre el desempeño (Dean y Snell, 1996; Kotha y Swamidass, 2000; Parker, 2000; Congden, 2005; Liu y Barrar, 2009). Los resultados obtenidos han sido similares encontrando cierto ajuste entre la estrategia y la tecnología y el impacto en la mejora del desempeño. Por ejemplo, Liu y Barrar (2009) encontraron que la integración, la orientación al mercado y el liderazgo en tecnología están asociados positivamente con los índices financieros de las empresas. Destacan que la integración tiene la más alta correlación con índices financieros y operacionales. Muestran que las compañías con una integración con la estrategia-tecnología impactaban en índices tanto financieros como operacionales. El rol de la tecnología en la estrategia, se asocia a la inversión en tecnologías basadas en computadora para implementar la estrategia del negocio y coordinar las diferentes funciones dentro de la empresa. Basados en lo anterior, nuestra investigación la interrelación de la MS y TM en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (objetivo 4).

| Autor | Datos | Objetivos | Resultados |
|-----------------------------|--|---|---|
| Boyer <i>et al.</i> , 1996 | 202 empresas metalúrgicas | Examina si la inversión en AMT (sistemas de manufactura flexibles (FMS), diseño asistido por computadora (CAD),...) mejoran el desempeño. | Sugieren que existen una interacción importante entre la AMT y la inversión en infraestructura, y que el desempeño mejora en aquellas firmas que implantan ambas en lugar de una sola. |
| Dean y Shell, 1996 | 512 empresas metalúrgicas | El estudio se basa en si técnicas, como la tecnología avanzada de manufactura, TQM y JIT influye en el desempeño y en la competitividad de empresas de manufactura. | El uso de técnicas integradas de manufactura influyen en el desempeño y pueden aumentar o disminuir por el efecto de moderación del ambiente competitivo o la MS. |
| Beaumont y Schroeder, 1997 | Empresas de Manufactura en Australia | Examina empíricamente la relación entre ATM, el OP y el rendimiento empresarial entre los fabricantes australianos. | Encuentran una relación indeterminada entre AMT y desempeño. |
| Boyer <i>et al.</i> , 1997 | 202 empresas de alta inversión en tecnología | Examina si la inversión en AMT mejora el desempeño | La interacción de AMT y programas de infraestructura se relacionan significativamente con el desempeño de la empresa, aunque no con la flexibilidad. |
| Aw y Batra, 1998 | 10 Empresas de manufactura en Taiwan | Analizan la relación entre las capacidades tecnológicas y la eficiencia en empresas de manufactura de Taiwan. | Sugieren que la eficiencia de las empresas está positivamente correlacionada con las capacidades tecnológicas. |
| Swamidass y Kotha 1998 | 160 Empresas de manufactura de EEUU. | Examina la relación entre las variables de uso de AMT, tamaño de la empresa y desempeño. | El uso de AMT no muestra ningún impacto directo en los resultados empresariales. El tamaño de la empresa modera débilmente la relación AMT en el desempeño. |
| Tracey <i>et al.</i> , 1999 | 50 empresas de manufactura en EEUU. | Este estudio propone que las organizaciones que invierten en AMT y desarrollan mecanismos para que participe la gerencia en la formulación de la estrategia tendrán mejores capacidades competitivas y un alto desempeño que aquellas empresas que no lo hacen. | El análisis lineal estructural muestra que las relaciones entre la tecnología de manufactura y la formulación de la estrategia y sus capacidades competitivas son altamente significativas y positivas. |
| Acha, 2000 | Industria petrolera | Usa las variables de gasto en I&D, publicaciones y patentes como promotores de las capacidades de tecnología para | Existe una relación positiva entre las capacidades de tecnología de la empresa y el desempeño. |

| | | | |
|----------------------------|--|--|--|
| | | la relación que guarda está en el OP. | |
| Cagliano y Spina 2000 | 392 empresas de manufactura | Investigan la relación del uso y efectividad de varias tecnologías con el OP. | AMT per se no resulta en un OP superior. |
| Kotha, y Swamidass, 2000 | 160 empresas de manufactura de EEUU | Investigan las complejas relaciones entre la estrategia, AMT y el desempeño. | Encuentran un ajuste entre estrategia y AMT y que está asociado con un rendimiento superior. |
| Parker, 2000 | 78 empresas de telecomunicaciones | Este estudio explora la interacción entre la estrategia y la tecnología y su impacto sobre el desempeño organizacional. | Los resultados de la interacción entre la estrategia y la tecnología afectan el desempeño. |
| Das y Narasimhan, 2001 | 322 plantas del SIC 34-38 en EEUU. | Este estudio investiga el ajuste entre el ambiente de procesos y AMT, y su impacto sobre el desempeño operacional y del negocio. | Muestran que diferentes ambientes de procesos tienden a alinear la inversión en AMT con distintos perfiles, que se asocian con un rendimiento superior. El incumplimiento de estos perfiles "ideales" demuestra que tienen un impacto negativo en el OP. |
| Schoencker y Swanson, 2002 | 89 empresas de química, electrónica y farmacéutica, en EEUU. | Utiliza algunos indicadores de las capacidades de tecnología, tales como gastos en I&D, patentes y otras estadísticas, en la introducción de nuevos productos. | Concluyen que las capacidades tecnológicas tienen efectos positivos tanto en el crecimiento de ventas como en el OP. |
| Das y Jayaram, 2003 | 309 empresas del SIC 34-38 en EEUU. | Evalúa un conjunto de variables contingentes que influyen la relación de AMT-OP | Indican que las prácticas de <i>lean manufacturing</i> y organización del trabajo son las variables contingentes primarias que afectan la relación de AMT-OP. |
| Tsai, 2004 | 45 empresas de electrónica en Taiwan. | Examina el impacto de la capacidad tecnológica sobre el desempeño de la empresa. | El estudio sugiere que la capacidad tecnológica de la empresa tiene un efecto significativo sobre la mejora de la productividad y el desempeño en empresas de electrónica en Taiwan. |
| Congden, 2005 | 399 empresas metal-maquinaria | Este estudio evalúa el ajuste entre estrategia y tecnología y su impacto en la mejora del desempeño. | Existe ajuste entre la estrategia y la tecnología para tener mayores beneficios. |

| | | | |
|--------------------|---------------------------------------|--|--|
| Raymond, 2005 | 118 empresas de manufactura en Canadá | Examina el ajuste o alineación entre los factores críticos de éxito de la gestión de operaciones (CSF) en SME y su grado de implementación de AMT. | El estudio encontró que mientras se incrementa el nivel de implantación de CSF y AMT tiene impacto directo en la OP, y disminuye significativamente con el desajuste de ambas. |
| Liu y Barrar, 2009 | 355 empresas de manufactura de UK | Evalúa el posible efecto de la integración de la estrategia-tecnología sobre el desempeño. | Las compañías con la integración de estrategia-tecnología muestran mejor desempeño financiero y operacional. |

Tabla 6.5 Estudios sobre la TM y OP fuera del proyecto HPM.

2.6 LA ESTRATEGIA DE FABRICACIÓN Y LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

2.6.1 La relación entre la MS y la TM

La alineación de la fabricación con la estrategia de negocio requiere de habilidad y experiencia en el proceso y en las maneras en las que los desarrollos tecnológicos afectan a esos procesos, así como también de un entendimiento de las iniciativas estratégicas en los mercados de productos. Como consecuencia, manufacturas con alto rendimiento tendrán que adoptar e implementar operaciones de innovación de procesos de manera frecuente y rápida. Las plantas deben obtener la excelencia en múltiples dimensiones de desarrollo de manufactura, pero, más importante, deben tener la capacidad de ser los mejores de manera rápida junto con cualquier otra dimensión de desarrollo de manufactura que la situación de la competencia demande. Asimismo, la tecnología debe ser integrada con la estrategia para maximizar los beneficios y generar ventajas competitivas (Stacey y Ashton, 1990; Schroeder, 1990). El desarrollo de ventajas competitivas usando solamente la tecnología es improbable que sea sostenible. Las tecnologías también son las armas de la competencia, por lo tanto, tienen que ser ajustadas efectivamente a las estrategias de mercado y de manufactura (Clark, 1989; Werther *et al.*, 1994).

En la literatura encontramos estudios que exploran la relación de la tecnología con la estrategia del negocio (Maidique, 1988; Zahra y Covin, 1993; Parker, 2000; Croteau y Bergeron, 2001). Tales estudios proponen modelos integradores que describen los ajustes

entre varias dimensiones de la tecnología y la estrategia del negocio, pero no muestran empíricamente si existe alguna relación con la MS, dado que su enfoque se dirige más hacia la estrategia del negocio. Por ejemplo, Parker (2000) estudia la interacción dinámica entre la estrategia y la tecnología y su relación con el desempeño organizacional. Este autor encuentra que existe relación positiva entre la estrategia y la tecnología, identificando que la estrategia modera la relación entre la tecnología y el desempeño organizacional.

Los resultados de Matsui (2002) revelan que involucrar al departamento de manufactura en el desarrollo de la tecnología, acompañada por una sofisticada MS, debe ser la mayor razón de porque algunas manufacturas japonesas han ganado ventajas competitivas a nivel global.

Algunos estudios en MS argumentan que el tipo de proceso de producción y la tecnología deben ser consistentes con las características del producto que será elaborado y las prioridades de la competencia de la empresa (Hill, 1993; Hayes y Wheelwright, 1985; Voss *et al.*, 2001). Una forma en la que la tecnología afecta a la función de manufactura es a través de la automatización de las actividades de planificación y control, tales como el manejo de materiales (Wheelwright, 1984). Anderson *et al.* (1989) apoyan este argumento. Fine y Hax (1985) señalan que el impacto sobre los sistemas de planificación y control de producción se manifiestan a través de políticas de operaciones, líneas de autoridad y responsabilidad, y las actividades de administración de materiales, planificación de la producción y programación y control.

Claramente, la MS de una organización y su ajuste con la estrategia del negocio impactará sobre la selección de la tecnología (Nemetz y Fry, 1988; Swamidass y Newell, 1987). Empresas con una sólida MS pondrán mayor énfasis sobre el desarrollo de procesos y tendrán un fuerte enfoque en el desarrollo del producto (Co *et al.*, 1998; Sambasivarao y Deshmukh, 1995).

También se ha encontrado que las diferencias en las prácticas de tecnología en diferentes plantas podrían ser explicada en gran medida por la dirección estratégica de la planta. Adicionalmente, los países en los cuales una planta opera y la orientación en procesos,

también proveen una explicación de las diferentes prácticas de tecnología (McKone and Schroeder, 2002).

La investigación sugiere que cuando la MS se ajusta bien con la estrategia del negocio, las plantas ponen más énfasis en la tecnología y tienen un enfoque bien definido del desarrollo de la tecnología. Cuando el ajuste de la estrategia está identificado entre el negocio y la organización de manufactura, las plantas pueden justificar la tecnología, jugando un rol activo en el desarrollo de la tecnología y permanecer líderes en el proceso de tecnología (McKone y Schroeder, 2002)

En un estudio de 399 empresas metal-mecánica (Congden, 2005) se detecta que una estrategia de manufactura-tecnología alineada está relacionado con altos desempeños financieros, y que las tecnologías avanzadas de manufactura pueden alterar el pensamiento convencional en términos de la flexibilidad-eficiencia en el mercado.

Ortega *et al.* (2011) estudian la interrelación de la MS y la TM en el sector de componentes de automoción, usando el modelo de selección sin medir el efecto sobre el rendimiento. Estos autores encuentran que existe cierta congruencia entre estas dos variables. Es decir, que ambas PAP pueden generar mayores rendimientos si se implementan juntas o integradas, siendo que diferentes niveles de implementación de la MS requieren diferentes niveles de la MS, y viceversa, si se quiere ser más competitivo.

Así pues, en la literatura se menciona que la TM debe estar vinculada a la MS y a la estrategia del negocio. Sin embargo, son pocos artículos que examinen la interrelación de la MS y la TM, y que, además, consideren el ambiente contextual de las empresas. En la actualidad, las empresas tienen que ser proactivas y adaptables a entornos cada vez más complejos y cambiantes. El desarrollo de la tecnología en apoyo a la fabricación permite a los vendedores, los diseñadores y el personal de fabricación compartir una base de datos común de partes y productos que les permita obtener una ventaja competitiva, al ser capaces de responder rápidamente a los cambios que ocurren en el entorno del mercado. Por ello, es importante verificar los vínculos entre la MS y TM en diferentes contextos industriales, que analizamos en esta investigación para alcanzar el objetivo tres definido en el capítulo uno.

2.6.2 La interacción entre la MS y la TM y su efecto en el OP

En la literatura especializada se ha realizado la búsqueda de estudios orientados a la interacción de la MS y la TM y su efecto conjunto sobre el OP. Sin embargo, no se han encontrado artículos que aborden este tema más allá del de Ortega (2008) y Ortega *et al.* (2012), que revisa el efecto de interacción entre MS y la TM sobre el OP para la industria de componentes de automoción utilizando los modelos de interacción diferencial y multiplicativa. En el modelo de diferencia, Ortega (2008) utiliza tres métodos: 1) el análisis del valor de la desviación, 2) el análisis de varianza de subgrupos y 3) el análisis de correlación de subgrupo. Para el modelo multiplicativo se usó el análisis de regresión, el análisis de correlación de subgrupo y el análisis de varianza (ANOVA) de subgrupos. Los resultados mostraron que existe un ajuste entre la MS y la TM, sin diferencias significativas entre los dos grupos de plantas de rendimiento estándar (SP, *Standard Performance*) y de alto rendimiento (HP, *High Performance*). Por tanto, muestran una interrelación entre las dos PAP sin variaciones significativas sobre el OP. Ortega *et al.* (2012) realiza un análisis de ajuste de interacción entre MS y TM y su impacto en el OP. Estos autores encuentran, que en el sector de componentes de automoción, no hay diferencias significativas en el OP por la interacción de MS y TM usando la perspectiva *matching*. Dado los escasos estudios, se planteó el objetivo 5.

Así pues, aunque la literatura empírica ha examinado las relaciones tecnología-desempeño, MS-desempeño, tecnología-estrategia-desempeño, MS-variables contextuales, TM-variables contextuales, los resultados no son aún definitivos, y menos aún respecto al OP, ya que la mayoría de dichos estudios analizan las relaciones desde la perspectiva del rendimiento de la empresa y no desde el OP. Por ello, la presente investigación busca aportar nuevas evidencias empíricas sobre la relación entre la MS y la TM y su efecto sobre el OP en los sectores industriales bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción. Para cumplir lo anterior, hemos planteado cuatro objetivos (3, 4, 5 y 6) que buscan medir las diferentes relaciones de la MS, TM y variables contextuales para alcanzar niveles de alto rendimiento.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo realiza una explicación de la metodología de investigación utilizada tanto en el proyecto internacional de HPM como en esta tesis doctoral, pues ambos están vinculados, como ya hemos indicado. La metodología empleada para la revisión de la literatura fue explicada en el capítulo uno, lo cual nos sirvió de base para establecer el estado del arte de nuestra investigación desarrollado en el capítulo 2. En este capítulo describimos el trabajo empírico desarrollado haciendo uso de un *survey* que se ha generado en el proyecto HPM en su tercera ronda, realizada en diez países con la participación de 266 compañías de tres sectores industriales (componentes de automoción, bienes de equipo y electrónica). En concreto, este proyecto utiliza 12 cuestionarios dirigidos a diferentes puestos dentro de la empresa, desde el director de planta hasta los operarios. Estos cuestionarios contemplan escalas y medidas para las diferentes Prácticas Avanzadas de Producción (PAP) a través de diferentes ítems, así como de medidas de rendimiento, características de la planta y diversas variables exógenas. En la presente investigación se analizan los datos correspondientes a las prácticas de estrategia de fabricación (MS) y gestión de la tecnología (TM) en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica.

Este capítulo está dividido en 7 secciones. Comenzamos explicando el estudio empírico y el establecimiento de las escalas y medidas de la MS, TM, variables contextuales y OP. A

continuación, nos centramos en los cuestionarios del proyecto HPM. Posteriormente, se describe la muestra y la forma de recogida de datos, tanto en España como en el resto de los países participantes. Continuamos con el análisis de las escalas de medición de los datos, explicando cómo se ha realizado el análisis de fiabilidad y validez de las escalas. Terminamos con el modelo de investigación propuesto en la presente tesis.

3.2 ESTUDIO EMPÍRICO A TRAVÉS DEL *SURVEY*

En esta apartado explicamos el survey realizado en la tercera ronda del proyecto de HPM para obtener la base de datos utilizada en esta investigación y describimos las diferentes variables que definen la MS, la TM, las variables contextuales y el OP. Posteriormente, se detalla la teoría de contingencia y sus respectivos modelos de ajuste, utilizados para examinar la relación o interconexión entre las dos variables. El objetivo de esta apartado es establecer un modelo teórico enfocado en la comprobación empírica de la interconexión entre la MS, la TM y el OP en diferentes contextos industriales.

3.2.1 Escalas y medidas

El proyecto internacional HPM ha diseñado una encuesta para medir diez PAP. Para ello, se han definido una serie de escalas con múltiples ítems y preguntas objetivas, que han sido revisadas en las primeras ronda del proyecto HPM (Schroeder y Flynn, 2001) y expandidas y mejoradas para la tercera ronda. Cada PAP se mide a través de varias escalas y, cada una de éstas, se compone de diferentes ítems. Como ya comentamos en el capítulo 1, las PAP consideradas en este proyecto son:

1. Estrategia de Fabricación o *Manufacturing Strategy* (MS)
2. Gestión de la Tecnología o *Technology Management* (TM)
3. Gestión de Calidad Total o *Total Quality Management* (TQM)
4. Justo a Tiempo o *Just In Time* (JIT)
5. Recursos Humanos o *Human Resource* (HR)
6. Tecnología de Información y Comunicación (TIC)
7. Desarrollo de Nuevos Productos o *New Product Development* (NPD)

8. Teoría de Restricciones o *Theory of Constrains* (TOC)
9. Mantenimiento Productivo Total o *Total Productive Management* (TPM)
10. Gestión de la Cadena de Suministros o *Supply Chain Management* (SCM)

El cuestionario cuenta con unas 1700 preguntas sobre 937 ítems (de 215 dimensiones), que se agregan en 129 escalas de medición. Las escalas utilizadas en el proyecto HPM han sido testadas en la primera, segunda y tercera ronda en cuanto a la fiabilidad y validez. Para evaluar la fiabilidad del instrumento de medida, se han introducido algunos ítems que contienen preguntas inversas, por lo que estos tuvieron que ser recodificados de manera inversa al ser introducidos en la base de datos, con objeto de que el valor mínimo correspondiera a “totalmente en desacuerdo” y el máximo a “totalmente de acuerdo”.

Estos cuestionarios contemplan escalas y medidas para las diferentes PAP a través de cientos de ítems distintos utilizando una escala de Likert de 1 a 7, donde 1 indica “totalmente en desacuerdo” y el valor máximo “totalmente de acuerdo”. No obstante, también hay preguntas con escala Likert de 1 a 5, como aquellas que piden a los encuestados que califiquen el grado de implementación de las PAP en su planta, y en comparación con el estándar de la industria / media. Las escalas estaban definidas por: 1 = no en todos, 3 = sobre el mismo, 5 = en gran medida.

Si nos centramos en las PAP objeto de la presente investigación, la MS cuenta con seis escalas y la TM con tres escalas que han sido evaluadas de acuerdo al análisis de fiabilidad y validez descritas en la sección 3.7. Los ítems para cada una de las escalas se encuentran en el Anexo 3. Para la MS consideramos las siguientes escalas:

- S1: Alcance de la integración funcional
- S2: Integración entre funciones
- S3: Liderazgo para la integración funcional
- S4: Manufactura como recurso competitivo
- S5: Vínculo de MS-estrategia empresarial

- S6: Coordinación organizacional de integración funcional

Respecto a la TM, se consideran las siguientes escalas, que también serán analizadas en cuanto a validez y fiabilidad:

- T1: Implementación eficaz de procesos
- T2: Esfuerzo de diseño interfuncional
- T3: Introducción de nuevos productos de la corporación

En el caso del OP se han utilizados ítems que son medidos en una escala de Liker de 1 a 5 (cuanto mayor es el valor, la planta está más de acuerdo con la afirmación planteada). También se les pidió a los encuestados que calificaran el desempeño de la empresa con respecto a la competencia principal de la planta. Las escalas fueron las siguientes: 1 = mucho peor, 3 = más o menos igual, 5 = mucho mejor. Adicionalmente se agregaron preguntas sobre características de la planta como, por ejemplo, el tamaño de la planta, el número de productos diferentes, y el flujo de producción predominante.

Las cuatro medidas básicas del OP que se han utilizado en el proyecto de HPM y que se controlan a nivel planta son: coste, calidad, tiempo de entrega y flexibilidad. Estas medidas se han empleado en numerosos estudios en el marco de HPM (Anderson *et al.*, 1989; McKone *et al.*, 2001; Schroeder y Flynn, 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004; Devaraj *et al.*, 2004; Ahmad *et al.*, 2010; Machuca *et al.*, 2011; Phan *et al.*, 2011). Estas escalas han demostrado tener una buena fiabilidad alfa de Cronbach, como muestran los datos recogidos por Boyer *et al.*, (1997), y han sido consideradas válidas por Ward *et al.* (1995).

En la presente investigación las medidas de OP analizadas son:

- Entregas a tiempo
- Entrega rápida
- Flexibilidad para cambiar el mix de producción
- Flexibilidad para cambiar el volumen
- Servicio al cliente

Para controlar el efecto sistemático del sesgo, se incluyen también un número de variables de control o contextuales en el modelo. Estas variables y sus escalas se presentan en la Tabla 3.1 y las describimos a continuación:

- Tamaño de la planta: medida en términos del número total del personal en plantilla y personal temporal.
- Descripción de la planta:
 - Utilización de la capacidad de la planta: Porcentaje medio utilizado de la capacidad de la planta.
 - Personalización del producto: La extensión de los productos personalizados en la planta (de altamente personalizados a altamente estandarizados).
 - Complejidad de procesos: Caracterización del tipo de proceso de fabricación (por proyecto, por lotes, etc.).
 - Equipos y procesos: Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas (desde estandarizados adquiridos a proveedores hasta patentados diseñados y fabricados por la propia compañía).
 - Categorías de edad: Antigüedad del equipo y maquinaria.

| Variable contextual y sus escalas |
|---|
| 1. Tamaño de las plantas (número de personas empleadas) |
| 2. Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas (%) |
| 3. Porcentaje grado de personalización de productos |
| • Actividades de diseño ad-hoc (%) |
| • Fabricación personalizada (%) |
| • Montaje personalizado (%) |
| • Entrega personalizada (%) |
| • Productos estandarizados (%) |
| 4. Tipos de procesos de fabricación de las planta |
| • Proyectos (un modelo) (%) |
| • Lotes pequeños (%) |
| • Lotes grandes (%) |
| • Repetitivos/líneas (%) |
| • Continuos (%) |
| 5. Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas |
| • Equipos estandarizados adquiridos a proveedores (%) |

| |
|--|
| • Equipos de proveedores modificados para nuestro uso (%) |
| • Equipos patentados diseñados por nuestra compañía (%) |
| • Equipos patentados diseñados y fabricados por nuestra compañía (%) |
| 6. Antigüedad de los equipos en las plantas |
| • 2 ó menos años de antigüedad (%) |
| • De 3 a 5 años de antigüedad (%) |
| • De 6 a 10 años de antigüedad (%) |
| • De 11 a 20 años de antigüedad (%) |
| • Más de 20 años de antigüedad (%) |

Tabla 3.1 Lista de variables de control y sus escalas.

La presente investigación solo utiliza los datos correspondientes a los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica y las variables de OP, MS, TM y contextuales. Con estos datos se han realizado los análisis factoriales y de fiabilidad y validez.

3.3 CONSTRUCCIÓN DE LOS CUESTIONARIOS

Los cuestionarios se han desarrollado en el proyecto HPM a partir de la revisión extensa de la literatura relevante sobre las PAP. La validez de contenido fue reforzada por un panel de expertos que revisaron cada una de las escalas que se desarrollaron. Después, dicho instrumento de recolección de datos fue pre-testado en varias plantas en una prueba piloto, que incluyó entrevistas estructuradas con varios miembros de la dirección (entre ellos, el director de planta, el director de calidad, el ingeniero de procesos y el director de recursos humanos) y del personal de planta (supervisores y obreros). A todos ellos se les preguntaba (Flynn *et al.*, 1997):

- Si se están preguntando las preguntas correctas.
- Si las preguntas son fáciles de entender.
- Si existen algunas otras preguntas que deben incluirse.
- ¿Quiénes son las personas indicadas para responder las preguntas?

Las distintas escalas de medición y cuestiones objetivas se ordenaron en 12 cuestionarios dirigidos a diferentes puestos de la planta con un total de 21 encuestas por planta. Muchas escalas de medición se incluyeron en, al menos, dos cuestionarios diferentes,

con objeto de poder triangular la información para hacer comparaciones entre grupos de encuestados y de minimizar la variabilidad derivada de las diferencias entre individuos, obteniendo mayor fiabilidad del instrumento. Esto da una imagen transversal de una planta por lo que el sesgo del individuo se evita (Van Bruggen et al, 2002; Sakakibara *et al.*, 1997) mientras, simultáneamente, se incrementa la validez. Los ítems y preguntas que conforman cada escala se mezclaron en cada cuestionario para evitar posibles sesgos en el encuestado. La encuesta, además de medir las escalas de las diez PAP, también incluía las correspondientes al OP y variables de control.

Los cuestionarios para los países que no hablan inglés son traducidos a los idiomas locales y se vuelven a traducir en inglés por una persona diferente para asegurar la exactitud. Cualquier discrepancia que pueda comprometer la validez del contenido de los constructos se identifican y resuelven antes de la administración de las encuestas en los países que no hablan inglés. Los cuestionarios se envían al coordinador de la investigación en cada planta, el cual es responsable de la distribución y recogida de los cuestionarios completados, además de servir de enlace con el equipo de investigación para resolver los problemas de recolección de datos. Los encuestados devuelven los cuestionarios completados al coordinador de la investigación en un sobre sellado para proteger la confidencialidad.

Los cuestionarios originales fueron testados y probados en la primera y segunda ronda del proyecto HPM, habiéndose llevado a cabo los correspondientes análisis de fiabilidad, validez y consistencia interna, a través de las habituales pruebas estadísticas y no estadísticas (entre ellas: matrices de intercorrelación, alfas de Cronbach, revisión bibliográfica y entrevistas estructuradas, análisis factorial y correlación canónica), tal y como los estudios especializados aconsejan. Para nuestro caso, realizamos el análisis factorial de las escalas correspondientes a MS, TM y OP para los sectores de maquinaria y electrónica. Estos análisis se mostraran en los capítulos 4 y 5.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La unidad de observación es la planta de fabricación. El diseño del muestreo estratificado (Forza, 2002) fue utilizado para obtener un número aproximadamente igual de

plantas por cada combinación industria-país. Todas las plantas de un mismo país eran de diferentes corporaciones. Las plantas se seleccionaron en tres industrias: componentes de automoción, electrónica y bienes de equipo/maquinaria, considerando que la mitad fueran de alto rendimiento (HP) y la otra mitad de rendimiento estándar (SP). La selección de las empresas está basada en varios criterios. Una parte de la muestra fue obtenida mediante una selección al azar de una lista de plantas con “reputación de alto desempeño” que han sido consideradas como líderes, ya sea en revistas o por expertos en la industria. Otra parte de la muestra, fue seleccionada al azar de una lista de empresas consideradas como plantas de desempeño estándar. La selección se limitó a plantas correspondientes a los tres sectores industriales indicados. Estas industrias fueron seleccionadas para incluir un mix de que aplican intensivamente las PAP.

En la tercera ronda del proyecto HPM se obtuvo una muestra de 266 empresas. Centrándonos en los sectores objeto de estudio en esta investigación, 88 eran plantas de maquinaria y 88 de electrónica. La Tabla 3.2 muestra el número de plantas participantes por países y que utilizaremos para el desarrollo de la presente tesis doctoral.

| País | Sector Maquinaria | Sector Electrónica |
|----------------|-------------------|--------------------|
| Alemania | 13 | 9 |
| Austria | 7 | 10 |
| Corea del Sur | 10 | 10 |
| Estados Unidos | 11 | 9 |
| España | 9 | 9 |
| Finlandia | 6 | 14 |
| Italia | 10 | 10 |
| Japón | 12 | 10 |
| Suecia | 10 | 7 |
| Total | 88 | 88 |

Tabla 3.2 Muestra por sector y país.

3.5 RECOGIDA DE DATOS

Los datos fueron recogidos utilizando los cuestionarios desarrollados y las visitas realizadas por los equipos de investigación de cada país. Un total de 21 encuestas dirigidas a

12 puestos diferentes, cuya distribución por puesto se muestra en la Tabla 3.3, se entregan en la visita a cada planta.

| Puesto | Función | Nº Cuestionarios |
|---|--|------------------|
| Director de Planta | Ejecutivo máximo de la empresa, Director de fábrica, Director técnico. | 1 |
| Director de Producción | Ejecutivo del área entera de producción, inspector de la fábrica. Superintendente. | 1 |
| Director de Contabilidad | Directivo de contabilidad. | 1 |
| Director de Recursos Humanos | Directivo del departamento de los recursos humanos. | 1 |
| Director del Control de Producción | Director de disposición y control del proceso industrial. | 1 |
| Director de Calidad | Responsable de la calidad en una planta. | 1 |
| Director del Sistema de Información | Responsable del departamento de la tecnología de información y comunicaciones, planificación y control de los sistemas de información. | 1 |
| Director de Materiales/ Inventario | Responsable para el suministro, logística y mantenimiento de existencias y administración de materiales | 1 |
| Ingeniero de Procesos | Director de procesos de producción, responsable para la automatización de la producción y los procesos de montaje. | 1 |
| Responsable del Desarrollo de Productos | Persona de contacto para el desarrollo de productos. | 1 |
| Jefes de Sección o Grupo (Supervisores) | Supervisor, capataz o sustituto que supervisa a varios empleados del área de producción. | 6 |
| Obreros | Empleado de mano de obra directa del área de producción. | 5 |

Tabla 3.3 Distribución de los cuestionarios (Ortega, 2008).

Cada país participante realiza el seguimiento de las encuestas, apoyando en todo momento a la empresa ante cualquier duda que pudiera surgir. Igualmente, recopila la información de las plantas entrevistadas y envía sus resultados al coordinador del proyecto HPM que consolida toda la información y actualiza la base de datos. Cuando se completa la información de todos los países, la base de datos es compartida con los investigadores responsables.

3.6 ANÁLISIS DE LAS ESCALAS DE MEDICIÓN

De la base de datos de la tercera ronda del proyecto HPM se extrajeron los datos de las dimensiones/escalas e ítems de las PAP de MS y TM, así como del OP y las variables

contextuales para cada uno de los sectores estudiados (bienes de equipo/maquinaria y electrónica). La evaluación de la fiabilidad y validez de las escalas utilizadas se realizó mediante el análisis factorial y el alfa de Cronbach (1951). El desarrollo de las escalas se hizo con medidas promediadas de cada planta, transformadas para asegurar la normalidad y estandarización.

3.6.1 Fiabilidad

La fiabilidad es importante porque mide hasta qué punto un cuestionario, escala o ítem, que se administre repetidamente a una misma persona arrojará los mismos resultados, lo cual asegura la posibilidad de replicar el estudio. Aunque no lo certifica, una alta fiabilidad es prerequisite para la validez de una investigación. Por otro lado, la validez evalúa si las escalas desarrolladas miden los conceptos que se pretenden medir y no algún otro aspecto.

Para desarrollar este análisis se empezó con la construcción de una matriz de intercorrelación de los ítems para cada escala. Los ítems con una baja correlación ($\leq 0,30$) con los otros ítems de su escala fueron eliminados. Después, se calculó el alfa de Cronbach (1951) para cada escala, aceptándose, sin cambios, las escalas de valores alfa por encima de 0,70. Para escalas con valores alfa inferiores, se usó la matriz de intercorrelación de ítems como guía para eliminar aquellos ítems que no contribuían fuertemente a las escalas. Todas las escalas modificadas fueron internamente consistentes según el valor del criterio de 0,60 (Nunnally, 1978). Además se calculó el intervalo de confianza para el alfa de Cronbach (1951) de acuerdo a las siguientes ecuaciones (Koning y Franses, 2003):

$$\alpha_L^z = 1 - (1 - \hat{\alpha}) \exp \left\{ -z_L \sqrt{\frac{2k}{n(k-1)}} \right\} \quad (3.1)$$

$$\alpha_R^z = 1 - (1 - \hat{\alpha}) \exp \left\{ -z_R \sqrt{\frac{2k}{n(k-1)}} \right\} \quad (3.2)$$

Donde $\hat{\alpha}$ es el alfa de Cronbach, la Z el valor de nivel de confianza para un 95%, la k el número de escalas de la variable y la n el número de muestras. El límite inferior de confianza es proporcionado por la ecuación 3.1 y el límite superior de confianza por la

ecuación 3.2. El intervalo nos indica que en ese rango de alfas, la fiabilidad del constructo es estadísticamente aceptable.

3.6.2 Análisis de la validez

Para validar si las escalas verdaderamente están midiendo lo que se espera, se revisan varios aspectos, tales como la validez del contenido, la validez del constructo y la validez relacionada al criterio o nomológica. En el caso de las escalas utilizadas en el proyecto HPM se utilizaron estos 3 criterios de validez (Flynn *et al.*, 1997). A continuación describimos cómo se realiza el análisis de la validez de las escalas:

- *Validez de contenido.* La validez de contenido representa la adecuación con la que ha sido un dominio específico de contenido muestreado (Nunnally, 1978). Los dos estándares para garantizar la validez de contenido descrito por Nunnally (1978) son: 1) el instrumento contiene una colección representativa de los ítems (por ejemplo, la revisión de la literatura de los ítems a utilizar); 2) los métodos "sensibles" de construcción de instrumentos fueron seguidos (Flynn *et al.*, 1997).
- *Validez de la construcción.* La validez del constructo se refiere al grado en que la escala del constructo fue diseñada para medir lo que se pretendía. Esta validez lleva consigo la evaluación de la dimensionalidad, la convergencia y la divergencia de las escalas. Dos métodos se han aplicado para establecer la dimensionalidad. Primero un panel de expertos asignó el conjunto de ítems a una lista de temas de escala. Un ítem se incluía en una escala si un mínimo de 75% del panel lo asignó a esa escala temática. Segundo, el análisis de factores dentro de la escala se llevó a cabo, con los siguientes criterios: un valor propio mínimo de 1,00 para las escalas (Kim y Mueller, 1978), y las cargas de factor del ítem por encima de $\pm 0,40$ (Hair et al (1999)). La triangulación de fuentes de datos proporciona evidencia de convergencia. Los valores de las escalas fueron correlacionados con fuentes independientes de información relacionadas,

produciendo coeficientes de correlación que fueron relativamente fuertes, de lo cual se obtienen evidencias de la convergencia.

Por último, la extensión de las medidas de divergencia mide el grado en que una escala no mide involuntariamente un constructo que no se pretendía medir. Un constructo con una alta fiabilidad de divergencia no estará relacionado con las variables con las que no se debe esperar que se correlacionen, y divergirá en otros constructo relacionados (Webster y Martocchio, 1992). No se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre las escalas y las siguientes variables, por lo que no se espera que se correlacionen: la industria, la edad de la planta, la complejidad del producto y tamaño de la planta. Se utilizaron dos enfoques para determinar si las escalas divergieron de los constructo relacionados (Ghiselli *et al.*, 1981): 1) las correlaciones del ítem al total de los ítems que no están en cada una de las escalas fueron más bajos que para los ítems en las escalas; y 2) la fiabilidad de consistencia interna para cada una de las escalas respectivas fue mayor que su correlación con cada una de las otras escalas.

- *Validez nomológica o de criterio relacionado (criterion-related validity)*. Es una medida de hasta qué punto las escalas que representan a las distintas prácticas están relacionadas con su rendimiento (el criterio). Las variables criterio fueron el porcentaje de los ítems enviados sin necesidad de reelaborar y la percepción de la contribución de la PAP a la competencia distintiva de la planta. La correlación canónica se utilizó para analizar las interrelaciones entre las variables del rendimiento de la PAP y las variables de la PAP y el resultado fue que están significativamente relacionadas con un nivel de significación de menos de 0,01, explicando el 53,12% de la varianza (Flynn *et al.*, 1994).

A lo largo de la vida de la investigación internacional de HPM, los cuestionarios se han ido revisando sobre la base de los datos obtenidos y lo aprendido a partir de su análisis, por lo que las escalas que se mostraron no válidas se eliminaron o se modificaron para aumentar su fiabilidad y validez, y otras escalas se añadieron para medir nuevos conceptos. Podemos

deducir del epígrafe anterior que la consistencia interna, la validez de construcción, y la validez nomológica muestran valores fuertes en las escalas finalmente empleadas, y que se mostrarán en los capítulos siguientes (Flynn, *et al.*, 1995; Ahmad y Schroeder, 2003; Cua *et al.*, 2002; McKone *et al.*, 1999; Sakakibara, *et al.*, 1997).

3.7 MODELO PROPUESTO

Esta tesis parte del modelo general propuesto por el proyecto HPM. Tomándolo como referencia, desarrollamos un modelo teórico enfocado en la comprobación empírica de la interrelación entre la MS, TM y el OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria y electrónica.

El modelo de investigación planteado tiene en consideración tanto el enfoque contingente como la interconexión entre prácticas. La contingencia permitirá conocer el contexto donde se desarrolla cada uno de los sectores industriales estudiados, analizando sus semejanzas y diferencias, y la interconexión entre las prácticas de MS y TM y su afectación en el OP. Para esto revisamos, en primera instancia, el contexto donde se desarrollan cada uno de los sectores industriales estudiados de acuerdo a los informes de expertos y cámaras o asociaciones del sector industrial. Además, se revisa el tipo de mercado, competencia, productos, tecnología, cadena de suministro y procesos de fabricación. A continuación, se analizan los resultados arrojados por la base de datos de HPM respecto a las variables contextuales del sector a estudiar, para completar el entorno del sector con lo revisado en la literatura y los resultados de las variables contextuales de la empresa encuestadas del sector a analizar. En cuanto a la interconexión entre prácticas, se buscó en la literatura estudios relacionados con la relación entre la MS y la TM y su efecto en TM tanto en el marco de HPM como fuera de ella. Los resultados los presentamos en el capítulo dos.

Con esta información, y teniendo en cuenta la interrelación de prácticas de manufactura, desarrollamos nuestro modelo teórico enfocado a la comprobación empírica. Este modelo general lo hemos segmentado en tres modelos: 1) La relación de MS, TM y variables

contextuales sobre el OP, 2) Interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales y 3) Interacción entre la MS, TM y OP. A continuación pasamos a describirlos.

El primer modelo (la relación de MS, TM y variables contextuales sobre el OP) se enfoca en la comprobación empírica de la relación de la MS, TM y variables contextuales sobre el OP. Para ello, medimos las siguientes relaciones (Figura 3.1): a) el efecto de la MS sobre OP, b) el efecto de la TM sobre OP y c) si estas relaciones son afectadas por la inclusión de las variables contextuales. Estas relaciones serán medidas utilizando el modelo universal.

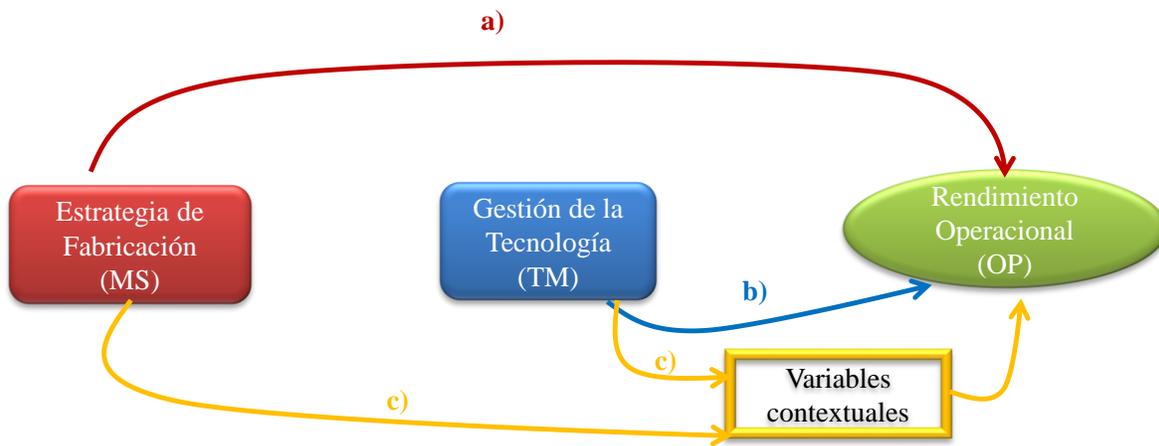


Figura 3.1. Modelo de la relación de MS, TM y variables contextuales sobre el OP.

El segundo modelo se centra en medir la interrelación entre la MS, TM y las variables contextuales de la siguiente manera (Figura 3.2): a) el nivel de implementación de la MS es variable explicativa del nivel de implementación de TM, b) el nivel de implementación de la TM es variable explicativa del nivel de implementación de MS, c) el nivel de implementación de la MS y de la TM están relacionados en ambos sentidos, d) el nivel de implementación de la MS y el nivel de las variables contextuales se relacionan y e) el nivel de implementación de la TM y el nivel de las variables contextuales se relacionan. Estas relaciones serán medidas usando modelo de selección o congruencia mediante las pruebas estadísticas de la MMRA, el análisis canónico de la correlación y análisis de correlaciones de subgrupos (la prueba t y la chi-cuadrado).

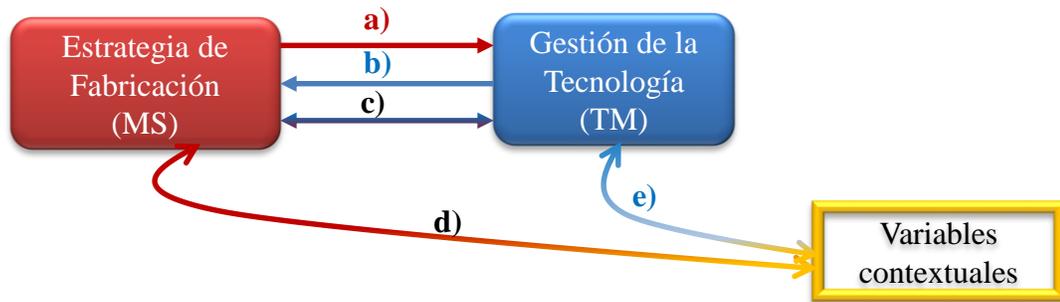


Figura 3.2. Modelo de interrelación entre la MS, TM y las variables contextuales.

Por último, el tercer modelo se enfoca en medir la interacción entre la MS, TM y OP de la siguiente manera (Figura 3.3): a) el nivel de implementación de la TM tiene efectos en la relación MS-OP, b) el nivel de implementación de la MS tiene efectos en la relación TM-OP, c) la interrelación de la MS y la TM afecta al OP, d) la relación entre la MS y TM afecta al nivel de OP, e) el nivel de implementación de la MS se relaciona con el nivel del OP y f) el nivel de implementación de la TM se relaciona con el nivel del OP. Para medir la interacción utilizamos dos perspectivas: moderación y *matching*.

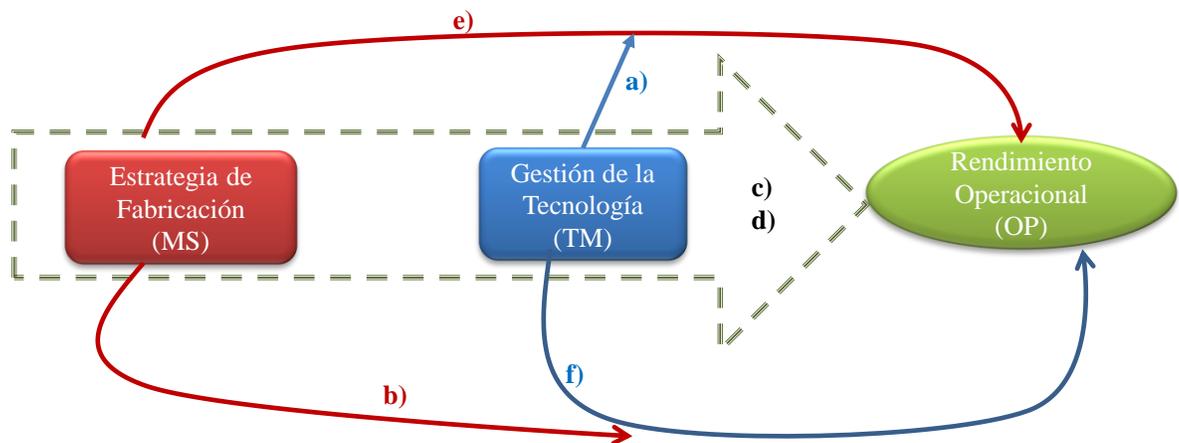


Figura 3.3. Modelo de interacción entre la MS, TM y OP.

Partiendo de estos modelos se propondrán las hipótesis correspondientes en los capítulos 4 y 5, referentes, en primer lugar, a la relación de la MS y la TM sobre el OP. En

segundo lugar, a la interrelación entre la MS y TM y, por último, a la interacción entre la MS, la TM y el OP. Por lo tanto, nuestro modelo general se muestra en la Figura 3.4.

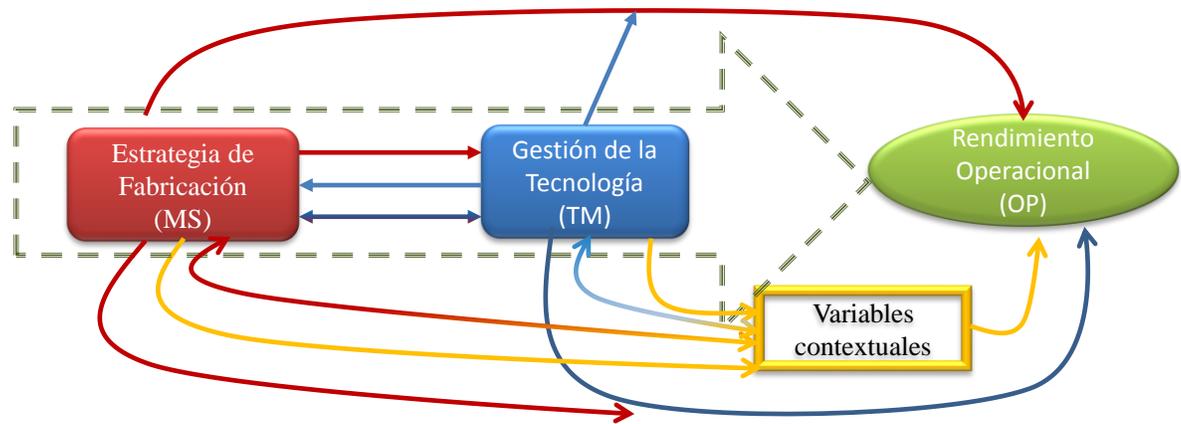


Figura 3.4. Modelo general

Para testar las hipótesis seleccionamos de la base de datos del proyecto internacional de HPM la información relativa a la MS, TM, OP y variables control. Con la extracción de datos se realiza el análisis de fiabilidad y validez para cada uno de los ítems de las dimensiones/escalas de las variables de interés. Por último, para examinar las hipótesis utilizamos el enfoque de contingencia basado en el concepto de “ajuste” entre características estructurales y contextuales (contingencia) de las organizaciones (Donaldson 1994). Desde el punto de vista del ajuste estratégico, la teoría de contingencia mantiene que el desempeño de la empresa es el resultado del ajuste entre varios factores, como son, ambiente, estructura organizacional, personal, tecnología, estrategia y cultura (Lee *et al.*, 2004). Una falta de ajuste entre las características antes mencionadas impactará en resultados menores en el desempeño. En esta teoría comúnmente se utilizan varios modelos de ajuste, tales como el modelo de selección o congruencia, el modelo de interacción, la regresión polinomial, entre otros, para evaluar hipótesis basadas en ajuste (Venkatraman, 1989; Meilich, 2006). Para buscar la relación positiva o negativa de la MS y TM y el impacto en el OP en diferentes contextos industriales hemos seleccionado tres perspectivas de ajuste: modelo universal,

modelo de selección o congruencia y modelo de interacción (moderación y *matching*). En el Anexo 4 mostramos una tabla resumen de los modelos de congruencia y de interacción.

3.7.1 Modelo Universal

La primera prueba utilizada para evaluar la relación entre la MS y la TM y su efecto en el OP es el modelo universal. Esta representa la forma más simple de relación que puede existir entre dos variables y la afectación de estas a una variable criterio (en nuestro caso OP). El modelo universal identifica si el valor de una variable independiente se ve afectada por cambios en otra variable independiente, asumiendo que cualquiera de las dos variables seleccionadas (MS o TM) se asocia positivamente al OP. Para analizar las relaciones entre las dos prácticas de manufactura y su efecto en el OP, utilizamos la siguiente regresión lineal múltiple que se muestra en la ecuación 3.3 (Venkatraman, 1989), donde T representa la TM, S la MS, R el OP, las β_i son los coeficientes asociados a cada variable y ε el error.

$$R = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 T + \varepsilon \quad (3.3)$$

Por otra parte, para conocer si las dos PAP mantienen su asociación positiva con el OP, introducimos variables de control que pueden afectar al rendimiento. Las variables de control que introducimos al modelo serán: tamaño de la planta (TP), personalización de productos (PP), utilización de la capacidad (UC), tipos de proceso de fabricación (TF), tipos de equipos y procesos (TEP) y antigüedad de los equipos (AE), mostradas en la siguiente ecuación 3.4.

$$R = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 T + \beta_3 TP + \beta_4 PP + \beta_5 UC + \beta_6 TF + \beta_7 TEP + \beta_8 AE + \varepsilon \quad (3.4)$$

3.7.2 Modelo de selección o congruencia

El modelo de selección o congruencia es la forma más simple y común de la teoría de contingencia (Galunic y Eisenhardt, 1994; Meilich, 2006). Indica que la estructura de una organización depende de factores contextuales (Drazin y Van de Ven, 1985). Este modelo

parte de la idea que para controlar o mejorar una práctica de manufactura, esta necesita regular o adaptar sus niveles tomando en consideración el nivel de otra PAP, y viceversa, sin medir si esa relación afecta al OP (Merchant 1985; Chenhall & Morris 1986; Chenhall 2003). El modelo no examina la relación de causa-efecto sino la correlación de las dos prácticas. En línea con ello, en esta investigación examinaremos la manera en la que las dimensiones/escalas de TM se relacionan con las dimensiones/escalas de MS, sin intentar medir si dicha asociación tiene vínculos con el OP (Chenhall 2003, Ortega, 2008). La posibilidad de una trayectoria en ambos sentidos entre la MS y TM se ilustra en el modelo de la Figura 3.5, donde la MS puede ser la variable independiente y la TM la variable dependiente y viceversa. Estadísticamente se refiere a que no existe diferencia entre si la flecha va de la MS hacia TM y viceversa, por lo que no examina la relación causa-efecto (Bates *et al.*, 1995; Sakakibara *et al.*, 1997; Croteau y Bergeron, 2001). Su forma funcional de ajuste es una correspondencia lineal entre MS y TM. La razón principal de no incluir el OP es porque estamos principalmente interesados en examinar cómo las variables interactúan entre sí en sus diseños previos a sus implementaciones para mejorar el OP.

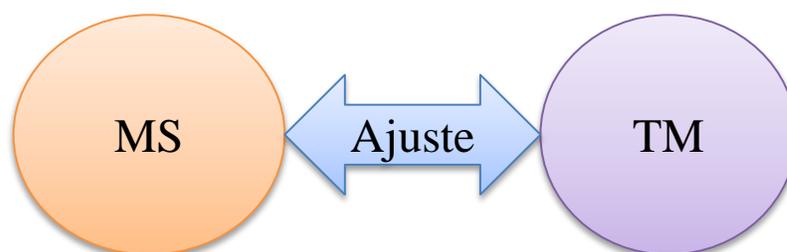


Figura 3.5 Congruencia MS-TM.

Para evaluar esta interrelación utilizamos las siguientes pruebas estadísticas: el análisis de regresión múltiple multivariante MMRA, el análisis de canónico de la correlación y el análisis de correlaciones. Bajo este mismo análisis, medimos los niveles de implementación de las PAP con las variables contextuales para verificar su posible congruencia. El método que utilizamos es la chi-cuadrado.

3.7.2.1 Regresión múltiple multivariante (MMRA)

El análisis de regresión múltiple multivariante (MMRA) analiza dos o más variables dependientes simultáneamente para valorar diferencias entre las medias del conjunto de variables. Es una técnica de dependencia que mide las diferencias de dos o más variables criterio dependientes basadas en un conjunto de variables independientes que actúan como predictores. La ventaja de utilizar esta técnica es que toma en cuenta la posibilidad de que alguna combinación (combinación lineal) de las variables dependientes puede proporcionar evidencia de la existencia de alguna diferencia global en los grupos, que puede no detectarse si se examina cada variable dependiente separadamente (Hair *et al.* 1999). Los contrastes individuales ignoran las correlaciones entre las variables dependientes y, por ello, no se emplea toda la información disponible para valorar diferencias globales en los grupos, tal y como sería el análisis de regresión múltiple simple. El MMRA está basado en el deseo de analizar una relación de dependencias representadas como las diferencias en un conjunto de medias dependientes a través de una serie de grupos formados por una o más medidas independientes categóricas. El MMRA corresponde a un conjunto de ecuaciones de regresión múltiple, de aquí que los resultados pueden ser similares a los resultados obtenidos de las estimaciones proporcionadas por las ecuaciones de regresión múltiple separadas para cada variable criterio (Lambert *et al.* 1988). En la presente investigación, utilizamos el MMRA para evaluar la relación de dependencia de la variable MS hacia la variable TM, y viceversa, tanto para el sector de bienes de equipo/maquinaria como para el sector de la electrónica, analizando los resultados en los capítulos 4 y 5 respectivamente.

En nuestro caso, definimos dos ecuaciones (3.5 y 3.6) que evalúan la relación entre la MS y la TM. La primera ecuación define las dimensiones de la MS como variables dependientes y las dimensiones de la TM como variables independientes. La segunda ecuación es a la inversa, las dimensiones de la TM estarán en función de las dimensiones de la MS. Con estas ecuaciones realizamos las pruebas para conocer si existe interrelación entre las dos PAP de relación directa y bidireccional.

$$T_1 + T_2 + T_3 = \beta_0 + \beta_1 S_1 + \beta_2 S_2 + \beta_3 S_3 + \beta_4 S_4 + \beta_5 S_5 + \beta_6 S_6 + \varepsilon \quad (3.5)$$

$$S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 = \beta_0 + \beta_1 T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \varepsilon \quad (3.6)$$

T representa la TM, S la MS, los subíndices representan las dimensiones respectivas de las dos prácticas de fabricación, que se muestran en la Tabla 3.4.

| Dimensión | Variable |
|---|----------|
| Alcance de la integración funcional | S1 |
| Integración entre funciones | S2 |
| Liderazgo para la integración de funciones | S3 |
| Manufactura como recurso competitivo | S4 |
| Vínculo de estrategia de fabricación-estrategia empresarial | S5 |
| Coordinación organizacional de la integración funcional | S6 |
| Implementación eficaz de procesos | T1 |
| Esfuerzo de diseño interfuncional | T2 |
| Introducción de nuevos productos en la organización | T3 |

Tabla 3.4 Dimensiones de la estrategia de fabricación y la tecnología.

3.7.2.2 Análisis canónico de la correlación

El análisis canónico de la correlación es un modelo estadístico multivariante que facilita el estudio de las interrelaciones entre múltiples variables dependientes y múltiples variables independientes (Hair *et al.*, 1999). Es decir, mientras que al análisis de regresión múltiple predice una única variable dependiente a partir de un conjunto de múltiples variables independientes, la correlación canónica predice simultáneamente múltiples variables criterio a partir de múltiples variables independientes. Este análisis es primeramente descriptivo, sin embargo puede ser usado para propósitos predictivos. El análisis examina la relación lineal entre un grupo de variables, X, y un grupo, o más de un grupo, de variables Y. El análisis de correlación canónica puede ser un instrumento adecuado para tratar los supuestos en los que se dispone de información de un conjunto numeroso de variables que pueden agruparse en dos grupos, el primero formado por las variables explicativas y el segundo por las explicadas y, además, dentro de cada grupo se observa un elevado grado de correlación entre las variables. Por lo tanto, hemos usado este método para identificar las relaciones entre las prácticas de MS y TM. Tal como sugiere Hair *et al.* (1999), tres criterios fueron considerados

cuando determinamos el número de importantes pares canónicos: 1) el nivel estadístico de significación de la función, 2) la magnitud de la correlación canónica, y 3) la medida de redundancia para el porcentaje de varianzas contadas por los dos conjuntos de variables.

El método preferido para evaluar la correlación canónica es el de las cargas cruzadas. Las cargas cruzadas consisten en correlacionar cada una de las variables dependientes originales observadas directamente con el valor teórico canónico independiente, y viceversa (Hair *et al.*, 1999).

Para nuestro trabajo de investigación, donde buscamos la posible correlación de las dimensiones de la MS y las dimensiones de la TM, el análisis de correlación canónica está restringido a obtener tres funciones canónicas, ya que este es el número de dimensiones que contiene cada grupo de variables (MS y TM) que estamos estudiando. El primer contraste de significación estadística es para las correlaciones canónicas de cada una de las tres funciones canónicas. En los capítulos 4 y 5 se muestran los resultados de este análisis.

3.7.2.3 Análisis de la correlación de los niveles de implementación de las PAP

El análisis de correlación de subgrupos nos ayuda a conocer si alguna de las PAP (MS o TM) es afectada por la baja o alta implementación de la otra PAP. El método estadístico utilizado es la prueba t, ya que compara las medias y desviaciones estándar de un grupo independiente y determina si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias. El objetivo de la prueba es determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa en el promedio de una variable de escala de acuerdo a las categorías de una variable categórica para definir cuál de las medias es mayor. Para nuestro caso, dividimos en dos subgrupos tanto la MS como la TM, en ambos casos, por subgrupos de alta y baja implementación de la PAP en cuestión (estandarizando por país los valores de las PAP, los valores positivos son las altas y los valores negativos son las bajas). Primero se realiza una comparación del subgrupo de TM alta y baja implementación y se compara con la MS. De manera contraria, se realiza la comparación del subgrupo de MS alta y baja implementación con la TM. Por último para conocer la

diferencias de los dos subgrupos (alta y baja implementación de MS y alta y baja implementación de TM) utilizamos la prueba chi-cuadrado, que nos permite conocer si la relación entre dos variables nominales es estadísticamente significativa, pero no nos muestra el grado o fuerza de la relación.

3.7.2.4 Análisis de la relación de los niveles de implementación de las PAP con las variables contextuales.

Como mencionamos anteriormente, el enfoque principal de la teoría de contingencia es el concepto de “ajuste” entre las características estructurales y contextuales de las organizaciones, en esta prueba se analiza el impacto entre la MS y la TM, con las variables contextuales en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica. Para cada una de las PAP analizadas conformamos subgrupos de alta y baja implementación, y los comparamos con el alto nivel y bajo nivel de las variables contextuales utilizando la prueba de la chi-cuadrado. La conformación de los subgrupos de alto o bajo nivel de las variables contextuales se realiza con respecto a las medias. Por encima de la media se conformó el grupo de alto nivel y por debajo de la media se conformó el grupo de bajo nivel. El método estadístico utilizado es la prueba de independencia de la chi-cuadrado, ya que nos permite determinar si existe una relación entre dos variables categóricas, pero no muestra el grado o el tipo de relación, es decir, no indica el porcentaje de influencia de una variable sobre la otra o qué variable la causa. En el presente estudio, el primer análisis que se realiza es la alta y baja implementación de la MS con alto y bajo nivel de las variables contextuales. De la misma manera se realiza el análisis de alta y baja implementación de la TM con alto y bajo nivel de las variables contextuales. Estos análisis se hacen para los dos sectores estudiados y sus resultados se muestran en los capítulos 4 y 5.

3.7.3 Modelo de interacción

Los modelos de interacción se apoyan en demostrar que existen diferencias significativas en los coeficientes de correlación entre los subgrupos (Bergeron *et al.*, 2001). Para medir la

interacción entre la MS y la TM, cuando existe un desequilibrio de ajuste entre ambas, y su efecto sobre el OP utilizamos dos modelos que han sido utilizados comúnmente en el concepto de ajuste bivalente que aparecen en investigaciones de teoría de contingencia, la perspectiva de moderación y la perspectiva de *matching* (Venkatraman, 1989; Meilich, 2006). Estas perspectivas han sido utilizadas en trabajos de investigación de Dirección de Operaciones (Germaine y Siha, 2000; Raymond, 2005; Oltra y Flor 2010) y en el proyecto internacional de HPM (Junttila y Schroeder, 2002; Ketokivi y Schroeder, 2004; Ortega, 2008; Ortega *et al.*, 2012).

3.7.3.1 Perspectiva de moderación

El enfoque de moderación nos permite conocer si la dirección y fuerza de la relación entre una variable predictor (ya sea MS o TM) y la variable criterio (OP) varían a través de diferentes niveles de una tercer variable denominada moderador (que puede ser MS o la TM). Para realizar las pruebas de moderación, formamos dos modelos y cada uno de ellos los subdividimos en subgrupos de acuerdo a la alta o baja implementación de las dos PAP analizadas. Las prácticas estudiadas son MS y TM, siendo los subgrupos las plantas de alto rendimiento (HP) y las plantas de rendimiento estándar (SP).

Para verificar posibles diferencias en los grados de implementación de las PAP entre los dos grupos de plantas (HP y SP) y testar las hipótesis planteadas, utilizamos la correlación de las variables de ajuste con el desempeño y el modelo multiplicativo (Arnold, 1982; Bruning y Kintz, 1987; Venkatraman, 1989; Bergeron, 2001).

3.7.3.1.1 Correlación de las variables independientes con el desempeño

Este primer método se ha utilizado en modelos de interacción (Miles y Snow, 1978; Merchant, 1981; Simons, 1987; Abernethy y Lillis, 1995; Abernethy y Brownell, 1999; Bergeron *et al.*, 2001) para medir el efecto de una variable moderadora en la relación de la variable predictora y la variable criterio. En nuestra investigación con esta prueba medimos el efecto moderador de alta y baja implementación de TM sobre la relación MS-OP (Figura

3.6a). Asimismo, medimos el efecto moderador de alta y baja implementación de TM sobre relación MS-OP (Figura 3.6b). Esto se ve reflejado mediante el cálculo de la correlación de una PAP con el OP para dos subgrupos de alta o baja implementación de la otra PAP.

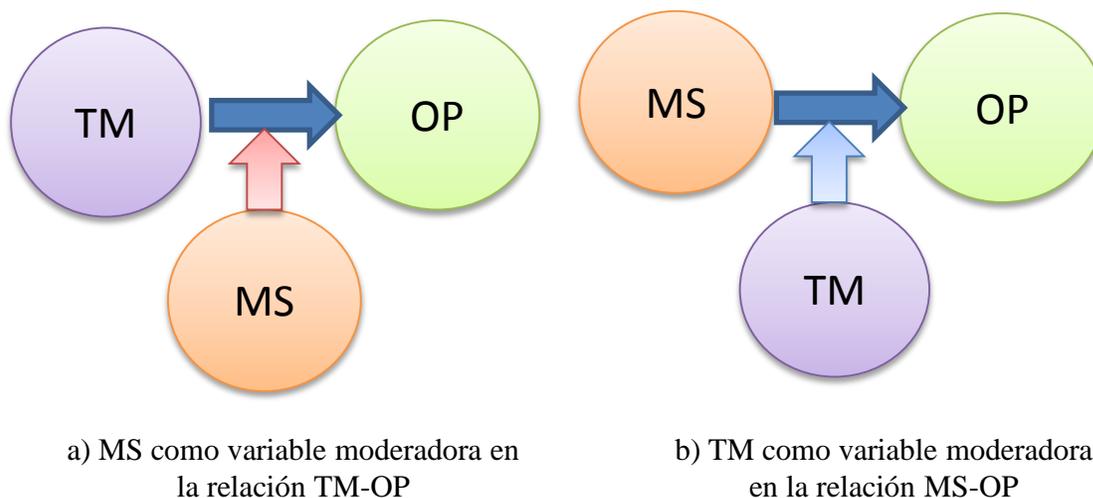


Figura 3.6 Ajuste de moderación.

3.7.3.1.2 Modelo multiplicativo

Con el modelo multiplicativo comprobamos si existe una diferencia en el rendimiento debido a un desajuste entre la MS y la TM. El efecto que tendrá una de ellas sobre el OP es el aumento, como resultado del incremento de la otra práctica. Para desarrollar el modelo multiplicativo utilizaremos el análisis de regresión. Para testar la interacción entre la MS y TM con el OP, utilizamos la siguiente ecuación de regresión (3.7) (Venkatraman 1989; Parthasarthy y Sethi, 1993; Ahmad *et al.*, 2003):

$$R = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 T + \beta_3 |S \times T| + \varepsilon \quad (3.7)$$

Donde T es la TM, S es la MS, R es el OP, β_i es el coeficiente de ajuste asociado a las respectivas variables y ε es el error.

Con esta ecuación podemos probar la relación simple entre la MS y TM y el efecto multiplicativo de ambas prácticas en el OP. De existir una diferencia en el rendimiento por desajuste, el efecto de interacción se mide por el coeficiente β_3 . Por lo tanto, si difiere significativamente de cero, se puede confirmar que el OP es una función de la interrelación multiplicativa absoluta entre la MS y TM.

3.7.3.2 Perspectiva *matching*

El enfoque de *matching* muestra la correspondencia entre dos variables independientes, de tal forma que un nivel alto de una variable corresponde a niveles bajos o altos de la otra variable. El ajuste existe cuando, conceptualmente, dimensiones similares de dos variables tienen correspondencia alta o baja (Mitchell *et al.*, 2007). Es decir, las combinaciones óptimas deben formar una línea de ajuste, donde se asume que el OP se maximiza cuando las variables independientes (para nuestro caso la MS y la TM) se ajustan entre sí y, por tanto, la línea de ajuste debe coincidir con una línea de rendimiento que denota un máximo rendimiento a cada nivel de las variables independientes estudiadas. Las técnicas comunes utilizadas en *matching* son el modelo de *deviation score*, la ANOVA (Joyce *et al.*, 1982; Venkatraman, 1989; Bergeron *et al.*, 2001; Mitchell *et al.*, 2007), el análisis de contingencia, el análisis residual (Mitchell *et al.*, 2007; Bergeron, 2001), el análisis de intercorrelación de variables independientes y el análisis de correlación de subgrupos (Joyce *et al.*, 1982; Venkatraman, 1989; Bergeron *et al.*, 2001; Mitchell *et al.*, 2007).

Así pues, el modelo se valida si se puede demostrar que, en un estado de desequilibrio de la MS y la TM, se ajustan (o combinan) mejorando el OP de las empresas. Para evaluar esta perspectiva analizaremos el análisis de intercorrelación de variables independientes y el análisis de correlación de subgrupos en los capítulos 4 y 5. Estos métodos se utilizarán para examinar la correlación que existe entre los niveles de alta y baja implementación de las PAP con el subgrupo de plantas HP y SP.

Respecto al análisis de intercorrelación de las variables independientes, medimos el grado de correlación de la MS y TM tanto en plantas HP como plantas SP, esperando que

haya una alta correlación entre MS y TM en plantas HP que en SP, lo que implicaría que existe un cierto grado de ajuste. Esto sugeriría que la implementación de MS y TM son necesarios para que una planta sea considerada de alto desempeño (Schroeder y Flynn, 2001).

El análisis de correlación de subgrupos lo usamos como una alternativa para comparar los dos grupos de plantas (HP y SP) basado en los niveles de la MS o la TM. La primera prueba es comparar el nivel de la MS o TM sobre las plantas HP y SP, para esto utilizamos la prueba t, ya que compara las medias y las desviaciones estándar de un grupo de datos. Si existe una diferencia de medias, implicaría que existe un cierto grado de ajuste entre las PAP y las plantas HP y SP. El segundo análisis, es revisar las medias de cada variable, tanto para alta y baja implementación, ya sea de MS o TM, sobre el OP, utilizando la prueba t. La diferencia de medias en esta segunda prueba implicaría que la alta implementación de la PAP se ajusta al OP. Por último, para verificar el ajuste de los grupos de MS o TM sobre el rendimiento de las plantas consideradas como HP y plantas SP, utilizamos la prueba de la chi-cuadrado (Abernethy & Brownell, 1999). Hemos seleccionado la prueba de la chi-cuadrado ya que mide la relación entre dos variables con subgrupos de dos niveles, en nuestro caso, la variable PAP con dos niveles, alta y baja implementación, y el OP con dos niveles, HP y SP. Esta prueba nos dice si hay diferencias entre los subgrupos formados de la PAP sobre la incidencia de cada categoría de la OP. Los resultados nos arrojarían si la relación de la baja o alta implementación de la PAP y las plantas de HP y SP es estadísticamente significativa, sin medir la fuerza de la relación. Si encontramos que son significativas implicaría que existe un grado de ajuste entre alta implementación de la PAP y las plantas HP, lo que implicaría que la implantación de la PAP es necesaria para tener niveles altos de rendimiento.

CAPÍTULO 4. HPM EN EL SECTOR DE MAQUINARIA O BIENES DE EQUIPO

4.1 INTRODUCCIÓN

El sector de bienes de equipo/maquinaria representa uno de los sectores industriales más importante a nivel mundial y con mayor crecimiento en los últimos años. Este tipo de industria está caracterizada por la innovación, especialización y diseño de productos de gran inversión que cubren necesidades específicas del mercado. Esto hace que sus procesos de manufactura deban ser flexibles y adaptables a los requerimientos de un mercado en constante cambio. Para hacer frente a las amenazas del entorno, las empresas de manufactura buscan implementar PAP que las apoyen a mejorar su capacidad competitiva. Entre estas PAP destacan, por su importancia, la MS y la TM (Schroeder y Flynn, 2001). La TM es una práctica importante para incrementar el rendimiento de las empresas de bienes de equipo/maquinaria mediante el diseño e implementación de procesos productivos más flexibles. Como ya señalamos en el capítulo dos, a pesar de tener implementada la TM, la falta de una MS que integre las áreas funcionales de la empresa y sea congruente a la estrategia del negocio, podría generar bajos rendimientos en la empresa. En la literatura, hemos encontrado que algunos estudios se han enfocado en la relación entre la estrategia y tecnología desde una perspectiva unidireccional, que va desde la tecnología hacia la estrategia, y no al contrario, argumentando que las capacidades técnicas existentes deben guiar la formulación de la estrategia (Hofer y Schendel, 1978; Porter, 1983; Hayes, 1985; Maidique y Patch, 1988; Itami y Numagami, 1992; Parthasarthy y Sethi, 1992; Dean y Snell,

1996; Parker, 2000). Ortega (2008) combina ambas prácticas (MS y TM), ajustando dicha relación de forma bidireccional para el caso del sector de componentes de automoción.

En este capítulo nos centramos en el estudio de la posible relación del ajuste MS-TM y su probable efecto sobre el OP en el contexto del sector industrial de bienes de equipo/maquinaria, de acuerdo a los objetivos planteados en el capítulo uno y usando la base de datos del proyecto HPM. Para verificar en qué medida se relaciona la TM y la MS, utilizamos el enfoque de contingencia y la interconexión de variables. Para ello se realiza un análisis del contexto del sector, así como un análisis de las variables contextuales que se han evaluado en la tercera ronda del proyecto de HPM. Junto con esta información, los objetivos definidos en el capítulo uno y la literatura revisada en el capítulo dos, se definen las hipótesis a testar haciendo uso de la base de datos de HPM y los modelos de ajuste. Comenzamos realizando pruebas con el modelo universal con el objetivo de verificar si existe alguna relación positiva de las PAP estudiadas sobre el rendimiento de operaciones. Posteriormente, se utiliza el modelo de congruencia, mediante el MMRA, el análisis canónico de correlación, la prueba t y la chi-cuadrado, con el fin conocer el grado de congruencia entre las dos prácticas avanzadas de manufactura estudiadas, sin medir el efecto en el desempeño de operaciones, en el contexto de las empresas de bienes de equipo/maquinaria. En este mismo sentido, se realiza un análisis de la posible relación entre el nivel de implementación de la MS o la TM sobre el nivel bajo o alto de las variables contextuales. Finalmente, se aplica el modelo de interacción mediante dos perspectivas de ajuste: de moderación y “*matching*” (Venkatraman, 1989; Bergeron *et al.*, 2001).

Este capítulo se ha dividido en seis apartados. El primero presenta el contexto del sector de bienes de equipos, describiendo las características distintivas del sector, la ubicación del sector a nivel mundial, su situación competitiva, desafíos y el análisis de las variables contextuales en el proyecto HPM. Posteriormente, se define el modelo teórico e hipótesis de este trabajo, tomando en cuenta la literatura relacionada con la interrelación de la MS, la TM y el OP, y los modelos descritos en el capítulo tres para testar las hipótesis. Para esto, este apartado se dividió en tres subapartados, el primero se refiere a la relación de la MS, la TM y las variables contextuales sobre el OP, definiéndose cuatro hipótesis en este

análisis. El segundo subapartado es el análisis de la interrelación entre la MS y la TM, así como cada una de las PAP con las variables contextuales, sin medir el efecto sobre el OP, planteándose cinco hipótesis adicionales. Por último, el tercer subapartado analiza la interacción entre la MS, la TM y el OP, resultando seis hipótesis. En conjunto, un total de quince hipótesis se han testado. El siguiente apartado realiza un análisis de sector de la maquinaria, se describe la muestra, la medición de los datos y la metodología para obtener las escalas y mediciones para fiabilidad de las variables utilizadas. Después se presenta el análisis de resultados, comenzando con el modelo universal, posteriormente, el modelo de congruencia y terminando con el modelo de interacción. Por último, se presentan las conclusiones generales del capítulo.

4.2 CONTEXTO DEL SECTOR

4.2.1 Productos, operaciones y tecnología

La industria de bienes de equipo/maquinaria es un sector amplio y diverso que incluye máquinas para el trabajo de los metales, maquinaria eléctrica e ingeniería mecánica, máquinas de herramientas, maquinaria agrícola, maquinaria de construcción, textiles y maquinaria para la fabricación. El tipo de producto que elabora el sector de bienes de equipo/maquinaria es muy especializado, de alta tecnología y de gran inversión. Este sector suele estar enfocado en el desarrollo de productos a la medida del cliente, con procesos de manufactura flexibles, tanto en volumen como en variedad, así como ajustables a cambios en el diseño del producto (Heizer & Render, 2010).

Los principales productos del sector son maquinaria para la agricultura, la construcción y la fabricación, maquinaria comercial y maquinaria general, como motores y bombas. Algunos de estos productos son vendidos directamente al consumidor, como pueden ser los tractores o calentadores, mientras que otros productos son componentes para ensamblar otros productos como, por ejemplo, los motores. También existen productos que son diseñados a la medida del cliente para un proceso en particular de fabricación, como los telares en la industria textil.

Comúnmente el proceso de producción implica la fabricación y ensamblaje de componentes, por lo que pueden tener diferentes procesos de manufactura, desde repetitivos hasta flujos por taller. Frecuentemente, el tipo de proceso de producción es una línea de ensamble, excepto para grandes piezas de maquinaria, la cual puede ser ensamblada en las instalaciones del cliente. La maquinaria es típicamente compleja, y frecuentemente consiste en miles de partes móviles. Por otra parte, la fabricación suele implicar con frecuencia actividades de forja, mecanizado y soldadura que requieren ciertas habilidades y capacidades de los trabajadores. Los productos suelen tener un gran contenido de ingeniería y las compañías pueden producir muchas variaciones de un mismo producto, como un motor, lo cual limita la eficiencia de la línea de ensamble. Normalmente el diseño del producto requiere de alta ingeniería, lo que se suele hacer uso de sistemas CAD/CAM.

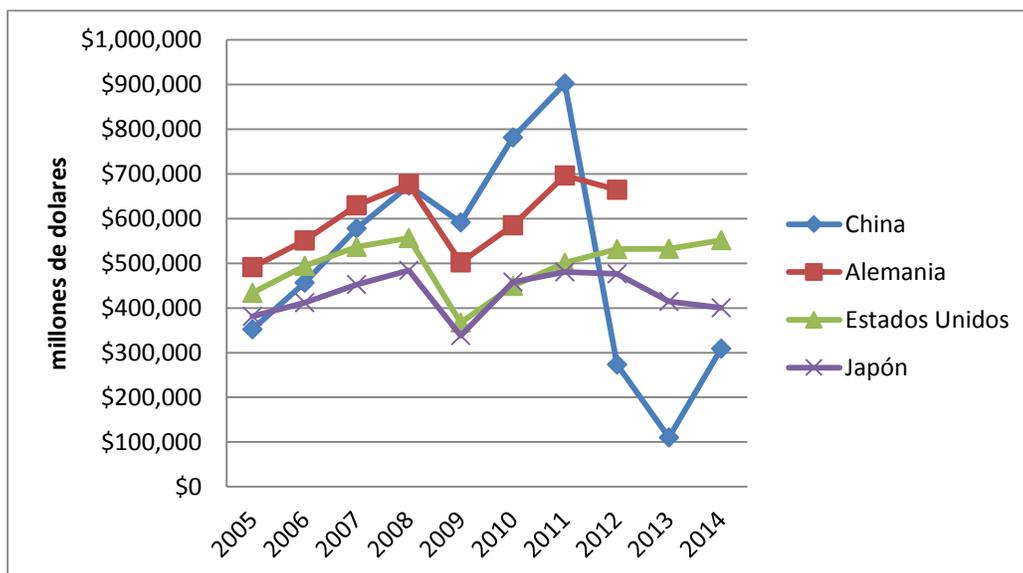
4.2.2 Situación mundial del sector de bienes de equipo/maquinaria

Es un sector importante en la economía mundial. En el 2013 representó aproximadamente el 6,63% de maquinaria eléctrica y el 3,7% de maquinaria industrial de las exportaciones globales respecto a los demás sectores, viéndose superado por el petróleo (8,8%) y la industria automotriz (9,81%) (UN Comtrade, 2013). En la Unión Europea (UE) el sector de bienes de equipo/maquinaria representa una tercera parte de los procesos de fabricación y emplea directamente a casi 11 millones de personas. La producción total del sector asciende a más de €1.000 miles de millones, lo que representa la tercera parte de la producción mundial, ubicándose principalmente en Alemania, Italia, Reino Unido y Francia (VDMA, 2009).

Para conocer el comportamiento de las exportaciones en el sector de bienes de equipo/maquinaria utilizamos la base de datos de *United Nations Commodity Trade Statistics Database* (UN Comtrade). La UN Comtrade es un repositorio de estadísticas y tablas comerciales oficiales. Contiene estadísticas comerciales anuales a partir de 1962. Para nuestro caso, recogimos las estadísticas de las exportaciones del SIC 7 (Maquinaria y equipo de transporte) de la base de datos SITC Rev. 3 correspondientes a los años 2005 al 2014. Se decidió tomar los datos desde el 2005, un año antes del arranque de la tercera ronda del

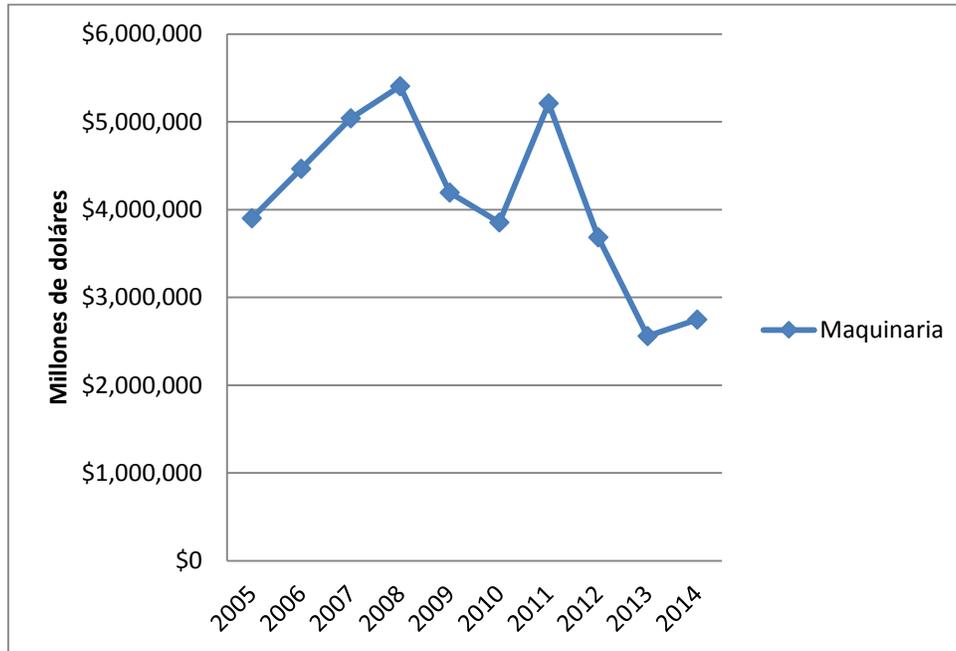
proyecto HPM, suponiendo que las empresas encuestadas en el 2006 hayan tomado como referencia los resultados obtenidos en el 2005. Los resultados se muestran en la Gráfica 4.1 y 4.2.

Tradicionalmente, los principales exportadores en el sector de bienes de equipo/maquinaria han sido Alemania, EE.UU. y Japón. Sin embargo, en los últimos años, China se ha posicionado en el mercado, pasando de la cuarta posición a la tercera en 2006 y, posteriormente, a los primeros lugares del ranking mundial en el 2009, 2010 y 2011. Este crecimiento en las exportaciones del sector de bienes de equipo/maquinaria en China pudo ser causado por la crisis económica o recesión que se inició en EEUU en el 2008 (Wallison y Burns, 2011) y alcanzó a Europa. Una vez estabilizada la economía mundial, las potencias exportadoras del sector de bienes de equipo/maquinaria empezaron a ganar terreno. La industria de la maquinaria en China cae en el 2012 y 2013, posicionándose en el lugar cuarto, y sin figurar en los primeros lugares en el 2013, teniendo una recuperación en el 2014. En tanto, Estados Unidos tiene un crecimiento con respecto al 2011, posicionándose, en primer lugar, en el 2013, una vez recuperada la recesión del 2008. En la Gráfica 4.1 se muestran los ingresos anuales de los principales países exportadores de maquinaria a nivel global. En promedio, en los últimos nueve años (2005-2013), la participación de estos países en la exportación de maquinaria ha contribuido con el 50,8% del total del sector. Se puede observar que Alemania había estado entre los primeros lugares de países exportadores del 2005 al 2012, no figurando en los primeros cuatro lugares para el 2013 y 2014. Sin embargo, China ocupa el primer lugar desde el 2009 al 2011. Esto puede deberse a los bajos costes de producción y el enorme mercado interno de Asia.



Gráfica 4.1 Ingresos anuales de la industria de la maquinaria por países principales.
Fuente: Base de datos UN Comtrade (2015)

De manera global se puede observar en la gráfica 4.2 que el sector de bienes de equipo/maquinaria ha tenido un crecimiento del 2005 al 2008 (11,52% en promedio), pero en el 2009 y 2010 tuvieron un decrecimiento del 22,3% y 8,15%, respectivamente. Este descenso pudo ser causado por la desaceleración de la economía de Estados Unidos, que tuvo impacto en las grandes economías del mundo (Navas, 2008), lo que pudo afectar a los proyectos tecnológicos de las empresas que impactan al consumo del sector de bienes de equipo/maquinaria. En 2011 se observa una recuperación del sector, con un crecimiento del 35,23% con respecto al año anterior, regresando a los márgenes que se tenían en el 2008. Sin embargo, en 2012 el sector sufre una fuerte caída en las exportaciones provocada, principalmente, por la desaceleración del sector bienes de equipo/maquinaria en China. Esta desaceleración también se observa en 2013, donde tiene una caída del 30,51% respecto al año anterior. Para el 2014, se observa una pequeña alza del 7.34% en el sector respecto al año anterior.



Gráfica 4.2 Ingresos anuales del sector de maquinaria.
Fuente: Base de datos UN Comtrade (2015)

Este sector está compuesto por grandes empresas de las que se destacan las principales de acuerdo a la lista de las 2000 empresas más importantes publicada por Forbes en 2013 (Tabla 4.1). En esta Tabla se puede observar que la mayoría de las empresas importantes del sector de bienes de equipo/maquinara pesada están localizadas en Japón, China y Estados Unidos. Entre las empresas más grandes en Estados Unidos se encuentran Carterpillar, Deere & Co y Paccar.

| Posición | Empresa | País |
|----------|-----------------------------|----------------|
| 97 | Caterpillar | Estados Unidos |
| 166 | Deere & Co | Estados Unidos |
| 210 | Volvo Group | Suecia |
| 331 | Komatsu | Japón |
| 379 | Hyundai Heavy Industries | Corea del sur |
| 472 | Paccar | Estados Unidos |
| 510 | Cummins | Estados Unidos |
| 546 | Mitsubishi Heavy Inds | Japón |
| 606 | Kubota | Japón |
| 653 | China Shipbuilding Industry | China |
| 710 | CSR | China |
| 779 | Zoomlion Heavy Industry | China |
| 795 | Samsung Heavy Industries | Corea del sur |
| 848 | Shanghai Electric Group | China |
| 851 | Sany Heavy Industry | China |
| 863 | China CNR | China |
| 1126 | Kawasaki Heavy Inds | Japón |
| 1151 | Weichai Power | China |
| 1225 | IHI | Japón |
| 1290 | Wärtsilä | Finlandia |

Tabla 7.1 Principales empresas del sector de bienes de equipo/maquinaria a nivel mundial.

Fuente: Forbes (2000)

4.2.3 Aspectos competitivos del sector de bienes de equipo/maquinaria.

La demanda de la maquinaria es propiciada por la actividad industrial global y la riqueza de sectores tales como agricultura, construcción y generación de energía. La rentabilidad de las empresas de bienes de equipo/maquinaria depende de la experiencia en ingeniería y de la eficiencia de producción. La ventaja para las grandes compañías de bienes de equipo/maquinaria es el enfoque a economías de escala en compras, mientras que en las empresas pequeñas su base de competencia es la especialización (First Research, 2014).

Para responder a los cambios en la demanda del cliente, los fabricantes prefieren implantar procesos de producción con maquinaria que pueden ser fácilmente reconfigurados, es decir, que proporcionen cierta flexibilidad para realizar una variedad de productos y faciliten la actualización de los equipos con nuevas tecnologías. Esto hace que el personal que trabaja en este tipo de plantas sea altamente calificado.

Por lo tanto, el sector de bienes de equipo/maquinaria se ha convertido en una industria diversa, incorporando la electrónica, *software* y servicios en las soluciones de bienes de equipo para los sistemas de producción y procesamiento complejos. Así pues, este conocimiento intensivo, de alto valor agregado, ofrece a otros sectores medios y tecnologías para mejorar la productividad. Siendo así que el sector requiere un alto nivel de innovación y personalización, que es un área en la que las PYMES europeas tienen ventajas competitivas (EU SME Centre, 2011).

4.2.4 Desafíos del sector de bienes de equipo/maquinaria

El ambiente de mercado globalizado es inestable y altamente competitivo, por lo que las empresas de maquinaria se enfrentan a numerosos desafíos para ser competitivas. Los desafíos más destacados se enuncian a continuación (EU SME Centre, 2011, PwC, 2011, 2103, First Research, 2014):

- *Mercado inestable*: el sector de bienes de equipo/maquinaria es muy sensible a los vaivenes de la economía global, siendo que la demanda de maquinaria puede caer rápidamente durante periodos de bajo crecimiento económico. Como se ha visto, la crisis mundial iniciada desde 2009 ha afectado al crecimiento de exportaciones e importaciones de maquinaria a nivel internacional. No obstante, algunos países, como China, se han podido posicionar en los primeros lugares de exportación de maquinaria.
- *Competencia agresiva* – La competencia en este sector está concentrada principalmente en cuatro países: Alemania, China, Estado Unidos y Japón. Sin embargo, algunos países, tales como Corea del Sur y Francia, buscan aumentar sus

exportaciones. El mercado del sector de bienes de equipo/maquinaria enfrenta mayor competencia en los mercados de exportación, tanto de los fabricantes de maquinaria sofisticada (Japón y Alemania) y de los productores de bajo coste, baja tecnología de maquinaria (China y México). A nivel empresa, la competencia está segmentada por los grandes corporativo, como el caso de Caterpillar, Deere & Co, Volvo Group, Komatsu, Hyundai Heavy Industries, entre otras, que buscan posicionarse más rápidamente en diferentes mercado alrededor del mundo con productos de alta calidad y tecnología.

- *Suministros de materia prima:* los costes de la materia prima afectan al desempeño del sector, ya que dependen de la variación del precio del aluminio, cobre y plástico.
- *Diseño del producto:* el producto tiende a ser complejo y sensible a los cambios de tecnología, por lo que las compañías deben invertir en investigación y desarrollo. Nuevas versiones de maquinaria estándar frecuentemente incorporan aplicaciones electrónicas avanzadas. El gran uso de componentes computerizados requiere que los fabricantes desarrollen nuevas capacidades ingenieriles. Por otra parte, el diseño de nuevas fábricas requiere maquinaria versátil: para responder a los cambios en la demanda del cliente, más compañías prefieren procesos de producción con maquinaria que fácilmente pueda ser reconfigurada y tener mayor flexibilidad. El diseño de nueva maquinaria y tecnologías de manufactura tienen que mejorar la efectividad de la maquinaria y reducir costes. Por ejemplo, el uso de software de simulación, como el CAD, puede ofrecer un "prototipo virtual" del producto o de la máquina antes de que un modelo físico está construido, y reducir el diseño de productos costosos y las pruebas físicas.
- *Alto valor agregado:* el sector de bienes equipo/maquinaria debe considerar la incorporación de nuevas tecnologías, software, electrónica y servicios para diseñar soluciones a los sistemas complejos de producción y procesamiento de sus clientes. El sector requiere alta innovación y personalización de productos para ser competitivo.
- *Riesgos ambientales:* frente a las restricciones en cuanto a la energía, los recursos y el medio ambiente, la industria de maquinaria crecerá aún más por el uso de

tecnologías de información, ahorro de energía y otras tecnologías verdes para aumentar la eficiencia y la productividad al tiempo que reduce el consumo de energía y la contaminación.

Algunos sitios Web relacionados con el sector de bienes de equipo/maquinaria se han listado en el Anexo 1 para su consulta. En ellos se puede encontrar estadísticas, tendencias del sector, etc.

4.2.5 Análisis de las variables contextuales del sector de bienes de equipo/maquinaria

En este apartado se revisan los resultados obtenidos respecto a las variables contextuales del sector de bienes de equipo/maquinaria en la tercera ronda del proyecto HPM. La Tabla 4.2 muestra las medias de las variables contextuales. El tamaño de las empresas de bienes de equipo/maquinaria encuestadas, medida en número promedio de empleados, es de 1045 empleados. Se aprecia que el porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas del sector encuestadas es alto, llegando al 86,38%. Las plantas con alto grado de personalización de productos (sumando los porcentajes de actividades de diseño ad-hoc y la fabricación personalizada) representan aproximadamente el 47% del total de la muestra, mayor que el 32% de las plantas con productos estandarizados. Esto confirma una de las características principales del sector mencionada con anterioridad, la personalización de productos, que representa un elemento diferenciador para la competitividad. El tipo de proceso de fabricación predominante en el sector tiende a la producción a baja escala, es decir, por proyectos (un modelo) o lotes pequeños que representan el 53,6%, mientras que los sistemas continuos solo representan el 11%. Esto era de esperarse, ya que los productos del sector de la maquinaria tienden a ser más especializados y diseñados a las necesidades del cliente, por lo que el proceso de producción debe estar enfocado a lotes pequeños o unitarios. Con respecto a los tipos de equipos y procesos utilizados en la plantas, los equipos estandarizados adquiridos a proveedores representan el 48%, mientras que los equipos patentados diseñados por la planta suponen solo el 10,6%. Es decir, de acuerdo a los resultados de las plantas encuestadas, éstas tienden a utilizar, en mayor medida, equipos adquiridos a proveedores para su proceso. En cuanto a la antigüedad de los equipos en las

plantas, entre los 6 y 20 años de antigüedad representan el 54% de la muestra. Los equipos con menos de dos años de antigüedad conforman el 11% y tienen una antigüedad mayor a 6 años en el 78% de las empresas. Probablemente esto se debe a las características del sector, tales como la estabilidad en cambios de tecnología y productos. Además, este tipo de compañía busca maquinaria que se adapte rápidamente a los cambios de ingeniería de los productos, lo que hace retrasarse su reemplazo. Sin embargo, este puede ser uno de los desafíos importantes del sector, al incorporar nuevas tecnologías y software en el diseño de los equipos para generar ventajas competitivas.

Analizando las mismas variables contextuales del sector, pero diferenciando las plantas de alto rendimiento (HP) y de rendimiento estándar (SP), los resultados encontrados se muestran en la Tabla 4.2. En cuanto al tamaño de la planta se observa poca diferencia entre los tipos de planta. Sin embargo el porcentaje medio de utilización de la capacidad es mayor en las plantas HP que en las plantas SP, lo que podría relacionarse con una mejor eficiencia en plantas de HP. Se puede observar que en las plantas de HP predomina la fabricación personalizada (61,2%) y el tipo de proceso de fabricación por proyecto (46,25%) y lotes pequeños (14,28%), encontrándose una consistencia. En las plantas SP la personalización de productos no presenta concentración que permita trazar un perfil entre sus escalas, así como el tipo de proceso de fabricación. Los tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas HP y SP son, en su mayoría, adquiridos a proveedores estandarizados o modificados para la empresa, con un porcentaje del 84,16% y 74,56%, respectivamente. La antigüedad de los equipos en las plantas HP y SP están en un rango de 3 a 20 años de antigüedad (81% y 74%, respectivamente), observándose que el porcentaje de plantas de HP con equipo mayor a 20 años es del 8% y para plantas SP del 14,12%.

| Variable | Media | HP | SP |
|---|-------|-------|-------|
| Tamaño de las plantas | 1045 | 900 | 1054 |
| Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas (%) | 86,38 | 89,67 | 85,37 |
| Porcentaje grado de personalización de productos | | | |
| Actividades de diseño ad-hoc (%) | 17,90 | 12,50 | 19,41 |
| Fabricación personalizada (%) | 29,03 | 61,25 | 27,61 |
| Montaje personalizado (%) | 13,93 | 1,25 | 16,37 |
| Entrega personalizada (%) | 7,10 | 1,25 | 7,75 |
| Productos estandarizados (%) | 32,01 | 23,75 | 28,86 |
| Tipos de procesos de fabricación de las plantas | | | |
| Proyectos (un modelo) (%) | 26,91 | 46,25 | 27,65 |
| Lotes pequeños (%) | 26,63 | 14,29 | 27,94 |
| Lotes grandes (%) | 12,78 | 2,86 | 16 |
| Repetitivos/líneas (%) | 12,62 | 13,57 | 13,67 |
| Continuos (%) | 11,18 | 23,04 | 9,78 |
| Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas | | | |
| Equipos estandarizados adquiridos a proveedores (%) | 48,13 | 39,17 | 47,57 |
| Equipos de proveedores modificados para uso de la empresa (%) | 26,55 | 45 | 27,04 |
| Equipos patentados diseñados por la propia compañía (%) | 10,61 | 8,33 | 11,77 |
| Equipos patentados diseñados y fabricados por la propia compañía (%) | 14,70 | 7,5 | 13,61 |
| Antigüedad de los equipos en las plantas | | | |
| 2 o menos años de antigüedad (%) | 11,06 | 11 | 12,7 |
| De 3 a 5 años de antigüedad (%) | 21,29 | 26 | 22 |
| De 6 a 10 años de antigüedad (%) | 22,91 | 31 | 24,06 |
| De 11 a 20 años de antigüedad (%) | 31,14 | 24 | 27,86 |
| Más de 20 años de antigüedad (%) | 14,22 | 8 | 14,13 |

Tabla 4. 2 Variables contextuales del sector de bienes de equipo/maquinaria.

4.3 MODELO TEÓRICO E HIPÓTESIS

Como hemos comentado, el presente estudio se centra en la industria de bienes de equipo/maquinaria, siendo una industria caracterizada por productos de alta inversión y de diseños complejos y personalizados para sus clientes. El contexto de este sector, en línea con

los resultados obtenidos en el proyecto de HPM, se enfoca, en gran medida, a la personalización de productos con procesos de fabricación más flexibles y adaptables a los requerimientos del cliente (procesos de fabricación por proyectos o lotes pequeños). Así pues, sus equipos son más estandarizados y con una antigüedad entre 3 y 20 años. Este tipo de industria se mueve en un mercado inestable, ya que depende, en gran medida, de la economía mundial y de las inversiones de sus clientes, dado que sus productos, en gran mayoría, son de altos costes y muy especializados. La industria de bienes de equipo/maquinaria se caracteriza por una intensa competencia a nivel global, concentrándose el mayor número de plantas en EE.UU., Asia y Europa representando más del 40% de las exportaciones del sector. Así pues, es una de las más importantes industrias a nivel mundial y de mayor crecimiento en economías emergentes, por lo que es importante revisar qué prácticas de manufactura pueden apoyar a este tipo de industria a obtener ventajas competitivas. El proyecto HPM revisa varias prácticas de manufactura que han tenido éxito en su implementación en ciertas industrias como, por ejemplo, en la industria automotriz. En nuestro estudio nos centramos en la MS y la TM para revisar si, en el contexto de las empresas de bienes de equipo/maquinaria, pueden ofrecer mejoras en el OP cuando trabajan juntas o separadas /objetivos 3, 4 y 5).

Retomando nuestra pregunta de investigación definida en el capítulo 1, y centrándola en el sector estudiado en este capítulo, la podemos formular de la siguiente manera: *¿Existe interrelación entre el nivel de implementación de la MS y el nivel de implementación de la TM en el contexto de las plantas bienes de equipo/maquinaria y afecta al OP?*

Para contestar a esta pregunta primero se verifica si la implementación de la MS o la TM o el efecto interactivo de ambas afectan al OP en empresas de bienes de equipo/maquinaria, y si este efecto se conserva con la inclusión de las variables contextuales. Posteriormente, identificamos la interrelación de estas dos prácticas para conocer qué práctica tiene mayor influencia o efecto sobre la otra. Por último, analizamos la interacción que existe entre las dos PAP y su efecto en el OP, evaluando si estas dos prácticas de manufactura tienen comportamiento diferente para plantas de alto rendimiento (HP) y plantas de rendimiento estándar (SP). Para analizar estas relaciones entre TM, MS, OP y variables

contextuales se plantean quince hipótesis, las cuales se muestran en la Figura 4.1. El análisis y justificación de cada hipótesis se realiza en los próximos subapartados.

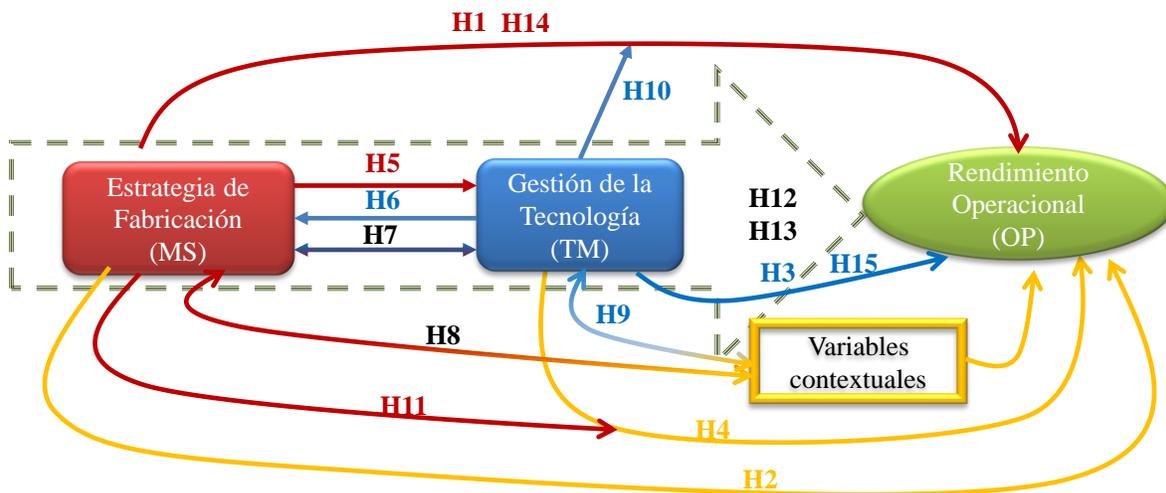


Figura 4.1 Relaciones entre la MS, TM, variables contextuales y OP.

4.3.1 La relación de MS, TM y variables contextuales sobre el OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria

Entre los desafíos del sector de bienes de equipo/maquinaria se encuentra la demanda de los clientes de maquinaria flexible, que les permite hacer una gran variedad de productos y disminuir tiempos de preparación o cambio de producto (*setup*). De ahí que el diseño del producto sea elemental, pero también el proceso de fabricación que depende de los planes a largo plazo de la empresa. En la literatura se ha estudiado la relación entre la MS y el OP. En el marco del proyecto de HPM, algunos autores han estudiado esta relación de manera conjunta en los tres sectores analizados y han encontrado que existe una relación significativa y positiva entre estas dos variables (Morita y Flynn, 1997; Milling *et al.*, 1999; Bates *et al.*, 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004; Devaraj *et al.*, 2001; Devaraj *et al.*, 2004 y Thun, 2008; Ortega, 2008). Asimismo, autores de proyectos diferentes al HPM sugieren que la MS está relacionada con el OP (Amoako-Gyampah y Acquah, 2008; Corbett, 2008; Rose *et al.*, 2008;

Oltra y Flor, 2010; da Silveira y Sousa, 2010). Williams *et al.* (1995) encontraron que, en negocios en industrias maduras agresivas, el énfasis sobre programas de aseguramiento de la calidad puede proveer mejoras significativas en el desempeño frente a aquellas enfocadas en los sistemas de planificación y control o procesos de manufactura innovadores. Este es el caso también del sector de bienes de equipo/maquinaria, donde, para ser competitivos, se debe desarrollar la innovación y la calidad de los productos. En general, en la literatura se ha estudiado la relación de la MS con el OP sin diferenciar por sectores. Por ello, la falta de estudios que midan el efecto de la implementación correcta de la MS sobre el OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria, nos lleva a definir la siguiente hipótesis:

H1: La MS afecta positivamente al OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

También es importante verificar si la presencia de las variables contextuales tiene algún efecto sobre el comportamiento de la MS en el OP, ya que elementos tales como el tipo de proceso de manufactura o la personalización de productos pueden tener efectos en el OP. En la literatura se ha estudiado el efecto de variables ambientales en la relación de la MS y OP, encontrando un efecto positivo (Ward *et al.*, 1995; Chin-Fu, 1996; Badri *et al.*, 2000). Ortega (2008) encuentra que se mantiene positiva y significativa la relación de MS-OP en presencia de las variables de control en el sector de componentes de automoción. Machuca *et al.* (2011) evalúan el efecto de las variables contextuales en la relación MS-OP en sector de componentes de automoción, encontrando que esta relación se mantiene. Sin embargo, no hay una certeza de que las variables contextuales afecten o no a un sector como el de bienes de equipo/maquinaria, proponiendo nuestra siguiente hipótesis de la siguiente manera:

H2: El efecto de la MS en el OP se ve afectado por las variables contextuales de las empresas de bienes de equipo/maquinaria.

Como hemos indicado en la revisión de la literatura del capítulo dos, se han encontrado evidencias que muestran que la TM mejora el OP tanto en el marco del proyecto HPM (Flynn y Flynn, 1999; Maier y Schroeder, 2001; Ortega, 2008, Machuca *et al.*, 2011), como fuera de dicho proyecto (Boyer *et al.*, 1996; Tsai, 2004; Raymond, 2005). Bates y Flynn (1995) han mostrado altos rendimientos de producción por el uso de innovaciones

tecnológicas. Por su parte, Hayes y Wheelwright (1985) argumentan que el desarrollo de la propiedad tecnológica impacta sobre la ventaja competitiva. Sin embargo, se han encontrado también estudios en los que la TM no influye en el OP (Beaumont y Schroeder 1997, Boyer *et al.*, 1997; Swamidass y Kotha 1998, Cagliano y Spina 2000; Das y Jayaram, 2003), lo que abre una brecha en la conclusión de si la TM afecta o no el OP. Además, en el contexto de las empresas de bienes de equipo/maquinaria, parece que la tecnología es un elemento competitivo clave. En el informe de la *First Research* (2014), se comenta que las mejoras tecnológicas y la inversión en investigación y desarrollo son elementos clave en el lanzamiento de nuevos productos. Asimismo, el uso de la tecnología en el proceso de diseño apoya la reducción de los costes y tiempos de entrega. Sin embargo, el tiempo de ciclo de vida en productos de maquinaria es mayor que el de aquellos productos basados en la tecnología, como la industria electrónica. En consecuencia, ¿será la tecnología un elemento importante que afecta al OP de las firmas manufactureras de maquinaria?, para contestar esta pregunta se formula la siguiente hipótesis:

H3: La TM afecta positivamente al OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

También es importante evaluar si la TM provoca el mismo efecto en la OP en presencia de variables contextuales tales como utilización de la capacidad de la planta, el tamaño de la empresa, tipos de equipo de proceso, tipo de proceso de fabricación, personalización de productos o antigüedad del equipo de proceso. En la literatura en el contexto del proyecto HPM hemos encontrado algunos estudios que introducen las variables contextuales en la relación de TM-OP. Así, Ahmad y Schroeder (2001) revisan el impacto del intercambio externo de datos sobre el desempeño en la entrega, considerando factores contextuales como es la diversidad de productos, personalización de productos, tamaño de la organización e inestabilidad de la producción, encontrando que el uso del EDI está relacionado significativamente con el desempeño en la entrega, asimismo en presencia de factores contextuales. Por su parte, Ortega (2008) y Machuca *et al.* (2011) encuentran que la relación TM-OP no se ve afectada por la presencia de las variables contextuales en el sector de componentes de automoción. Por lo tanto, no hay evidencias suficientes que señalen si las

variables contextuales afectan o no a la relación de TM-OP en sectores como bienes de equipo/maquinaria. Por ello se plantea la siguiente hipótesis:

H4: El efecto de la TM en el OP se ve afectada por las variables contextuales de las empresas de bienes de equipo/maquinaria.

Para testar estas las hipótesis H1 a H4 se utilizan modelos de congruencia basados en medición del ajuste entre dos variables y el OP. El modelo más común es el modelo universal, que nos ayuda a verificar si cada práctica examinada en este estudio contribuye al OP de las empresas de bienes de equipo/maquinaria. En la Figura 4.2 mostramos las relaciones de la MS, TM y variables contextuales sobre el OP y su correspondencia con las hipótesis planteadas hasta el momento.

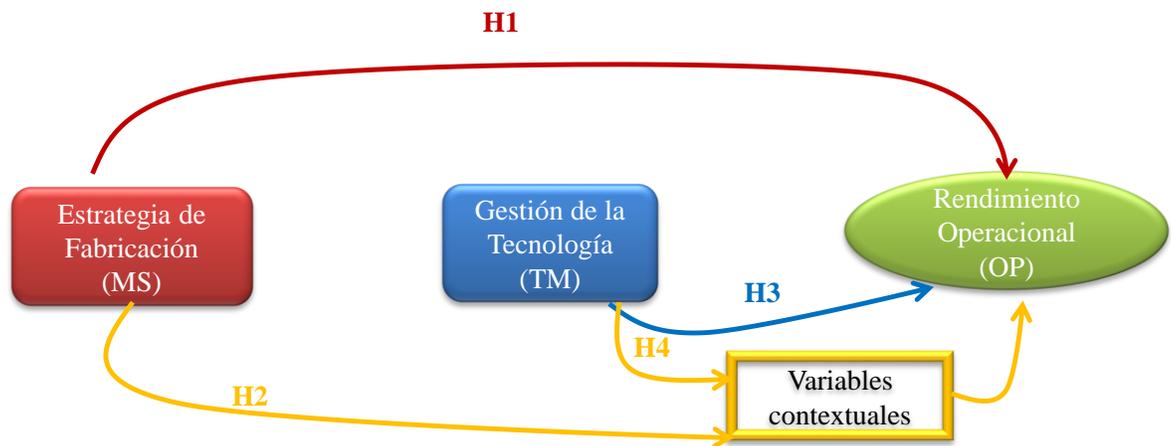


Figura 4.2 Las relaciones entre la MS, TM, variables contextuales y OP.

4.3.2 Interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales en el sector de bienes de equipo/maquinaria

Como hemos mencionado con anterioridad, el sector de la maquinaria tiene entre sus desafíos la incorporación de nuevas tecnologías en los productos y los procesos de

fabricación. A pesar de que la MS en este sector se oriente más hacia MTO (*make to order*), buscando reducir tiempos de entrega y costes, la tecnología juega un papel muy importante en el diseño de productos, desde la utilización de simuladores hasta la incorporación de nuevas tecnologías al diseño del producto. La teoría sugiere que la contribución de manufactura a la orientación de la tecnología puede ser alcanzada a través de los sistemas de planificación y control y el uso de innovación en los procesos de manufactura. Así que el desarrollo de ventajas competitivas usando solamente la tecnología es improbable que sea sostenible, tienen que ser ajustadas efectivamente a las estrategias de mercado y de manufactura (Clark, 1989; Werther *et al.*, 1994). Esto indica que la MS y la TM deben estar relacionadas para alcanzar niveles competitivos. En el proyecto de HPM hemos encontrado algunos estudios que examinan la interrelación de la MS hacia la TM (Matsui, 2002; Ortega *et al.*, 2011). Así, Matsui (2002) encuentra que la tecnología está fuertemente influenciada por la MS. Ortega *et al.* (2011) encuentra que la MS tiene influencia en la TM en el sector de componentes de automoción. Es de suponer que la MS define el rumbo de la tecnología y no de manera inversa. Por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis a testar:

H5: El nivel de implementación de la MS, en el sector de bienes de equipo/maquinaria, es una variable explicativa del nivel de implementación de la TM.

Mucho se ha mencionado respecto al papel que juega la TM con la MS. Ortega *et al.* (2011) encuentran que la TM influye parcialmente en las dimensiones de la MS. Por tanto, una forma en la que la tecnología afecta a la función de fabricación es a través de la automatización de las actividades de planificación y control. Wheerwright (1984) y Anderson *et al.* (1989) apoyan este argumento. Congden (2005) detecta que en empresas de metal-maquinaria una MS-TM alineada está relacionada con altos desempeños financieros, y que las tecnologías avanzadas de manufactura pueden alterar el pensamiento convencional en términos de flexibilidad-eficiencia en el mercado. Por lo tanto, la siguiente hipótesis se enuncia:

H6: El nivel de implementación de la TM, en el sector de bienes de equipo/maquinaria, es una variable explicativa del nivel de implementación de la MS.

Basados en la posible relación unidireccional entre ambas prácticas surge una hipótesis, que sería consecuencia de las dos anteriores, y que Ortega *et al.* (2011) han estudiado en el sector de componentes de automoción, encontrando que existe cierta congruencia entre estas dos variables. En concreto, se propone testar:

H7: El nivel de implementación de la MS y el de la TM están positivamente relacionados en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

Por otra parte, la infraestructura, procesos y antigüedad de equipos pueden influir en el desarrollo de la empresa para mejorar su posición competitiva, ya que definen las capacidades de la empresa ante un ambiente de mercado. También, en el contexto de la planta, la implementación de la MS y/o TM es complicada y en ocasiones cuando son implementadas no se obtienen los resultados esperados. Machuca *et al.* (2011), en el sector de componentes de automoción, concluyen que las variables contextuales pueden estar vinculadas al nivel de implementación de la MS. Por ello, es importante examinar si las variables contextuales tienen alguna relación con el nivel de implementación de la MS en el contexto de la industria de bienes y equipo/maquinaria. En consecuencia, se plantea la siguiente hipótesis:

H8: El nivel de implementación de la MS y el nivel de las variables contextuales están relacionados en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

Asimismo, es importante evaluar si el nivel de implementación de la TM se relaciona con el nivel de variables contextuales, tales como utilización de la capacidad de la planta, el tamaño de la empresa, tipos de equipo de proceso, el tipo de proceso de fabricación, la personalización de productos o la antigüedad del equipo de proceso. Por ejemplo, Swamidass y Kotha (1998), en un estudio realizado a empresas manufactureras, examinan la relación entre las variables de uso de AMT, tamaño de la empresa y desempeño, encontrando que el tamaño de la empresa modera débilmente la relación AMT en el desempeño. Por lo tanto, la siguiente hipótesis planteada es:

H9: El nivel de implementación de la TM y el nivel de las variables contextuales están relacionados en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

Para examinar la relación positiva o negativa de la MS y TM, sin medir la dirección de casualidad en la relación entre ambas, ni su efecto sobre el OP, nos apoyamos en técnicas de ajuste multivariantes como son el análisis canónico de la correlación y la MMRA. Para testar las hipótesis H5 y H6 se usa un enfoque de regresión múltiple multivariante para explicar la unidireccionalidad de las dos prácticas. Para testar la hipótesis H7 se emplea el análisis canónico de correlación para examinar la posible bidireccionalidad de las dos variables.

En lo que respecta a las hipótesis H8 y H9, se realizan dos subgrupos de alta y baja implementación de la MS y la TM, y los comparamos con el alto y bajo nivel de las variables contextuales utilizando la prueba de la chi-cuadrado.

La Figura 4.3 muestra las interrelaciones de la MS y TM, así como como cada una de las PAP con las variables contextuales. Cada una de estas se asocia a las hipótesis de H5 al H9.

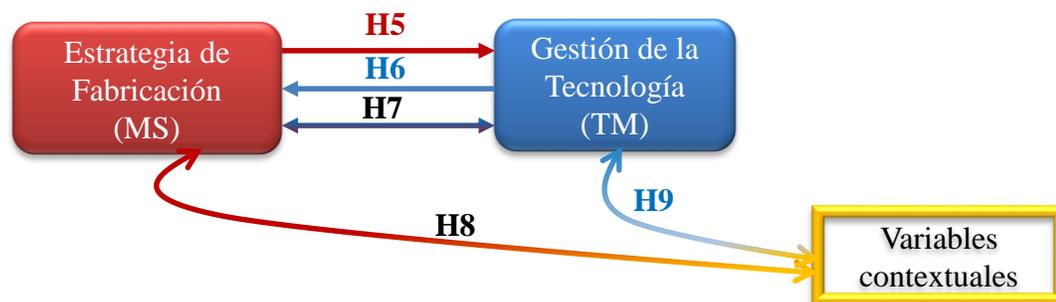


Figura 4.3 Las interrelaciones entre la MS, TM y variables contextuales.

4.3.3 Interacción entre la MS, TM y OP

Al manejar productos de altos costes y especializados, las empresas de bienes de equipo/maquinaria deben buscar procesos de producción eficientes que les permitan la

flexibilidad para cumplir con los requerimientos del cliente, bajar costes y disminuir tiempos de entrega. Una buena MS ayuda a la empresa a ser más competitiva. Kotha y Swamidass (2000) investigan las complejas relaciones entre la estrategia, AMT y el desempeño, encontrando un cierto ajuste entre ellas. Congden (2005) estudia el ajuste entre estrategia y tecnología y su impacto en la mejora del desempeño en empresas metal-maquinaria, y encuentra que existe cierto ajuste entre ambas resultando la mejora en el OP. Por su parte, Ortega *et al.* (2008) estudia el efecto moderador de la TM sobre la relación MS-OP en el sector de componentes de automoción, encontrando una relación significativa. Sin embargo, no hemos encontrado estudios que examinen la interacción de la MS y TM sobre la OP. Por lo tanto nuestra siguiente hipótesis la definimos como:

H10: El nivel de implementación de la TM tiene efectos positivos en la relación de la MS y el OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

De la misma manera, la implementación de nuevas tecnologías, tanto en el producto como en el proceso, ha apoyado a las empresas de bienes de equipo/maquinaria a reducir costes y tiempos en el diseño de productos (First Research, 2014). Pero, una vez terminada la etapa de diseño, viene la fabricación del producto que se ve afectada por la MS. En el estudio que realiza Ortega (2008) en la industria de componentes de automoción, encuentra que existe el efecto moderador de la MS sobre la relación TM-OP. Sin embargo no hemos encontrado algún estudio que examine el efecto interactivo de la MS sobre la relación de la TM-OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria, por ello planteamos la siguiente hipótesis:

H11: El nivel de implementación de la MS afecta positivamente la relación de la TM y el OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

Profundizando en las relaciones planteadas, nos preguntamos ¿cuál es el efecto sobre el OP de la interrelación que pudiese existir entre la MS y la TM en las plantas de bienes y equipo? Ello nos lleva a establecer la siguiente hipótesis:

H12: La interrelación de la MS y la TM en el sector de bienes de equipo/maquinaria afecta significativamente al OP.

Schroeder y Flynn (2001) mencionan que las empresas para ser competitivas y generar ventajas competitivas, deben relacionar las PAP una con otra. Por lo tanto, la MS y TM deben estar relacionadas para enfrentar los desafíos de cambios e intensa competencia en un ambiente de negocios global, como es el caso del sector de bienes de equipo/maquinaria. Sin embargo, esa relación de la MS y TM ¿será mayor en plantas HP que aquellas consideradas como SP? Ortega *et al.* (2012), analizan la interacción de la MS-TM y su impacto en el OP para el sector de componentes de automoción, encontrando que no existe una diferencia significativa entre plantas HP y SP en la relación de MS-TM. Para verificar si la relación de MS-TM se asocia con plantas HP en el sector de bienes de equipo/maquinaria, planteamos la siguiente hipótesis:

H13: La relación entre la MS y la TM es mayor en empresas de bienes de equipo/maquinaria HP en SP.

En este mismo sentido surge una cuestión más por revisar que relaciona la alta implementación de la MS o la TM con plantas de alto rendimiento. Para alcanzar el alto rendimiento, las empresas deben implantar las mejores prácticas de manufactura y relacionarlas (Filippini *et al.*, 1996, 2001; Schroeder y Flynn, 2001) Así pues, para verificar si el nivel de implementación de la MS o la TM se relacionan con plantas HP del sector de bienes de equipo/maquinaria se han definido las siguientes hipótesis:

H14: El nivel de implementación de la MS está relacionado con el nivel de OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

H15: El nivel de implementación de TM está relacionado con el nivel de OP en el sector de bienes de equipo/maquinaria.

Para evaluar las hipótesis H10 y H11 se utiliza la perspectiva de moderación, ya que nos permite evaluar si la relación entre la variable predictor y la variable criterio varía en presencia de una tercera variable denominada moderadora. En este caso, realizamos un

análisis de correlación de variables independientes con el OP. Para testar la hipótesis H12 se utiliza la interacción multiplicativa, ya que nos permite conocer si el efecto de la relación de dos variables independientes (MS y TM) afecta a la variable criterio OP. Para testar la hipótesis H13, se emplea la perspectiva *matching* para medir el grado de ajuste entre la implementación de las dos prácticas (MS y TM) respecto a las plantas HP y SP. Por último, utilizamos la correlación de subgrupos para comprobar las hipótesis H14 y H15, haciendo uso de las pruebas estadísticas de la t y la chi cuadrado para subgrupos.

En la Figura 4.4 mostramos las interrelaciones entre la MS, TM y el OP y su correspondiente hipótesis.

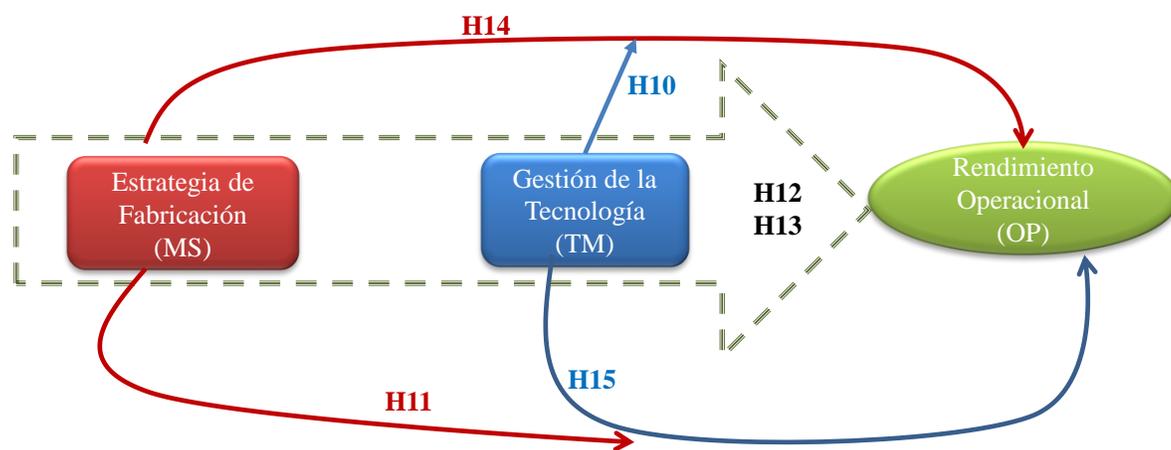


Figura 4.4 Las interacciones entre la MS, TM y OP.

Si tenemos en cuenta los objetivos e hipótesis planteados, estos se relacionan como muestra la Tabla 4.3.

| Objetivos | Hipótesis asociadas |
|------------|---------------------------|
| Objetivo 3 | H1, H2, H3, H4, H14 y H15 |
| Objetivo 4 | H5, H6, H7, H8, H9 |
| Objetivo 5 | H10, H11, H12, H13 |

Tabla 4.3 Asociación de las hipótesis con los objetivos de la investigación.

4.4 ANALISIS PREVIO DEL SECTOR DE MAQUINARIA EN EL PROYECTO DE HPM

Esta investigación se centra en los datos obtenidos en el proyecto HPM referentes a MS, TM, OP y variables contextuales de las empresas de bienes de equipo/maquinaria. La muestra es de 88 plantas distribuidas entre los países integrantes del proyecto (Tabla 4.4).

| País | Sector Maquinaria |
|----------------|-------------------|
| Alemania | 13 |
| Austria | 7 |
| Corea del Sur | 10 |
| Estados Unidos | 11 |
| España | 9 |
| Finlandia | 6 |
| Italia | 10 |
| Japón | 12 |
| Suecia | 10 |
| Total | 88 |

Tabla 4.4 Distribución de empresas del sector de bienes de equipo/maquinaria por país

Para identificar las plantas HP y SP se realizó un análisis clúster identificando aquellas plantas de alto rendimiento (HP), que estaban por encima del promedio de las medidas del OP (situadas en el cuartil superior), y el resto de las plantas se clasificaron en el grupo de plantas con rendimiento estándar (SP). Del total de la muestra, se identificaron 9 plantas de HP y 79 de SP. También se formaron subgrupos para clasificar aquellas plantas que tienen una alta o baja implementación de la PAP estudiada. Para esto se utilizó el criterio de medias, donde las plantas que estuvieran por encima de la media se consideraban de alta implementación y, por debajo de la media, de baja implementación. Para el caso de la MS se encontraron 47 plantas de alta implementación y 41 plantas de baja implementación. Por su parte, la TM arrojó 41 plantas de alta implementación y 47 de baja implementación.

La mayoría de los datos obtenidos en las encuestas son subjetivos, a excepción de las variables contextuales, por lo que fue necesario revisar la fiabilidad y la validez de las escalas de MS, TM y OP de los datos correspondientes al sector de bienes de equipo/maquinaria, mediante el análisis de medición de fiabilidad y validez explicado en el apartado 3.6. La Tabla 4.5 muestra los resultados obtenidos para las pruebas de fiabilidad y validez. La fiabilidad fue medida considerando el alfa de Cronbach, donde el criterio estándar de aceptación de las escalas fue un valor igual o mayor 0,7 (Nunnally, 1978). Todas las escalas utilizadas en el análisis presentaron valores superiores a 0,7 con excepción de la TM. Sin embargo, el intervalo de confianza del 95% para el índice de Cronbach del constructo TM resulta ser, (0,512 - 0,734); el valor puntual resultó 0,64, el cual es inferior a 0,7, sin embargo, queda incluido en el intervalo de confianza, lo cual nos indica que la confiabilidad de este constructo resulta estadísticamente aceptable (Koning y Franses, 2003).

Por otra parte, un conjunto de escalas/dimensiones pueden agregarse para representar constructos si estas escalas se agregan a un factor único. Por lo tanto, una vez que las escalas fueron verificadas por su fiabilidad y validez, el siguiente paso fue formar los constructos MS y TM promediando sus escalas/dimensiones y el constructo OP como suma de sus medidas. Para la validez de los constructos se realizó un análisis de factor de segundo orden para asegurar que el conjunto de escalas podían formar las medidas unidimensionales (Hunter y Gerbing, 1982), aplicándose un valor de corte menor a 0,40 (Hair *et al.*, 1999). Como se puede observar en la Tabla 4.5, el constructo MS es fiable y unidimensional con las seis escalas, contribuyendo significativamente a su formación, con un alfa de Cronbach de 0,844. En el caso del constructo de TM se establecieron tres escalas con un alfa de Cronbach de 0,640. Con respecto al OP, se observa que las medidas que conforman este constructo son fiables y unidimensionales, con un alfa de Cronbach de 0,759.

| | Variable / Dimensión | Factor de Carga | Alfa de Cronbach | Intervalo de confianza |
|----|--|-----------------|------------------|------------------------|
| | MS | | 0,844 | (0,784 - 0,887) |
| S1 | Alcance de la integración funcional | 0,897 | | |
| S2 | Integración entre funciones | 0,895 | | |
| S3 | Liderazgo para la integración funcional | 0,873 | | |
| S4 | Manufactura como recurso competitivo | 0,520 | | |
| S5 | Vínculo de MS-estrategia empresarial | 0,821 | | |
| S6 | Coordinación organizacional de integración funcional | 0,456 | | |
| | TM | | 0,640 | (0,483 - 0,749) |
| T1 | Implementación eficaz de procesos | 0,834 | | |
| T2 | Esfuerzo de diseño interfuncional | 0,793 | | |
| T3 | Introducción de nuevos productos de la corporación | 0,655 | | |
| | OP | | 0,759 | (0,664 - 0,826) |
| | Desempeño en entregas a tiempo | 0,747 | | |
| | Entrega rápida | 0,762 | | |
| | Flexibilidad cambiar el mix del producción | 0,703 | | |
| | Flexibilidad para cambiar el volumen | 0,826 | | |
| | Apoyo al cliente y servicio | 0,533 | | |

Tabla 4.5 Escalas y mediciones para la fiabilidad.

4.5 MÉTODOS DE AJUSTE Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se analizan los resultados de los modelos para testar las hipótesis definidos en la sección 4.3. Dichos modelos han sido explicados en el capítulo 3. Comenzamos con el desarrollo del modelo universal, que examina si la MS y/o la TM por sí mismas son eficaces para asegurar el rendimiento de la planta. Posteriormente, probamos varios modelos de ajuste de congruencia para verificar si existe alguna interrelación entre ambas prácticas, sin que se mida la dirección de causalidad y bidireccionalidad en la relación de ambas, ni el efecto conjunto en el OP. Una vez analizada la congruencia que existe entre la MS y la TM, se revisa el efecto de la interrelación entre ambas PAP sobre el OP mediante dos modelos de ajuste: moderación y *matching*.

4.5.1 Análisis de Resultados del Modelo Universal

Para testar las hipótesis H1 y H3 utilizamos el modelo universal revisado en el capítulo tres. El modelo lo corrimos con la ecuación 3.3, que incluye las variables independientes de la MS y la TM, así como la variable dependiente del OP. Los resultados de este primer modelo se muestran en la Tabla 4.6. Como se puede observar, tanto la MS como la TM no mantienen una relación positiva y significativa con el OP, por lo tanto, se rechaza las hipótesis H1 y H3.

| Factor | OP |
|--------------|-------|
| MS | -1,67 |
| TM | 1,438 |
| | |
| F | 1,525 |
| R2 | 0.038 |
| R2 corregida | 0.013 |

*P≤0.1; **P≤0.05; ***P≤0.01; R2 y R2 corregida según Morris *et al.* (1986), McClelland y Judd (1993) y Ahmad *et al.* (2003)

Tabla 4.6 MS, TM y OP.

Para comprobar si las dos PAP estudiadas tienen efecto en el OP, a pesar de que se incluyan algunos factores contextuales, y poder aceptar o rechazar las hipótesis H2 y H4, utilizamos la ecuación 3.5. En la Tabla 4.7 se puede observar que, en presencia de las variables contextuales, tanto la MS como la TM no muestran cambios significativos con el OP, por lo que se rechazan las hipótesis H2 y H4. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos en el sector de los bienes de equipo/maquinaria, la implementación de la MS o la TM por sí sola no genera impacto en el OP, aun incluyendo las variables contextuales.

| Factor | OP |
|-------------------------------|--------|
| MS | -0,344 |
| TM | 1,086 |
| Tamaño de la planta | 0,033 |
| Personalización producto | 0,025 |
| Utilización de la capacidad | 0,170 |
| Tipos de procesos | 1,245 |
| Equipos y procesos utilizados | 0,251 |
| Antigüedad de equipos | 0,454 |
| | |
| F | 0,517 |

| | |
|--------------|--------|
| R2 | 0,114 |
| R2 corregida | -0,107 |

* $P \leq 0.1$; ** $P \leq 0.05$; *** $P \leq 0.01$; R2 y R2 corregida según Morris *et al.* (1986), McClelland y Judd (1993) y Ahmad *et al.* (2003)

Tabla 4.7 MS, TM, OP y variables de control.

4.5.2 Modelo de congruencia

Siguiendo la misma perspectiva de investigación que se utilizó en el estudio realizado por Ortega (2008) sobre la relación de la MS y la TM en la industria de componentes de automoción, analizamos la conceptualización del ajuste bivariante de las dos variables para conocer su interrelación. Verificamos si las escalas de la MS se relacionan con las escalas de la TM y viceversa, con el fin de conocer el grado de interrelación de ambas variables en el sector de bienes de equipo.

4.5.2.1 Resultados del MMRA

Para testar las hipótesis H5 y H6 se utiliza el MMRA con dos modelos de regresión, correspondientes a las nueve escalas, seis de MS y tres de TM. En cada modelo se incluyen las escalas correspondientes a cada una de las dos prácticas como variable dependiente y las escalas de la práctica restante como variable independiente (ver ecuaciones 3.7 y 3.8 del capítulo 3).

El primer modelo se realizó con la ecuación 3.5, donde las escalas de TM están en función de las escalas de MS, es decir, las dimensiones de la TM actúan como variables dependientes y las dimensiones de la MS como independientes. La Tabla 4.8 muestra los resultados de la MMRA con MS como predictor para el sector de maquinaria. Los test multivariante de *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace* y *Roy's largest root* muestran que los vínculos de la tecnología con la MS-estrategia empresarial (S5) es significativa con $P \leq 0,01$. Asimismo, la manufactura como recurso competitivo (S4) es significativa con $P \leq 0,1$. Las demás dimensiones de la MS resultaron no significativas.

| | | |
|-----------|--------------------------------|-------------|
| S1 | GL: 0,004, 0,996, 0,004, 0,004 | F 0,092 |
| S2 | GL: 0,014, 0,986, 0,014, 0,014 | F 0,357 |
| S3 | GL: 0,050, 0,950, 0,052, 0,052 | F 1,346 |
| S4 | GL: 0,091, 0,909, 0,100, 0,100 | F 2,557 * |
| S5 | GL: 0,209, 0,791, 0,264, 0,264 | F 6,788 *** |
| S6 | GL: 0,038, 0,962, 0,039, 0,039 | F 1,007 |

GL: Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace y Roy's largest root. *P<0.1; **P<0.05; ***P<0.01

Tabla 4.8 MS como predictor en el sector de bienes de equipo/maquinaria; Test multivariantes.

En cuanto a los coeficientes del modelo de regresión, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 4.9. Se pueden observar que se relaciona la implementación eficaz de procesos (T1) con el vínculo de estrategia de manufactura-estrategia empresarial (S5), con niveles de significación del 0,01, y con coordinación organizacional de integración funcional (S6), con un nivel de significación de 0,1. Mientras que el esfuerzo de diseño interfuncional (T2) se relaciona solo con manufactura como recurso competitivo (S4), con un nivel de significación 0,01. Respecto a la introducción de nuevos productos en la organización (T3), es afectada por el vínculo de estrategia de manufactura-estrategia empresarial (S5) con un nivel de significación del 0,1. Estas fueron las únicas relaciones que se encontraron entre la TM y la SM. Por tanto, podemos concluir que existe un vínculo débil de afectación de la MS hacia la TM de acuerdo a los resultados analizados de la muestra de empresas del sector de bienes de equipo/maquinaria. Por lo tanto, de manera agregada, existe una influencia de la MS sobre la TM a pesar que no sea tan fuerte, aceptándose la hipótesis H5.

| Variables dependientes | Variables independientes | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------|-------|----------|------------|---------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| T1 | 0,014 | 0,066 | 1,336 | 0,418 | 16,907 *** | 3,038 * |
| T2 | 0,046 | 0,550 | 2,217 | 7,325*** | 0,055 | 0,036 |
| T3 | 0,109 | 0,087 | 0,010 | 1,525 | 2,807 * | 0,007 |

*P<0.1; **P<0.05; ***P<0.01

Tabla 4.9 Resultados del modelo de regresión múltiple multivariante, TM en función de la MS.

En el segundo modelo las escalas de la TM actúan como variables independientes y las escalas de la MS como variables dependientes. La Tabla 4.10 muestra los resultados de la segunda prueba MMRA con TM como predictor para el sector de maquinaria. Los test multivariante de *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace* y *Roy's largest root* son todos significativos a excepción de la escala T3 (introducción de nuevos productos de la corporación) resultando no significativo con lambda de Wilks de 0,939, $F(6, 77) = 0,836$ y $p = 0,546$. La implementación eficaz de procesos (T1) tiene efecto sobre las escalas de la MS con una lambda de Wilks de 0,560, $F(6, 77) = 10,081$ y $p = 0,000$. Mientras que el esfuerzo de diseño interfuncional (T2) tiene impacto en la MS, con una lambda de Wilks 0,784, $F(6, 77) = 3,541$ y $p = 0,004$. Por lo tanto, T1 y T2 contienen una porción de las varianzas del conjunto de TM.

| | | |
|-----------|--------------------------------|--------------|
| T1 | GL: 0,440, 0,560, 0,786, 0,786 | F 10,081 *** |
| T2 | GL: 0,216, 0,784, 0,276, 0,276 | F 3,541 *** |
| T3 | GL: 0,061, 0,939, 0,065, 0,065 | F 0,836 |

GL: Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace y Roy's largest root. * $P \leq 0.1$; ** $P \leq 0.05$; *** $P \leq 0.01$

Tabla 4.10 TM como predictor en el sector de bienes de equipo/maquinaria. Test multivariantes.

Por otra parte, la Tabla 4.11 muestra los coeficientes de las ecuaciones de regresión. En esta prueba se observa que la implementación eficaz de procesos (T1) afecta en su totalidad a la MS con niveles de significación menor a 0,01. Mientras, el esfuerzo de diseño interfuncional (T2), afecta a las dimensiones de la MS con niveles de significación menores a 0,05, y solo no se relaciona con el vínculo de la MS-estrategia empresarial (S5). Sin embargo, la escala de introducción de nuevos productos en la organización (T3), solo se relaciona con una escala de la MS (vínculo de la MS-estrategia empresarial, con un nivel de significación menor a 0,1). Por lo tanto, podemos destacar que dos elementos de la TM se relacionan positivamente con la MS. Por lo tanto, MS es impactada por la TM de manera agregada, aceptándose la hipótesis H6.

Los resultados muestran que la única escala que no afecta positivamente a la MS es la introducción de nuevos productos en la organización (T3). Este resultado viene a confirmar una de las características del sector de la maquinaria, que sus productos tiene un ciclo de vida mayor que el resto de las industrias, como puede ser el sector de la electrónica.

| Variables dependientes | Variables Independientes | | |
|------------------------|--------------------------|------------|---------|
| | T1 | T2 | T3 |
| S1 | 21,942 *** | 6,004 ** | 0,017 |
| S2 | 15,175 *** | 11,225 *** | 0,124 |
| S3 | 23,257 *** | 12,324 *** | 0,235 |
| S4 | 12,915 *** | 13,367 *** | 0,545 |
| S5 | 52,184 *** | 1,999 | 3,333 * |
| S6 | 28,112 *** | 2,936 * | 0,090 |

*P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01

Tabla 4.11 Resultados del modelo de regresión múltiple multivariante, MS en función de TM.

4.5.2.2 Análisis canónico de la correlación

El análisis de correlación canónica es frecuentemente usado para investigar las relaciones entre dos conjuntos de variables. Este análisis es primeramente descriptivo, sin embargo, puede ser usado para propósitos predictivos. Por lo tanto, hemos usado este método para identificar las relaciones entre MS y TM. Tal como sugiere Hair *et al.* (1999) tres criterios fueron considerados cuando determinamos el número de importantes pares canónicos: 1) el nivel estadístico de significación de la función, 2) la magnitud de la correlación canónica, y 3) la medida de redundancia para el porcentaje de varianzas contadas por los dos conjuntos de variables.

Para nuestro caso, el análisis de correlación canónica está restringido a obtener tres funciones canónicas siendo el conjunto de dimensiones que contiene cada PAP. El primer contraste de significación estadística es para las correlaciones canónicas de cada una de las tres funciones canónicas. En la Tabla 4.12 se indica que solo la función canónica uno es estadísticamente significativa a un nivel de 0,01 y una lambda de Wilks de 0,342. También

se puede observar que la primera correlación canónica fue de 0,762, que representa el 58% de la varianza compartida entre los dos grupos de variables analizadas. La MS tiene un índice de redundancia de 0,38, mientras que la TM tiene un índice de 0,302. Estos valores de redundancia son cercanos, lo que indica que las varianzas son compartidas, aceptándose la primera función canónica.

Además, los pares canónicos han sido interpretados examinando el signo y la magnitud de los pesos canónicos. Sin embargo, esos pesos están sujetos a la consideración inestable debida a los ligeros cambios del tamaño en la muestra, particularmente donde la variable es altamente correlacionada. La carga cruzada canónica (*canonical cross-loadings*) ha sido sugerida como una alternativa preferible para los pesos canónicos (Hair *et al.*, 1999). La carga cruzada canónica muestra la correlación de cada una de las variables dependientes con la variable canónica independiente y viceversa (Ahmad y Schroeder, 2003).

Los resultados de las cargas cruzadas para las tres funciones canónicas se muestran en la Tabla 4.12 y las casillas sombreadas indican una correlación mayor.

| | Primera correlación canónica | | Segunda correlación canónica | | Tercera correlación canónica | |
|---------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|
| Correlación canónica | 0,762 | | 0,399 | | 0,169 | |
| R ² | 0,580 | | 0,159 | | 0,028 | |
| Significación | 0,000 | | 0,094 | | 0,675 | |
| Índice de redundancia: MS | 0,38 | | 0,013 | | 0,003 | |
| Índice de redundancia: TM | 0,302 | | 0,033 | | 0,008 | |
| Ítem | Carga | Coeficiente | Carga | Coeficiente | Carga | Coeficiente |
| MS | | | | | | |
| S1 | -0,592 | -0,013 | 0,050 | -0,224 | -0,034 | 0,462 |
| S2 | -0,565 | -0,009 | 0,144 | 0,495 | -0,041 | -0,439 |
| S3 | -0,620 | -0,265 | 0,123 | 0,475 | -0,066 | -0,864 |
| S4 | -0,597 | -0,118 | 0,172 | 0,984 | 0,069 | 0,973 |
| S5 | -0,717 | -0,56 | -0,089 | -1,147 | 0,035 | 0,401 |
| S6 | -0,599 | -0,19 | -0,025 | -0,347 | -0,049 | -0,597 |
| Tecnología | | | | | | |
| T1 | -0,703 | -0,775 | -0,125 | -0,574 | -0,038 | -0,466 |
| T2 | -0,503 | -0,335 | 0,288 | 1,141 | 0,035 | -0,218 |

| | | | | | | |
|----|--------|--------|-------|--------|-------|-------|
| T3 | -0,397 | -0,124 | 0,004 | -0,429 | 0,145 | 1,101 |
|----|--------|--------|-------|--------|-------|-------|

Tabla 4.12 Correlaciones y coeficientes canónicos estandarizados entre MS y TM.

Al examinar las cargas sugeridas por la primera correlación canónica se nos presenta una relación entre las escalas de la MS (S1, S2, S3, S4, S5 y S6) y las escalas de implementación eficaz de procesos (T1) y el esfuerzo de diseño interfuncional (T2). Las dos siguientes correlaciones canónicas no muestran alguna relación entre las escalas. Por lo tanto, el efecto bidireccional entre las dos PAP existe. En consecuencia, se acepta la hipótesis H7.

4.5.2.3 Análisis de la correlación de los niveles de implementación de las PAP

La primera prueba realizada del análisis de correlación de subgrupos fue la prueba t para conocer si alguna de las PAP (MS o TM) era afectada por la baja o alta implementación de la otra PAP estudiada. En la Tabla 4.13 se muestra que existen diferencias entre alta y baja implementación de la TM respecto a la MS ($t = 5,411$, $p < 0,01$), es decir, una alta implementación de la TM mejora la MS. Por lo tanto, corroboramos la aceptación de la H6. Así pues, la implementación de la TM debe estar ligada a la MS para obtener ventajas competitivas en la industria de los bienes de equipo/maquinara.

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | p |
|---------------------------|-------|----------------|-------|----|---|
| MS | | | 5,411 | 85 | 0 |
| Alta implementación de TM | 5,441 | 0,390 | | | |
| Baja implementación de TM | 4,932 | 0,476 | | | |

Tabla 4.13 Comparación de alta y baja implementación de la TM sobre la MS.

En la Tabla 4.14 se muestran los resultados de la prueba t considerando los subgrupos de baja y alta implementación de la MS con respecto a la TM. Se puede observar que existen diferencias entre subgrupos, siendo que la alta implementación de la MS favorece la TM. Con esta prueba confirmamos la aceptación de la H5. Esto nos indica que el tener una MS

implementada facilita el desarrollo de la TM en empresas donde los cambios tecnológicos son sensibles a la fabricación.

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | p |
|------------------------|-------|----------------|-------|----|---|
| TM | | | 6,582 | 85 | 0 |
| Alta implementación MS | 5,190 | 0,535 | | | |
| Baja implementación MS | 4,483 | 0,453 | | | |

Tabla 4.14 Comparación de alta y baja implementación de la MS sobre la TM.

La prueba de la chi-cuadrado nos permite conocer si la relación entre dos variables nominales es estadísticamente significativa, pero no nos dicen el grado o fuerza de la relación. En nuestro caso, utilizamos la chi-cuadrado para evaluar si existe diferencia entre los grupos formados por una variable (MS o TM) sobre la incidencia de cada categoría de otra variable, ya sea MS o TM (Morgan *et al.*, 2007). Los resultados de la prueba de chi-cuadrado se encuentran en la Tabla 4.15. La prueba exacta de Fisher muestra que la alta y baja implementación de la MS es estadísticamente diferente sobre la alta y baja implementación de la TM, con un valor significativo menor al 0,001. Es decir, la alta implementación de la MS está relacionada con la alta implementación de la TM y viceversa. Por lo tanto, confirmamos la aceptación de la hipótesis H7.

| Variable | N | TM | | P |
|----------|------|------|------|---------|
| | | Alta | Baja | |
| MS | | | | < 0,001 |
| | Alta | 47 | 34 | 13 |
| | Baja | 41 | 7 | 34 |
| Totales | 88 | | | |

Tabla 4.15 Análisis de la chi-cuadrada de los subgrupos de alta y baja implementación de la MS y de la TM.

4.5.2.4 Análisis de la relación de los niveles de implementación de las PAP con las variables contextuales.

En esta sección se analiza el impacto entre las MS y TM con las variables contextuales. Para ello realizamos dos subgrupos de alta y baja implementación de las PAP y los comparamos con el alto nivel y bajo nivel de las variables contextuales, utilizando la prueba de la chi-cuadrado. Para hacer los subgrupos de alta y baja implementación de las prácticas y altos y bajos niveles de las variables contextuales se utilizó el criterio de medias, y con ello se realizó el análisis de pertenencias utilizando la chi-cuadrado.

En el primer análisis realizado comparamos la alta y baja implementación de la MS con cada una de las variables contextuales. Los resultados se muestran en la Tabla 4.16. Como se puede observar ningún valor es menor a 0,05 en la prueba exacta de Fischer, lo cual indicaría que existe alguna relación entre las dos variables. Por lo tanto, la baja o alta implementación de la MS es independiente de los niveles bajos o altos de las variables contextuales en la industria de bienes de equipo/maquinaria. En consecuencia, se rechaza la hipótesis H8. Este resultado puede deberse a que la MS debe estar ligada a niveles estratégicos de la empresa más que aspectos contextuales (Gianesi, 1998).

| Variable contextual | MS * |
|--|-------|
| Tamaño de la Planta | 0,48 |
| Porcentaje grado de personalización de productos | 0,616 |
| Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas (%) | 0,624 |
| Tipos de procesos de fabricación de las planta | 0,816 |
| Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas | 0,644 |
| Antigüedad de los equipos en las plantas | 0,482 |

*Prueba exacta de Fisher

Tabla 4.16 Comparación entre subgrupos de la MS y variables contextuales.

Por otra parte, al realizar el análisis entre la alta y baja implementación de la TM con alto y bajo nivel de las variables contextuales se encontró nuevamente que no existe alguna relación entre ambas variables (Tabla 4.17). Ello indica que la implementación baja o alta de la TM es independiente del alto o bajo nivel de las variables contextuales en el sector de bienes de equipo/maquinaria. En consecuencia, rechazamos la hipótesis H9. Esto es debido a que la implementación de la TM va más allá de aspectos contextuales de la compañía que diferencia a las compañías del sector para generar ventajas competitivas. Por ejemplo, la

introducción de nuevos productos al mercado es independiente del tamaño de la planta, así como de los procesos de fabricación y los equipos de la planta.

| Variable contextual | TM * |
|--|-------|
| Tamaño de la Planta | 0,726 |
| Porcentaje grado de personalización de productos | 0,451 |
| Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas (%) | 0,469 |
| Tipos de procesos de fabricación de las planta | 0,241 |
| Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas | 0,159 |
| Antigüedad de los equipos en las plantas | 0,816 |

*Prueba exacta de Fisher

Tabla 4.17 Comparación entre subgrupos de la TM y variables contextuales.

El uso de la MMRA, el análisis canónico de la correlación y la prueba de la chi-cuadrado de subgrupos nos dibujan correlaciones de las dos PAP (MS y TM). Estas pruebas nos señalan que, en nuestro estudio, en las empresas de bienes de equipo/maquinaria, existe una correlación positiva entre la implementación de la MS y la implementación de la TM. Es decir, existe un efecto del nivel de implementación de la MS hacia el nivel de la TM y de manera contraria. Esto se ve reflejado en que en las dos PAP un alto nivel de una práctica corresponde con el alto nivel de la otra práctica, por lo que existe un ajuste entre las dos prácticas (MS y TM). Los resultados nos indican que para el caso del sector de bienes de equipo/maquinaria tanto la MS como la TM deben estar implementadas e integradas. Sin embargo, para conocer las interrelaciones que existen entre las dos PAP estudiadas y el efecto sobre el OP es necesario utilizar otros modelos, por ejemplo, el de interacción. Bajo este enfoque se puede examinar la interrelación de las dos PAP por la influencia de su interacción sobre el OP. En los siguientes apartados utilizaremos dos perspectivas de interacción, la de moderación y *matching*.

4.5.3 Modelo de Interacción

Los modelos de interacción se apoyan en demostrar que existen diferencias significativas en los coeficientes de correlación entre los subgrupos (Bergeron *et al.*, 2001). Para medir la interacción entre la MS y la TM, cuando existe un desequilibrio de ajuste entre ambas, y su

efecto sobre el OP, utilizamos dos modelos que han sido empleados comúnmente en el concepto de ajuste bivariante: la perspectiva de moderación y la perspectiva de *matching*. A continuación, realizamos las pruebas de interacción para testar las hipótesis H10, H11, H12, H13, H14 y H15.

4.5.3.1 Resultados de la perspectiva de moderación

Para verificar posibles diferencias en los grados de implementación de las PAP entre los dos grupos de plantas (HP y SP) y testar las hipótesis planteadas, utilizamos la correlación de las variables de ajuste con el desempeño y el modelo multiplicativo (Arnold, 1982; Bruning y Kintz, 1987; Venkatraman, 1989; Bergeron, 2001).

Para el primer modelo, medimos el efecto interactivo de la TM como variable predictora y la implementación alta o baja de la MS como variable moderadora, que tendrán implicaciones sobre el OP. Como se muestra en la Tabla 4.18, analizando el efecto de moderación de la MS sobre la relación TM-OP, resultó que la TM tiene un impacto menor positivo en el desempeño para empresas que tienen alta implementación de la MS ($r = 0,174$); esta relación es negativa en empresas con baja implementación de la MS ($r = -0,005$), sin ser ambas relaciones significativas. Esto indica que existe un ajuste menor en la relación TM-OP en presencia de la MS. Como se observa en la prueba realizada mediante el modelo universal de selección, la MS no impacta significativamente en OP, dado esto, posiblemente la afectación como moderador en la relación TM-OP tuvo un impacto menor positivo, sin ser lo suficientemente significativo estadísticamente, por lo tanto rechazamos la H11.

| Correlación con desempeño | MS | |
|---------------------------|-------|--------|
| | Alta | Baja |
| Gestión de la tecnología | 0,174 | -0,005 |

Tabla 4.18 Correlaciones de la TM con OP.

La siguiente prueba es de manera contraria, ahora la TM actúa como moderador de la relación MS-OP. En la Tabla 4.19 se puede observar que la relación MS-OP es baja en empresas con alta implementación de la TM ($r = 0,013$), mientras que esta relación resulta un poco mayor para baja implementación de la TM, ser significativa ($r = 0,033$). Esto nos indica que existe una relación muy baja entre la MS y el OP por efecto moderador de empresas con alta o baja implementación de la TM, por lo que posiblemente hay desajuste entre la relación MS-OP con la implementación de la TM. Así pues, se rechaza la H10. Como se revisó anteriormente, la MS no tiene un efecto positivo en el OP, pues el efecto moderador de la TM no muestra cambios significativos.

| Correlación con desempeño | TM | |
|---------------------------|-------|-------|
| | Alta | Baja |
| MS | 0,013 | 0,033 |

Tabla 4.19 Correlaciones de la MS con OP.

4.5.3.1.1 Resultados del modelo multiplicativo

Para testar la hipótesis H12, nos basamos en el análisis de regresión en términos de interacción entre la MS y la TM (Chenhall y Morris, 1986; Brownell y Merchant, 1990; Gul y Chia, 1994; Chong, 1996; Perera *et al.*, 1997; Bisbe y Otley, 2004).

La muestra de 88 empresas del sector de bienes de equipo/maquinaria fue analizada mediante el SPSS a través de la ANOVA. El resultado muestra que el término SxT no es significativo (Tabla 4.20), lo que nos lleva a pensar que la interrelaciones entre la MS y la TM no afecta significativamente al OP. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis H12. Sin embargo, como observamos en los modelos de congruencia, existe una relación entre la implementación de la TM y la MS, así como, de manera inversa, existe una congruencia débil, por lo que no existe un desajuste entre las dos prácticas. Este resultado nos indica que no existe diferencia en el OP por un desajuste, rechazando la hipótesis H12. También se

observa que ambas PAP no mantienen una relación significativa con el OP, tal y como sucedió con el modelo universal.

| Factor | OP |
|--------------|--------|
| MS | -0,015 |
| TM | -0,244 |
| SxT | -0,020 |
| | |
| F | 1,004 |
| R2 | 0,038 |
| R2 corregida | 0,000 |

*P≤0.1; **P≤0.05; ***P≤0.01

Tabla 4.20 Resultados regresión multiplicativa de las PAP.

4.5.3.2 Perspectiva Matching

La siguiente prueba de ajuste utilizada es la perspectiva de *matching*, que muestra la correspondencia entre dos variables independientes de tal forma que un nivel alto de una variable se relaciona con niveles bajos o altos de la otra variable. A continuación, utilizamos dos métodos alternativos para examinar posibles diferencias en el grado de ajuste e interacción de las dos PAP entre los dos grupos de planta (HP y SP). Estos métodos son: análisis de intercorrelación de variables independientes y análisis de correlación de subgrupos (Joyce *et al.*, 1982; Venkatraman, 1989; Bergeron *et al.*, 2001; Mitchell *et al.*, 2007).

4.5.3.2.1 Análisis de intercorrelación de las variables independientes

La correlación entre la MS y la TM se muestra en la Tabla 4.21. Se puede observar que es altamente significativo para el grupo de rendimiento estándar ($r = 0,643$; $p < 0.001$) y una relación positiva para el grupo de alto rendimiento, sin llegar a ser significativa ($r = 0,664$; $p > 0,05$), pero aproximadamente tienen la misma magnitud en la relación. Desde la perspectiva del *matching*, el ajuste entre la MS y la TM, a pesar de la significación para el

grupo de rendimiento estándar, no tiene impacto sobre el OP. Esto podría implicar que la relación entre la MS y la TM, aunque sea más fuerte en plantas SP, no difiere en los dos subgrupos, por lo tanto se rechaza la H13.

| | | |
|----|------------------|----------------------|
| | TM | |
| | Alto Rendimiento | Rendimiento estándar |
| MS | 0,664 | 0,643*** |

*P<0.1; **P<0.05; ***P<0.01

Tabla 4.21 Intercorrelación de las variables independientes.

4.5.3.2.2 *Análisis de correlación de subgrupos*

Como una alternativa para testar las hipótesis H14 y H15 se utiliza el análisis de correlación de subgrupos, mediante dos pruebas estadísticas, la prueba t y la chi-cuadrado, para verificar si la alta o baja implementación de alguna de las PAP difiere sobre un rendimiento alto o estándar.

Para hacer este análisis se hicieron dos subgrupos, uno correspondiente a la MS y el otro a la TM, en ambos casos, por subgrupos de alta y baja implementación de la PAP para los dos modelos.

Para comparar los dos grupos de plantas (HP y SP) basándonos en los niveles de la MS o la TM utilizamos la prueba t. En este caso se revisaron las medias de cada variable, tanto para las plantas HP como las SP, y se realizó una prueba t como se muestra en la Tabla 4.22:

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | p |
|----------------------|-------|----------------|--------|----|-------|
| MS | | | -0,263 | 68 | 0,793 |
| Alto rendimiento | 5,126 | 0,789 | | | |
| Rendimiento estándar | 5,181 | 0,493 | | | |
| TM | | | -0,627 | 68 | 0,533 |
| Alto rendimiento | 4,74 | 0,767 | | | |

| | | |
|----------------------|-----|-------|
| Rendimiento estándar | 4,9 | 0,625 |
|----------------------|-----|-------|

Tabla 4.22 Comparación de plantas HP y SP sobre la MS y la TM.

La Tabla 4.23 muestra que las medias de las variables no varían significativamente de un grupo de planta a otro, por lo que no hay diferencia entre grupos de planta. En el caso de la MS la media de las plantas consideradas SP es casi similar que el de las plantas HP. La prueba de Box muestra que el valor de significación obtenido es mayor a 0,05, por lo que se concluye que son estadísticamente iguales, indicando que no existe diferencia entre los grupos de planta en presencia de la MS. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis H14.

También en la Tabla 4.22 se observa que la TM tiene las menores diferencias entre grupos de planta, y sus varianzas son muy cercanas, lo que puede suponer que la TM tiene un grado de implementación similar para ambos grupos. Por lo tanto, no existen diferencias en los grupos de planta, rechazando la hipótesis H15.

Para el siguiente análisis se revisaron las medias de cada variable, tanto para alta y baja implementación, de cada una de las dos PAP y el OP. La siguiente prueba t realizada fue verificar si existía alguna afectación de los subgrupos de alta o baja implementación en alguna de las dos PAP estudiadas. En la Tabla 4.23 se muestra que la alta y baja implementación de la MS afecta al OP ($r=1,737$; $p<0,1$), siendo mayor para la alta implementación de MS. Por lo tanto, la alta implementación de la MS es importante para mejorar el OP en la industria de bienes de equipo/maquinaria, siendo una práctica de manufactura que puede marcar la diferencia entre empresas. En el caso de la TM no hay diferenciación en los subgrupos, por lo tanto, no hay afectación en el OP, confirmándose los resultados obtenidos anteriormente con el modelo universal y el de moderación. Con estos resultados podemos concluir que el OP es similar tanto en empresas de alta o baja implementación de la TM, confirmando el rechazo de la hipótesis H15. Esto se debe a que la implementación de la TM tiene afectaciones en los niveles competitivos de la empresa más que en el OP, es decir, lanzar nuevos productos al mercado tiene mayor impacto en la competitividad de la empresa que en la mejora en el OP.

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | p |
|------------------------------|-------|----------------|-------|----|-------|
| OP | | | 1,737 | 78 | 0.086 |
| Alta implementación de la MS | 3,905 | 0,605 | | | |
| Baja implementación de la MS | 3,667 | 0,556 | | | |
| OP | | | 1,636 | 78 | 0.106 |
| Alta implementación de la TM | 3,912 | 0,585 | | | |
| Baja implementación de la TM | 3,698 | 0,584 | | | |

Tabla 4.23 Comparación del OP entre alta y baja implementación de MS y TM.

Por otra parte, para verificar el ajuste de los grupos de MS o TM sobre el OP de las plantas consideradas como HP y SP utilizamos la prueba de la chi-cuadro (Abernethy & Brownell, 1999). La Tabla 4.24 muestra los resultados de la chi-cuadrado, comparando alta y baja implementación de la MS y rendimiento alto o estándar. Los resultados indican que no existe una diferencia significativa entre alta y baja implementación de la MS y el rendimiento alto y estándar de operaciones. Por tanto, las plantas de bienes y equipo/maquinaria con alta o baja implementación de la MS no se relacionan con un alto o estándar rendimiento de operaciones, confirmando los resultados obtenidos en el modelo universal y rechazando la hipótesis H14.

| Variable | n | OP | | p |
|----------|------|------|----------|-------|
| | | Alto | Estándar | |
| MS | | | | 0.265 |
| | Alta | 47 | 6 | 41 |
| | Baja | 41 | 3 | 38 |
| Totales | 70 | | | |

Tabla 4.24 Análisis de la chi-cuadra de la implementación de la MS con OP alto o estándar.

A continuación, se realizó el mismo análisis, pero ahora se evaluó la alta y baja implementación de la TM con el rendimiento alto y estándar de operaciones. Los resultados se muestran en la Tabla 4.25 e indican que en el rendimiento alto y estándar no afectan la alta o baja implementación de la TM. Por lo tanto, no hay una relación significativa entre

empresas de alto rendimiento y una alta implementación de la TM y viceversa, confirmando los resultados obtenidos en el modelo universal y rechazando la hipótesis H15.

| Variable | n | OP | | p |
|----------|------|------|----------|----|
| | | Alto | Estándar | |
| TM | | | | 1 |
| | Alta | 41 | 4 | 37 |
| | Baja | 47 | 5 | 42 |
| Totales | 70 | | | |

Tabla 4.25 Análisis de la chi-cuadra de la implementación de la TM con OP alto o estándar.

Con el análisis de correlaciones de subgrupos utilizando las pruebas estadísticas de la t y la chi-cuadrado, los resultados muestran que, tanto la implementación de la MS como la TM en el sector de bienes y equipo, es similar en los subgrupos de planta, HP y SP. Por tanto, se puede concluir, de acuerdo a los resultados obtenidos, que las dos PAP en un ambiente de alta personalización de productos, como es el sector de bienes de equipo/maquinaria, son necesarias más no condicionantes para ser una planta de HP.

4.6 CONCLUSIONES

En este capítulo se ha examinado la relación que existe entre la implementación de la MS y la TM, y su posible impacto en el OP en el contexto del sector de bienes de equipo/maquinaria. Para esto se utilizaron los datos generados en la tercera ronda del proyecto internacional de HPM para aplicar diferentes modelos de congruencia, que nos proporcionaran una visión de la relación entre las PAP estudiadas y el sector industrial en cuestión. En primera instancia, se revisó el contexto general del sector de bienes de equipo mediante informes y estadísticas del sector de maquinaria. Se encontró que este sector es amplio y diverso, incluyendo la elaboración de diferentes clases de maquinaria, desde tipo industrial hasta productos comerciales como, por ejemplo, motores o maquinaria agrícola. Los productos generados por el sector tienden a ser un personalizados y de alto valor agregado a las necesidades específicas del cliente. Esto implica que los procesos de producción suelen estar en su mayoría enfocado a proyectos o por lotes pequeños.

En cuanto al mercado global, la mayoría de las exportaciones de maquinaria se concentran principalmente en cuatro países, Alemania, China, EEUU y Japón, con una participación del 63,385% del total mundial en 2013. Uno de los desafíos de la industria de la maquinaria es la tecnología de producto, ya que el producto tiende a ser complejo y de alto valor agregado en innovación, por lo que la inversión en investigación y desarrollo puede volverse un arma competitiva. Dado que la tecnología es un elemento importante en la competitividad del sector de maquinaria, si esta tecnología está alineada con la MS podrían obtenerse mejoras en el desempeño de la empresa. De aquí surgen varias cuestiones acerca de la interrelación de las dos prácticas de manufactura (MS y TM) y su efecto en el desempeño. Por ello, nuestra pregunta de investigación se formuló de la siguiente manera: *¿Existe interrelación entre el nivel de implementación de la MS y el nivel de implementación de la TM en el contexto de las plantas bienes de equipo/maquinaria y afecta al OP?*

Para contestar esta pregunta se formularon quince hipótesis que fueron testadas por una serie de pruebas de congruencia y de interacción. En la Figura 4.5 se resumen las hipótesis aceptadas en nuestro estudio.

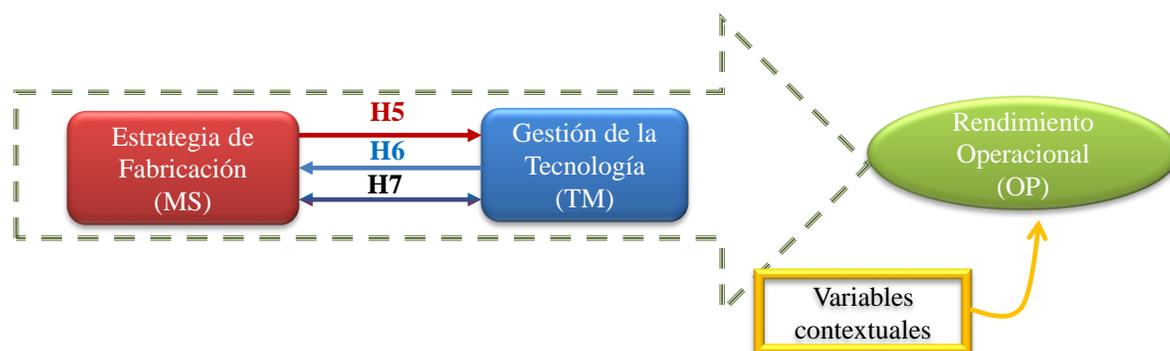


Figura 4.5 Resumen de hipótesis resultantes con relaciones positivas y significativas entre la MS, TM, variables contextuales y OP del sector de bienes de equipo/maquinaria.

La primera prueba que se realizó fue con el modelo universal para testar las primeras cuatro hipótesis (H1, H2, H3 y H4), que buscaban comprobar si la implementación de la MS o la TM tienen impacto positivo sobre el OP. Los resultados demostraron que las dos

prácticas de manufactura no mantienen una relación positiva con el OP, rechazando la hipótesis H1 y H3. Posteriormente, se verificó si, al introducir las variables de control entre las dos PAP analizadas, se veía afectado el OP. Nuevamente se observó que ninguna de las relaciones de las dos PAP resultó significativa con el OP, a pesar de la presencia de las variables de control, rechazándose las hipótesis H2 y H4. Por lo tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos, la MS y la TM, por si solas, no tienen impacto en el sector de bienes de equipo/maquinaria para mejorar el OP, ya sea en presencia o no de las variables contextuales.

Con esta información se procedió a realizar la siguiente prueba para examinar si existía congruencia entre el nivel de implementación de la MS y de la TM. Para esto se utilizaron dos modelos multivariantes, la MMRA y el análisis canónico de la correlación. Para el primer modelo, la MMRA, se evaluaron dos modelos de regresión con seis escalas para la MS y tres escalas para la TM. La primera prueba fue la TM en función de la MS, encontrándose que tanto el vínculo de MS-estrategia empresarial (S5) como la manufactura como recurso competitivo (S4) tienen un impacto positivo sobre las escalas de la TM. Al revisar los coeficientes y la significación de la regresión observamos que la implementación eficaz de procesos (T1) se relacionaba con el vínculo de MS-estrategia empresarial (S5) y con la coordinación organizacional de integración funcional (S6). Por su parte, el esfuerzo de diseño interfuncional (T2) se relacionaba solo con la manufactura como recurso competitivo (S4). Por último, la introducción de nuevos productos de la corporación (T3) se veía afectada por el vínculo de MS-estrategia empresarial (S5). Por tanto, se concluye que existe un vínculo débil de afectación de la tecnología hacia la MS en el sector de bienes de equipo. Con estos resultados se aceptó la hipótesis H5. En el segundo modelo se consideraron las escalas de la MS en función de las escalas de la TM, y se encontró que la introducción de nuevos productos de la corporación (T3) no era significativo, y que solamente T1 y T2 impactaban positivamente al conjunto de la MS, por lo que la implementación de la TM impacta positivamente en la MS, aceptándose la hipótesis H6. Esto está acorde con Trecey *et al.* (1999) que mencionan que un mejoramiento en el entendimiento de la tecnología e

incrementando la participación en la formulación de la estrategia ha ayudado a gerentes de manufactura a implementar con éxito la tecnología en manufactura.

Al realizar la siguiente prueba multivariante, análisis canónico de la correlación, encontramos que existe una relación entre las escalas de la MS y las escalas T1 y T2 de TM, por lo que el efecto bidireccional de relación de manera conjunta entre las dos PAP existe, aceptándose la hipótesis H7. Para verificar si existe alguna relación entre los subgrupos de alta y baja implementación entre la MS y la TM, utilizamos una prueba de chi-cuadrado. Los resultados mostraron que la alta implementación de la MS está relacionada con la alta implementación de la tecnología, y viceversa. Por lo tanto, confirmamos la aceptación de la hipótesis H7. Esto es congruente con Matsui (2002) que señala que existe una relación entre el desarrollo de la TM y la MS, y esta es la causa del porque algunas empresas japonesas de manufactura han ganado ventajas competitivas en el mercado internacional. Das y Narasimhan (2001) encontraron que la tecnología de manufactura influye en la estrategia de manufactura, siendo congruente con nuestro resultado en esta segunda ronda.

Posteriormente, se realizó un análisis para conocer la interrelación que pudiese existir entre el grado de implementación de la MS o la TM con el alto o bajo nivel de las variables contextuales. Los resultados arrojados por la prueba chi-cuadro mostraron que no hay diferencias entre los niveles de implementación de las PAP estudiadas y los niveles de las variables contextuales para el sector de la maquinaria o bienes de equipo, rechazándose las hipótesis H8 y H9. Por último, se revisó los efectos de las implementaciones alta o baja de una de las dos PAP sobre la otra PAP. Se encontraron diferencias entre los subgrupos, observándose que una alta implementación de la tecnología incide en la MS, asimismo, una alta implementación de la MS afecta de manera positiva a la tecnología.

Por otra parte, conociendo que existe cierto ajuste entre la MS y la TM, se procedió a verificar la interacción entre el nivel de implementación de la MS y el de la TM que impactan al OP. Para evaluar lo anterior se utilizaron dos modelos de interacción, el de moderación y el *matching*. Con el modelo de moderación encontramos que el efecto TM tiene un impacto menor positivo en el desempeño para empresas que tienen alta implementación de la MS (r

= 0,174). Esta relación es negativa en empresas con baja implementación de la MS ($r = -0,005$), sin ser ambas relaciones significativas. Esto nos indica que existe un ajuste menor en la relación TM-OP en presencia de la MS, rechazándose H11. De manera contraria, la relación MS-OP es baja en empresas con alta implementación de la TM ($r = 0,013$), mientras que esta relación resulta un poco mayor para baja implementación de la TM, sin ser significativa ($r = 0,033$). Esto nos indica que existe una relación muy baja entre la MS y el OP por efecto moderador de empresas con alta o baja implementación de la TM, por lo que, posiblemente, no hay desajuste entre las dos PAP analizadas, rechazándose H10. Asimismo, realizamos una prueba adicional de interacción entre las dos PAP utilizando el modelo multiplicativo, observándose que el término SxT no resulta significativo (Tabla 4.19), los que nos lleva a concluir que la interrelaciones entre la MS y TM no afecta significativamente el OP, por lo que rechazamos la hipótesis H12.

En el caso del modelo de *matching* se observó que el ajuste entre la MS y TM difiere en los dos subgrupos. Para plantas HP la relación o ajuste entre las dos PAP no es significativo, no así para plantas SP, rechazándose la hipótesis H13. Esto reforzó lo encontrado en los modelos de congruencia, donde se observó que existe cierta congruencia entre ambas prácticas de fabricación, lo que podría explicar la falta de significación del término de interacción. Al realizar de correlación de subgrupos, utilizando tanto prueba t como la chi-cuadrado, se encontró, que tanto la TM como la MS, no tienen efecto o diferencia entre plantas HP y SP. Sin embargo, al revisar el OP con la implementación alta o baja de alguna de las dos PAP se encontró baja significación entre las medias de los subgrupos, de forma que la alta o baja implementación de alguna de las dos PAP no afecta al OP, rechazándose las hipótesis H14 y H15.

De acuerdo al estudio realizado, encontramos que existe relación y congruencia entre las dos PAP estudiadas. Sin embargo, tanto la MS como la TM, de manera individual o conjunta, no tienen algún efecto positivo significativo sobre el OP. No obstante, las empresas de la industria de bienes de equipo/maquinaria de alto y bajo rendimiento coinciden en la importancia de la implementación de las dos PAP estudiadas y su interrelación para ser competitivas.

También encontramos que existen algunos desajustes entre algunas escalas de la MS y TM en el sector de bienes de equipo/maquinaria. Esto puede ser por las características propias del sector, dado que diferentes ambientes de procesos tienen diferentes metas de manufactura y esto afecta el desarrollo de la tecnología (Markland *et al.* 1998; Boyler *et al.* 1996; Das y Narasimhan 2001). El proceso de producción para este tipo de empresa de manufactura probablemente tiene muchas discontinuidades. Volúmenes relativamente bajos de demanda y, en consecuencia, de producción, acoplarlo con una variedad alta de producto impacta sobre la aplicación de tecnologías flexibles de manufactura. Competir con eficiencia y bajo coste de producción probablemente no sea factible para firmas con estas características. Sin embargo, flexibilidad superior, calidad de producto, innovación y respuesta rápida pueden ser razonables para empresas que siguen este tipo de estrategia.

En el siguiente capítulo analizamos el sector de la electrónica utilizando los mismos métodos de análisis empleados en este capítulo. Se estudia la relación entre las variables de MS y TM y su posible impacto en el OP, bajo las características propias del sector de la electrónica, donde la tecnología de producto y procesos es muy importante para generar ventajas competitivas. Posteriormente, en el capítulo seis haremos una comparación entre los sectores industriales de bienes de equipo/maquinaria, componentes de automoción y electrónica.

CAPÍTULO 5. HPM EN EL SECTOR DE ELECTRÓNICA

5.1 INTRODUCCIÓN

El contexto competitivo empresarial actual está caracterizado, entre otros, por la alta turbulencia, el dinamismo e inestabilidad en los mercados internacionales, los ciclos de vida de los productos cada vez más cortos y los avances tecnológicos. Para hacer frente a este ambiente las empresas deberán potencializar su sistema productivo, los recursos y capacidades de tal manera que obtengan ventajas competitivas (Ibarra *et al.*, 2004).

Entre los sectores industriales con más preocupación por los cambios rápidos y la competencia agresiva está el sector de la electrónica, caracterizado por mercados volátiles, constantes cambios tecnológicos en productos y procesos, ciclos de vida de producto muy cortos y cadenas de suministro complejas (Fine, 2000; Mallick and Schroeder, 2005; Yeung *et al.*, 2005). Con nuevas tecnologías que emergen continuamente y constantes cambios de los requerimientos del cliente, la rapidez en los procesos es un factor crítico de éxito para generar ventajas competitivas (Yeung *et al.*, 2005). De esta manera, el desarrollo tecnológico puede traer a la planta un conjunto de armas competitivas (Itami and Numagami, 1992; Zahra and Covin, 1993). Por lo tanto, los recursos tecnológicos de una firma actúan sobre su fracaso o éxito competitivo. En consecuencia, la tecnología es una práctica de fabricación a considerar para mejorar el desempeño en empresas de tecnología.

Por otra parte, algunos investigadores sostienen que la estrategia debe guiar la selección de la tecnología (Dean and Snell, 1996; Skinner, 1969) y, otros, que la capacidad tecnológica debe ser la base para la estrategia (Hayes, 1985; Parthasarthy and Sethi, 1992). En este sentido, el desarrollo de la tecnología acompañado de una MS sofisticada puede ser la razón más importante de porque las compañías manufactureras japonesas han generado ventajas competitivas en el mercado global (Matsui, 2002). Existe, no obstante, poca evidencia en la literatura sobre la interacción entre la MS y la TM y su impacto en el OP (Itami and Numagami, 1992; Ortega, 2008; Parker, 2000; Zahra and Covin, 1993).

El objetivo de este capítulo es medir la interrelación del nivel de implementación de la MS y el nivel de implementación de la TM en el contexto de las plantas de electrónica y su posible impacto en el OP. Se busca conocer si en el sector de la electrónica existe alguna relación entre la MS y la TM, de tal forma que la relación entre ambas sea un factor que afecte a la competencia empresarial en un ambiente dinámico de cambios constantes en tecnología y mercado.

Este capítulo se ha dividido en 6 secciones. En la siguiente sección se analiza el contexto del sector de la electrónica, revisando su situación a nivel mundial, sus aspectos competitivos y sus desafíos. También se muestran las variables contextuales definidas en el proyecto HPM. A continuación, se define el modelo teórico y las hipótesis de investigación.. Posteriormente, se hace un análisis previo del sector de electrónica en el proyecto de HPM, describiendo la muestra y analizando la fiabilidad y validez de las variables relativas a la MS, la TM y el OP. El análisis de los resultados será comentado en la sección 5, donde se detallan los modelos de ajuste utilizados y los resultados de los mismos. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del capítulo.

5.2 CONTEXTO DEL SECTOR

5.2.1 Productos, operaciones y tecnología

El sector de la electrónica es muy diverso e incluye semiconductores, receptores de radio y televisión, componentes electrónicos, electrónica industrial, equipos de oficina y

ordenadores, equipos de telecomunicaciones, dispositivos electrónicos de medición y la electrónica de consumo.

La mayoría de los productos con tecnología se elaboran con semiconductores (chips de ordenadores), tarjetas de circuitos impresos, y otros componentes como tubos y conectores electrónicos. Los semiconductores suponen el 60 por ciento de los ingresos de la industria, mientras que las tarjetas de circuitos impresos el 20 por ciento (First Research, 2014).

Algunas empresas de electrónica como, por ejemplo, las empresas proveedoras de semiconductores o equipo de telecomunicaciones, producen artículos de corta vida con altos volúmenes de producción. En este tipo de empresas la flexibilidad en la reconfiguración del proceso productivo es fundamental para el lanzamiento de nuevos productos de una forma rápida y sostenible (Beckman and Sinha, 2005).

El proceso de producción de la industria electrónica de consumo es considerado desagregado, por lo que partes o componentes del producto pueden ser fabricados en diferentes lugares y el producto final se ensambla en otra locación. Por ejemplo, China es el país que ha tenido el mayor crecimiento en los últimos años en la industria electrónica, mostrando también mejoras en la productividad de ensamblajes de los productos finales. Su rápido crecimiento ha atraído a proveedores de una amplia gama de componentes electrónicos a instalarse a China, expandiendo no solo a las empresas de ensamblaje sino a otros eslabones de la cadena de suministro, lo cual incluye al sector de semiconductores. Las compañías chinas han jugado un papel importante al participar competitivamente en una industria dinámica que tiende rápidamente a reducir costes y mejorar la productividad. Como resultado, el sector ha experimentado un rápido crecimiento de la tecnología y una reducción de precios (Tsai, 2004). La implementación de procesos ágiles permitirá al sector una mayor integración y reducción de tiempos de entrega (PwC, 2014).

En concreto, la industria de la electrónica cuenta con una amplia gama de productos con alto valor agregado que pueden ser procesados tanto en sistemas de producción continuos, para reducir costes, como en sistemas de producción especializados, con tamaños

de lotes de producción bajos. Dado que se trabaja con productos de alta tecnología el personal que diseña, crea y produce debe estar altamente cualificado.

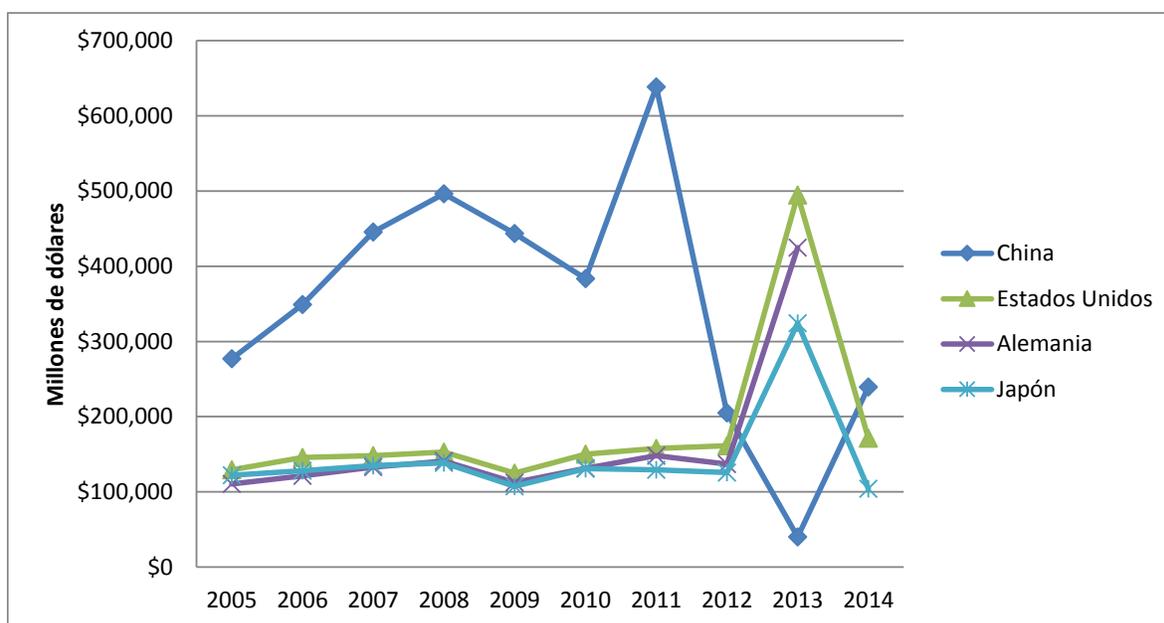
5.2.2 Situación mundial del sector de la electrónica

La industria de la electrónica da soporte a una amplia gama de industrias de tecnología de manufactura. Por ejemplo, los componentes electrónicos son utilizados en equipos industriales y productos de consumo, así como en servicios de telecomunicaciones. Como resultado de una amplia dispersión del mercado y consumidores, la industria electrónica tiene una fuerte influencia en la economía global (Dolbeck, 2007).

En la economía mundial, el sector de la electrónica es uno de los más importantes, registrando en el 2013 aproximadamente el 11.3% de las exportaciones globales respecto a los demás sectores (UN Comtrade, 2013). En la Unión Europea (UE) este sector está dominado por las importaciones, especialmente de los EEUU, Japón, China y otros países asiáticos. Aunque la UE es relativamente fuerte en ciertos mercados electrónicos, tal como el sector de semiconductores, en la última década, la producción en semiconductores ha caído en 10% (Japón 22%; Corea del Sur 18%; Taiwan 17%; los EEUU 13%). Para los próximos diez años se espera que los componentes electrónicos y subsistemas pueden representar la mitad del valor de un coche (Kroes, 2014).

En la Gráfica 5.1 se muestran los principales países exportadores de equipos electrónicos a nivel global y sus ingresos de los últimos años. Se observa que los ingresos mayores en exportación corresponden a China, seguida, a distancia, por Estados Unidos, Alemania, Japón y Hong Kong. En promedio, en los últimos ocho años, la participación de estos países en la exportación de bienes electrónicos ha contribuido con el 53.73% del total del sector. En esta industria el continente asiático tiene el mayor porcentaje de participación en los últimos siete años. Así, China, Hong Kong y Japón acumulan un 34.53% del total de exportaciones en 2009. En 2011, tanto China como Hong Kong tenían en conjunto el 32.8% del total de exportaciones, ocupando los dos primeros lugares. Los principales países exportadores de equipos electrónicos han tenido un crecimiento sostenible del 2005 al 2008,

sufriendo una caída en el 2009. Se vuelven a recuperar en 2010 y 2011, cayendo el sector nuevamente en 2012 debido al decrecimiento de China y Hong Kong. Esta caída probablemente se deba a que el mercado global todavía no se había recuperado de la crisis que comenzó en 2009. Sin embargo, en el 2013 Estados Unidos, Alemania y Japón tienen un crecimiento significativo en el sector, lo que provoca que China no se encuentre entre los primeros lugares de exportación. Esto puede indicar la recuperación del mercado tras la recesión del 2008, ya que tanto en la industria de la maquinaria analizada en el capítulo anterior, como en la industria de la electrónica se observa una recuperación en 2013. Sin embargo, para el 2014, el mercado de exportaciones vuelve a caer para el caso de Alemania, EEUU y Japón, sin embargo China se recupera. En el caso de Alemania, sufre una fuerte caída que no figura en los cuatro primeros lugares en el 2014.

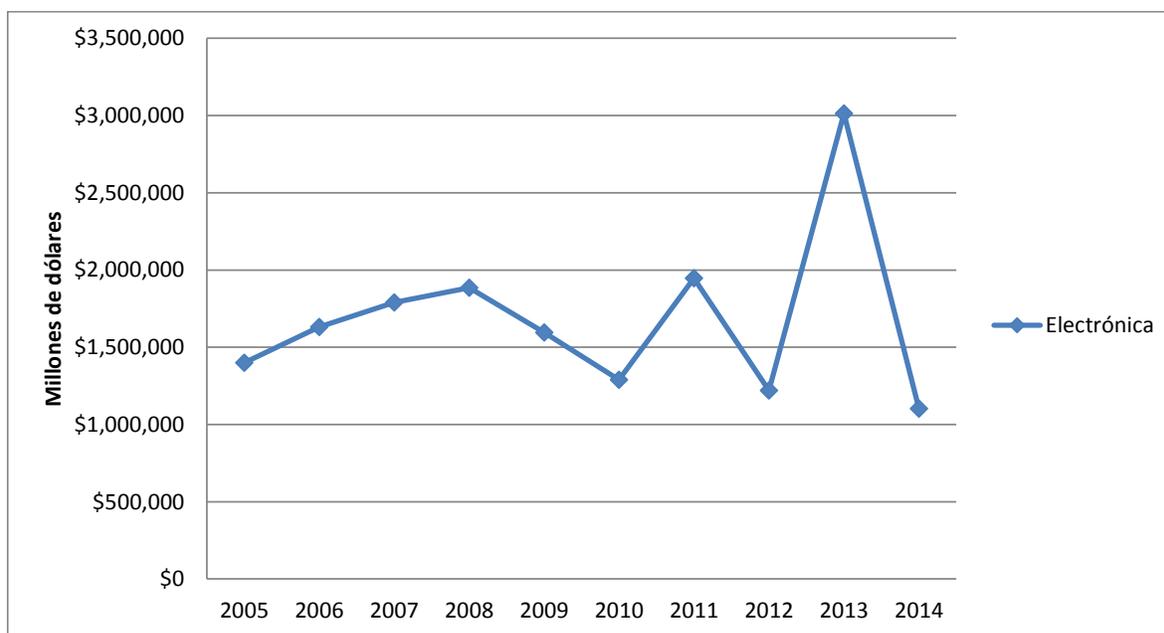


Gráfica 5.1 Ingresos anuales industria electrónica (SIC 85) por países principales.

Fuente: Base de datos UN Comtrade

En términos totales, la Gráfica 5.2 muestra que el sector de electrónica ha tenido un crecimiento del 2005 al 2008 (10,53% en promedio). En 2009 y 2010 hubo un decremento del 15,31% y 19,27%, respectivamente, que fue causado por la desaceleración de la economía de Estados Unidos y su impacto en las grandes economías del mundo. En 2011 se recupera el sector, alcanzado un crecimiento del 52% con respecto al año anterior y el mayor nivel de

ingresos en los últimos seis años. Sin embargo, en el 2012 la industria tuvo una caída propiciada principalmente por los mercados asiáticos, volviéndose a recuperar en el 2013 con los principales exportadores, Estados Unidos, Alemania y Japón. Sin embargo, para el 2014 se nota una caída en el mercado de exportaciones llegando a los niveles del 2012.



Gráfica 5.2 Ingresos anuales industria electrónica (SIC 85).

Fuente: Base de datos UN Comtrade

Por otra parte, el mercado global de componentes electrónicos, semiconductores y circuitos integrados, ha crecido con gran rapidez. El informe de junio de 2014 de la Asociación de la Industria de Semiconductores en Estados Unidos (SIA, por sus siglas en inglés) menciona que el mercado de semiconductores se mantiene muy por delante del ritmo establecido a mitad de 2013, que fue un año récord para los ingresos, y se espera que esta tendencia continúe durante el resto de 2014 y en 2015 (Rosso, 2014). El crecimiento en este sector ha sido estimulado, principalmente, por la alta demanda de ordenadores personales, así como la creciente demanda de teléfonos móviles digitales, componentes electrónicos para la industria automotriz y otros equipos de telecomunicaciones.

La demanda de componentes electrónicos depende directamente de la demanda de ordenadores y de artículos electrónicos similares. Los mercados con mayor consumo de

productos electrónicos son el oeste de Europa y los Estados Unidos. Asia (China, Corea y Japón) y los Estados Unidos son los países líderes en exportación de productos y componentes electrónicos (Un Comtrade, 2014).

En el área de equipos de telecomunicaciones, los fabricantes europeos son líderes en telecomunicaciones inalámbricas, tanto en lo que respecta a los dispositivos finales y como a las redes. También tienen el liderazgo en innovación tecnológica y la producción de tecnologías basadas en estándares en todo el mundo, como el GSM para la telefonía móvil y UMTS LTE / móvil para comunicaciones de banda ancha. Las exportaciones europeas se concentran principalmente en las tecnologías de red, radio y equipo de transmisión.

EEUU es el principal productor a nivel mundial de equipos informáticos y de oficina, seguido por Japón y Europa. Japón sigue dominando el mercado a nivel mundial de productos electrónicos de consumo, como equipos de audio, televisores, videograbadoras, cámaras, terminales de cable y decodificadores de televisión de paga, aunque China y Corea están jugando un papel cada vez más relevante. Los ingresos de las empresas de electrónica de consumo fueron más altos en 2010 en comparación con 2009 debido al crecimiento económico de los mercados emergentes como China e India, que indujo un incremento en la demanda. Por ejemplo, Canon aumentó sus ingresos debido, principalmente, a la introducción de nuevos productos y una recuperación sustancial en las ventas de impresoras láser, cámaras digitales SLR y el efecto de adquisiciones corporativas, tales como Océ NV (Chitkara, 2010).

Según la lista de las 2000 empresas más importantes publicada por Forbes en 2014, las 20 empresas más importantes del sector de la electrónica a nivel mundial se muestran en la Tabla 5.1. La mayoría de las empresas importantes están localizadas en Estados Unidos, Japón y Taiwan. En las primeras posiciones de la lista se encuentran Hitachi (Japón), Hon Hai Precision (Taiwan) y Toshiba (Japón).

| Rango | Compañía | País |
|--------------|-------------------|-------------|
| 138 | Hitachi | Japón |
| 139 | Hon Hai Precision | Taiwan |
| 369 | Toshiba | Japón |

| | | |
|------|---------------------------|----------------|
| 498 | TE Connectivity | Suiza |
| 531 | Kyocera | Japón |
| 776 | Murata Manufacturing | Japón |
| 787 | LG Display | Corea del Sur |
| 883 | Agilent Technologies | Estados Unidos |
| 920 | NEC | Japón |
| 985 | Avnet | Estados Unidos |
| 1078 | Arrow Electronics | Estados Unidos |
| 1100 | Rexel | Francia |
| 1111 | Keyence | Japón |
| 1165 | Delta electronics | Taiwan |
| 1199 | Flextronics International | Singapur |
| 1205 | Pegatron | Taiwan |
| 1234 | Ingram Micro | Estados Unidos |
| 1246 | Amphenol | Estados Unidos |
| 1299 | OMRON | Japón |
| 1302 | Hoya | Japón |

Tabla 8.1 Principales empresas del sector de la electrónica a nivel mundial.
Fuente: Forbes, “The Global 2000” 2014

5.2.3 Aspectos competitivos del sector de la electrónica.

Actualmente las empresas, en general, y la industria de la electrónica, en particular, se enfrentan a mercados globales altamente competitivos, en un entorno muy cambiante, con cadenas de suministro complejas y con cambios tecnológicos continuos (Huang *et al.*, 2009). Por estas razones, las firmas de electrónica buscan constantemente nuevas formas de mejorar su competitividad.

La industria de la electrónica depende en gran medida de la demanda de la industria de los ordenadores y de los fabricantes de productos de telecomunicaciones, tales como teléfonos móviles, que pueden variar drásticamente de un año a otro. Por ejemplo, el volumen de participación de Nokia en el mercado de los teléfonos móviles disminuyó de un 34% en el 2009 a un 32% en el 2010 (Chitkara, 2010). Para responder a la demanda, la fabricación debe ser flexible y de respuesta rápida a los requerimientos cambiantes del

cliente, por lo que sus procesos de fabricación se enfocan regularmente a la *mass customization*, para adecuarse a las necesidades del cliente en el menor tiempo posible.

De acuerdo con PwC (2010) se identifican tres tendencias globales que afectan al sector de la electrónica: (1) la demanda creciente de los dispositivos móviles tales como *smartphones* y *tablets*; (2) el "consumismo" de la tecnología; y (3) la adopción del *cloud computing*. Estas tendencias, junto con la importancia creciente de los mercados emergentes, están alterando el ambiente de mercado, desde las estrategias del negocio hasta las operaciones internas. La mayoría de directores ejecutivos de tecnología encuestados en el estudio mencionado señalan a la innovación como el principal impulsor del crecimiento de la empresa y de las eficiencias de las operaciones. En la encuesta realizada por PwC (2011) se concluye que las tres grandes oportunidades de crecimiento de la industria de la tecnología son el desarrollo de nuevos productos/servicios, el incremento de participación de mercado y la apertura de nuevos mercados. El informe de PwC (2013) se destaca que el sector de la tecnología tiene ciertos desafíos, tales como la mejora de la capacidad de innovar y el crecimiento y retención de clientes. En este mismo sentido los líderes encuestados piensan que los avances tecnológicos, los cambios demográficos y los cambios económicos globales van a transformar los negocios en los próximos cinco años (PwC, 2014).

5.2.4 Desafíos del sector de la electrónica

Como hemos mencionado en el apartado anterior, el sector de la electrónica cambia rápidamente en un ambiente de incertidumbre y ardua competencia, por lo que las empresas se enfrentan a diversos desafíos para ser competitivas. Se han identificado algunos desafíos de la industria de la electrónica tomando como referencia varios informes realizados por diferentes instituciones (Jaruzelski y Dehoff, 2010; PwC, 2013, 2014; Kroes, 2014). Los desafíos más destacados se enuncian a continuación:

- *Incremento de la demanda* –la demanda de semiconductores y de otros componentes electrónicos está en constante crecimiento, al igual que la clase social media en las economías emergentes. La demanda de servidores, ordenadores portátiles, aparatos

de telecomunicación, reproductores de música y aparatos de captura de imágenes, como los escáneres y las cámaras digitales, van en aumento constante.

- *Competencia agresiva* – Los distintos sectores de la industria electrónica son mercados oligopólicos y, en muchos de ellos, existe una relativa baja diferenciación de productos. Como consecuencia, se trata de mercados sumamente competidos donde precio, calidad, innovación y entrega son básicos para la competitividad. Por ejemplo, mucha de la producción de componentes electrónicos no especializados (incluyendo chips de memoria) se ha movido hacia fábricas asiáticas de bajo coste.
- *Ciclos de vida de los productos cada vez más cortos* – En la industria electrónica se observa una creciente tendencia a la reducción del ciclo de vida de los productos. Muchas de las fábricas se especializan en la producción de una pequeña cantidad de líneas de productos que dependen de la aplicación de una tecnología en particular. La especialización aumenta ante el riesgo de rápida obsolescencia de la tecnología debido a la creciente disminución en el ciclo de vida de muchos productos electrónicos. Mientras más funciones electrónicas son añadidas a los chips de los ordenadores, las resistencias, transistores y capacitores se volverán más rápidamente obsoletos.
- *Requerimiento de altos niveles de capital* – Mientras los componentes electrónicos se vuelven más pequeños y más complejos, la maquinaria necesaria para producirlos se vuelve más cara. Los costes de investigación y desarrollo (I+D) para crear nuevos productos aumentan a la vez que estos productos se vuelven más pequeños. La inversión de grandes cantidades de capital requerido para mantener al día la tecnología y los cambios en la fabricación están fuera del alcance de muchas compañías pequeñas.
- *Aceleración de la tecnología* – Los adelantados tecnológicos son habituales en el sector de la electrónica. Por ejemplo, la transición digital que afecta a productos de consumo, como los televisores, DVD. o la tecnología GPS ha ido ganando más importancia en los automóviles y teléfonos móviles.
- *Desarrollo de nuevos productos* – Los fabricantes buscan diferenciar sus nuevos productos de los de la competencia a través de avances tecnológicos o características

que los consumidores puedan encontrar llamativas y originales. Los esfuerzos realizados en I+D incluyen mejorar el desempeño visual y gráfico de sus productos, la velocidad de los procesadores, mayor capacidad de conexión a Internet y facilidad del uso. Esta industria debe invertir constantemente en crear nuevos productos y en la flexibilidad de producción. El sector de la electrónica y la informática registró el mayor nivel general de gastos en I+D en 2009, a pesar de la caída del 7% en comparación con otros sectores industriales, según Jaruzelski y Dehoff (2010). Por ejemplo, Intel incrementó su inversión de I+D en un 16% en 2010 respecto a 2009.

- *Fabricación automatizada* – Para competir con las importaciones de bajo coste, muchas fábricas continúan con la automatización de los procesos dentro de sus plantas de producción, acelerando la demanda de electrónica sofisticada para controlarlos. La creciente automatización ha generado mejoras en la producción de las compañías. La productividad en el sector manufacturero de los Estados Unidos, medido mediante los productos de salida por hora, se incrementó más de un 10% entre el 2003 y el 2008. La competitividad global de costes de fabricación está teniendo un efecto sobre la eficiencia de fabricación a través de la búsqueda de costes bajos y la necesidad de reducir los plazos de entrega (Jaruzelski y Dehoff, 2010). Esto ha llevado a que las empresas se centren en producir productos con superior calidad, fiabilidad, flexibilidad y rendimiento, al mismo tiempo que reducen los costes e introducen nuevos productos al mercado más rápidamente (Choy *et al.*, 2005).
- *Colaboración en la manufactura* – Muchos de los productores de semiconductores están cooperando y compartiendo diseños y costes de fabricación. Algunas compañías están actualmente compartiendo recursos en las cadenas de producción. Otras están compartiendo la información del consumidor para responder de una mejor manera a los cambios en la demanda. La colaboración puede reducir costes, pero ha sido algo difícil debido a los temas relativos a la propiedad de tecnología.
- *Personal cualificado para las nuevas tecnologías* – A medida que cambia la tecnología, tanto en productos como en procesos, las empresas requieren que su

personal esté altamente cualificado y con diferentes competencias para hacer frente a las nuevas tecnologías.

- *Integración de cadenas de suministro sostenibles* – Actualmente la preocupación en el desarrollo sostenible global hace que las empresas de electrónica tomen consciencia por recuperar sus productos una vez que la vida útil de estos ha terminado. Mecanismos como la logística inversa o gestión de retornos, permitirán a las empresas recuperar productos para su tratamiento, ya sea recuperar componentes que se puedan reutilizar o reciclar o confinar aquellos que no. Para ello es importante la integración de la cadena de suministro desarrollando interacciones con los diferentes integrantes de la cadena como, por ejemplo, proveedores, distribuidores o clientes.

De todo lo anterior podemos destacar que las empresas de electrónica se encuentran en un ambiente de mercado inestable, de alta tecnología e inversión, con ciclos de vida de producto cortos y competencia agresiva. Además, la consciencia ambiental se vuelve un punto clave para continuar en el negocio y ser rentables. Para hacer frente a este ambiente de mercado y de conciencia ambiental las firmas electrónicas deberán enfocarse en la innovación en productos y procesos ágiles y verdes, mayor inversión en investigación y desarrollo, colaboración e integración de los miembros de la cadena de suministro, así como en el desarrollo de nuevas capacidades, conocimientos y habilidades de su personal que les permitan lanzar constantemente nuevos productos a bajos costes en mercados globales y buscando la sostenibilidad. En el anexo 2 mostramos algunas páginas web relacionadas con el sector de la electrónica.

5.2.5 Análisis de las variables contextuales del sector de electrónica

En este apartado revisaremos los resultados obtenidos en el proyecto HPM respecto a las variables contextuales del sector de la electrónica. La Tabla 5.2 muestra las medias de estas variables. El promedio del tamaño de las plantas de electrónica encuestadas es de 593 empleados. En tanto, el porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas del sector encuestadas es del 83,21%. Las plantas presentan una personalización de productos

(actividades de diseño ad-hoc y fabricación personalizada) en el 44,46% de los casos y estandarización de productos en el 29,93%. El tipo de proceso de fabricación predominante es la producción de lotes pequeños, en casi el 40% de las empresas. Sin embargo, una gran parte utiliza economías de escala (54,91%) a través de la fabricación en lotes grandes, líneas y continua. En línea con lo señalado en párrafos anteriores, se observa que existen empresas de fabricación continua, empleada en productos de consumo tales como televisores, DVD, ordenadores, etc. o semiconductores. Pero también encontramos fábricas de electrónica que se especializan en la producción por líneas de productos que aplican una tecnología en particular. La especialización aumenta ante el riesgo de rápida obsolescencia debido a la creciente disminución en el plazo de vida de muchos productos electrónicos.

Con respecto a los tipos de equipos y procesos utilizados en la plantas, los equipos estandarizados o modificados adquiridos a proveedores representan el 69,08% de los casos, mientras que los equipos patentados diseñados por la planta suponen el 21,3%. Es decir, de acuerdo a los resultados de las plantas encuestadas, éstas tienden a utilizar, en mayor medida, equipos adquiridos a proveedores para su operación, y, como se vio anteriormente, las firmas de electrónica invierten un alto capital en la automatización de los procesos productivos debido a la especialización de productos. En cuanto a la antigüedad de los equipos se sitúa en menos de 5 años en el 56,87% de los casos. Los equipos con más de 20 años de antigüedad conforman el 4,97%. Por tanto, las empresas de la electrónica están preocupadas por tener equipos actualizados que respondan a los constantes cambios en el sector y que permitan flexibilidad y reducción de costes.

Analizando las variables contextuales del sector, pero diferenciando las plantas (HP) y (SP) los resultados son los siguientes. El tamaño promedio de las plantas HP es de 606 y de las plantas SP es de 587. En tanto, el porcentaje medio de utilización de la capacidad es mayor en las plantas SP que en las plantas HP, lo que podría relacionarse con una mejor utilización de la capacidad y flexibilidad en las HP. Se puede observar que ambos tipos de plantas no muestran mucha diferencia entre la fabricación personalizada y la producción estandarizada. Las plantas SP tienen un mayor porcentaje en producción por proyectos (13,7%) y en lotes pequeños (39,52%), mientras que las plantas HP tienen poca diferencia en

la fabricación en lotes pequeños (41%) y lotes grandes (36,87%). Los tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas HP son en su mayoría equipos estandarizados adquiridos a proveedores (65,5%), mientras que las plantas SP usan equipos estandarizados adquiridos a proveedores o modificados para uso de la empresa (65,4%). La antigüedad de los equipos en las plantas HP y SP está en un rango menor a 10 años de antigüedad (87,3% y 80,7%, respectivamente), observándose que el porcentaje de plantas HP con equipos con más de 20 años es del 2,4% y para plantas SP del 6,16%. Así pues, las plantas HP tienen equipos con menor antigüedad que las plantas SP.

| Variable | Media | HP | SP |
|---|-------|-------|-------|
| Tamaño de las plantas | 593 | 606 | 587 |
| Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas (%) | 83,21 | 76,9 | 84,25 |
| Porcentaje grado de personalización de productos | | | |
| Actividades de diseño ad-hoc (%) | 14,88 | 10,61 | 9,72 |
| Fabricación personalizada (%) | 29,67 | 27,83 | 29,15 |
| Montaje personalizado (%) | 21,05 | 11,17 | 17,83 |
| Entrega personalizada (%) | 15,72 | 15,61 | 9,46 |
| Productos estandarizados (%) | 29,93 | 34,78 | 33,85 |
| Tipos de procesos de fabricación de las plantas | | | |
| Proyectos (un modelo) (%) | 15,01 | 1,56 | 13,71 |
| Lotes pequeños (%) | 39,96 | 41 | 39,52 |
| Lotes grandes (%) | 21,47 | 36,87 | 18,87 |
| Repetitivos/líneas (%) | 22,11 | 16,81 | 20,83 |
| Continuos (%) | 11,41 | 3,75 | 7,06 |
| Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas | | | |
| Equipos estandarizados adquiridos a proveedores (%) | 42,59 | 65,5 | 37,31 |
| Equipos de proveedores modificados para uso de la empresa (%) | 26,49 | 25,5 | 28,07 |
| Equipos patentados diseñados por la propia compañía (%) | 12,69 | 2,7 | 11,06 |
| Equipos patentados diseñados y fabricados por la propia compañía (%) | 21,26 | 6,3 | 23,56 |
| Antigüedad de los equipos en las plantas | | | |
| 2 o menos años de antigüedad (%) | 22,94 | 16,3 | 25,59 |
| De 3 a 5 años de antigüedad (%) | 33,93 | 41 | 34,37 |
| De 6 a 10 años de antigüedad (%) | 25,09 | 30 | 20,71 |
| De 11 a 20 años de antigüedad (%) | 13,63 | 11,67 | 13,69 |
| Más de 20 años de antigüedad (%) | 4,97 | 2,44 | 6,16 |

Tabla 5.2 Variables de control contextuales del sector de la electrónica.

5.3 MODELO TEÓRICO E HIPÓTESIS

Como hemos señalado en el apartado anterior, la industria mundial de la electrónica se define por un mercado de gran dinamismo, extremadamente competitivo y de gran impacto en la economía mundial, un enfoque a la tecnología y unas cadenas de suministro complejas (Cimento y Knister, 1994; Yeung *et al.*, 2005). Las empresas se enfrentan a ciclos de vida de producto muy cortos, con constantes y rápidos cambios tecnológicos en productos y procesos (Mallick y Schroeder, 2005; PwC 2013, 2014). La tecnología juega un rol muy importante en las firmas electrónicas y debe estar apoyada por la dirección estratégica de la compañía (Porter, 1980). El vínculo de la tecnología con la dirección estratégica podría estar afectado por la MS. En este sentido, Matsui (2002) menciona que el desarrollo de la tecnología, acompañado de una MS sofisticada, puede ser la razón más importante de que las compañías manufactureras japonesas hayan generado ventajas competitivas en el mercado global. De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este capítulo es conocer si existe algún vínculo direccional entre la implementación de la MS y la implementación de la TM que afecte el OP en el contexto de las plantas de electrónica (objetivos 3 y 4). Por lo tanto, nuestra pregunta de investigación podríamos formularla de la siguiente manera: *¿Existe interrelación entre el nivel de implementación de la MS y el nivel de implementación de la TM en el contexto de las plantas de electrónica y afecta al OP?*

Para contestar a esta pregunta primero se revisa la relación de la MS y TM y su efecto sobre el OP. Posteriormente, se realiza un análisis de interrelación entre la MS y TM, para verificar la congruencia entre ambas. Por último, se verifica el efecto de interacción entre ambas PAP y su impacto en el OP. Para analizar las relaciones MS, TM, variables contextuales y OP se plantean quince hipótesis, como se muestra en la Figura 4.1 del capítulo anterior, que, en este caso, se testan en el sector de la electrónica. En consecuencia, el marco teórico general de las hipótesis es el mismo que el argumentado en el capítulo anterior pero, en este caso, hemos incorporado, siempre que ha sido posible, los elementos contextuales de este sector, así como los posibles trabajos específicos centrados en el mismo.

5.3.1 Las relaciones de MS, TM y variables contextuales sobre el OP en el sector de la electrónica

El sector de la electrónica reconoce la importancia de definir estrategias que enfrenten de la mejor manera la competencia agresiva en mercados en constante cambio. Ward y Duray (2000), Corbett (2008) y Rose *et al.* (2008) estudian la relación entre la MS y rendimiento en empresas de electrónica y tecnología, y demuestran que la MS tiene efecto en los costes. Sin embargo, no hemos encontrado estudios enfocados a que midan la implementación de MS y su efecto en el OP en el contexto específico del sector de electrónica, donde la innovación, la reducción de tiempos de entrega y de costes forman parte de los elementos diferenciadores y generadores de ventajas competitivas. Para aportar evidencias empíricas en este sector planteamos la siguiente hipótesis:

H1: La MS afecta positivamente al OP en el sector de la electrónica.

En la literatura hemos encontrado estudios que introducen variables de control en la relación MS-OP (Ward *et al.*, 1995; Badri *et al.*, 2000; Ortega, 2008, Machuca *et al.*, 2011). Ward *et al.*, 1995 y Badri *et al.*, 2000 estudian el efecto del ambiente sobre la selección de la MS y el desempeño en la empresa, encontrando una relación muy fuerte entre factores ambientales y la selección de la MS. Ortega, 2008 y Machuca *et al.*, 2011 estudian la relación de la MS-OP con y sin la introducción de las variables contextuales en el sector de componentes de automoción. Estos autores encuentran que la MS tiene una relación positiva con el OP, y al introducir las variables contextuales esa relación continua. Por lo tanto, nuestra siguiente hipótesis queda de la siguiente manera:

H2: El efecto de la MS en el OP se ve afectado por las variables contextuales de las empresas de la electrónica.

De acuerdo con la investigación desarrollada en el proyecto HPM, analizada en el capítulo dos, la TM mejora el OP (Flynn y Flynn, 1999; Maier y Schroeder, 2001; Ortega, 2008, Machuca *et al.*, 2011). Por lo que respecta a los estudios realizados fuera de HPM, se han encontrado trabajos que sugieren que la TM mejora la OP en empresas de electrónica

(Boyer *et al.*, 1996; Schoenecker y Swanson, 2002; Tsai, 2004). Boyer *et al.* (1996) encuentra que la inversión en AMT se relaciona significativamente con la OP. Schoenecker y Swanson (2002) encuentra cierta relación con algunos indicadores de capacidades tecnológicas y su efecto en el crecimiento de ventas en empresas de la química, electrónica y farmacéutica. Por su parte, Tsai (2004) examina la relación entre las capacidades tecnológicas y el desempeño, expresada en términos de productividad para empresas grandes de la electrónica en Taiwan. Este autor encontró evidencia estadística de que las capacidades tecnológicas son un importante determinante en el crecimiento del desempeño en las empresas electrónicas. Sin embargo, también se han encontrado estudios con resultados contrarios, es decir, la TM no influye en el OP (Beaumont y Schroeder 1997, Boyer *et al.*, 1997; Swamidass y Kotha 1998, Cagliano y Spina 2000; Das y Jayaram, 2003). Por lo tanto, los resultados no son concluyentes, faltando evidencia empírica del efecto de la TM sobre el OP en sectores de alta tecnología, como la electrónica. Como hemos comentado en el contexto de las firmas de la electrónica, uno de los elementos competitivos de las empresas de la electrónica es la diferenciación tecnológica en productos y procesos, lo que hace suponer que la TM es una práctica que influye en el OP en este tipo de empresa. Por tanto, la siguiente hipótesis se formula como sigue:

H3: La TM afecta positivamente al OP en el sector de la electrónica.

Además de las cuestiones previas es importante evaluar si la TM tendría el mismo efecto sobre el OP en presencia de variables contextuales, ya que algunos autores han mencionado que los resultados contradictorios en la relación de la TM-OP es influenciada por factores contingentes tales como el tamaño de la planta, el tipo de proceso de fabricación, métodos de organización del trabajo y la estrategia competitiva (Swamidass y Kotha 1998, Cagliano y Spina 2000). Ahmad y Schroeder (2001) indican que el uso de la tecnología de EDI está relacionada significativamente con el OP en presencia de variables contextuales como es la diversidad de productos, personalización de productos, tamaño de la organización e inestabilidad de la producción. Por ello, se plantea la siguiente hipótesis:

H4: El efecto de la TM en el OP se ve afectada por las variables contextuales de las empresas de la electrónica.

Para testar estas primeras hipótesis se utilizan el modelo universal, que permite verificar si la MS, o la TM, o ambas, contribuyen al OP, y si esta relación se ve afectada por las variables contextuales en el sector de la electrónica.

5.3.2 Interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales en el sector de la electrónica

En la literatura se señala que la MS de una organización y su ajuste con la estrategia del negocio debe guiar la selección de la tecnología (Dean and Snell, 1996; Skinner, 1969). McKone y Schroeder (2002) sugieren que cuando la MS se ajusta bien con la estrategia del negocio, las plantas ponen más énfasis en la tecnología y tienen un enfoque bien definido del desarrollo de la tecnología. Matsui (2002) menciona que la MS influye en gran medida en la TM. Por tanto, el desarrollo de ventajas competitivas puede venir del ajuste de la TM, las estrategias de mercado y las de manufactura (Clark, 1989; Werther *et al.*, 1994). Por lo tanto, se define la siguiente hipótesis como:

H5: El nivel de implementación de la MS, en el sector la electrónica, es una variable explicativa del nivel de implementación de la TM.

Por otra parte, al sector de la electrónica se le considera una industria de alta innovación, con constantes desarrollos y lanzamientos de nuevos productos. En el año 2009, fue este sector quien tuvo la mayor inversión en investigación y desarrollo de acuerdo al estudio Jaruzelski y Dehoff (2010). Algunos autores mencionan que la TM es quien define el rumbo de la MS (Hayes, 1985; Parthasarthy y Sethi, 1992, Dolbeck, 2007). La TM de una firma electrónica regula su fracaso o su éxito competitivo siendo esta quien podría afectar al contexto de la MS. En este contexto se define la siguiente hipótesis:

H6: El nivel de implementación de la TM, en el sector de la electrónica, es una variable explicativa del nivel de implementación de la MS.

En esta línea, basándonos en la posible relación bidireccional entre ambas prácticas y que en la literatura solamente hemos encontrado pocos estudio que evalúa la bidireccionalidad de la MS y TM en el sector de componentes de automoción (Ortega, 2008; Ortega *et al.*, 2011) surge una tercera hipótesis, que sería consecuencia de las dos anteriores:

H7: El nivel de implementación de la MS y el de la TM están positivamente relacionados en el sector de la electrónica.

En la literatura revisada en el capítulo dos, hemos encontrado estudios que investigan el efecto del contexto en la selección de la MS (Ward *et al.*, 1995 y Badri *et al.*, 2000) y de la incertidumbre del entorno en la MS (Chin-Fu, 1996, Sonntag, 2003). Estas investigaciones han encontrado una gran influencia de los factores ambientales en la MS. Asimismo Ortega (2008) ha estudiado el efecto de las variables contextuales en la relación de la MS-OP en el sector de componentes de automoción. Sin embargo, no hemos encontrado estudios centrados en las empresas de la electrónica que relacionen directamente las variables contextuales (el tamaño de la planta, la infraestructura, procesos y antigüedad de equipos) y el nivel de implementación de la MS. Así pues, se plantea la siguiente hipótesis:

H8: El nivel de implementación de la MS y el nivel de las variables contextuales están relacionados en el sector de la electrónica.

Algunos estudios que evalúan el impacto de las variables contextuales con la TM, encontrando efectos sobre el OP (Swamidass y Kotha 1998; Ahmad y Schroeder, 2001). Sin embargo, hay escasos estudios que examinen la relación entre el nivel de implementación de la TM con alguna de las variables contextuales en el sector de la electrónica. Por ejemplo, en las empresas de electrónica es de suponer que una alta implementación de la TM fomenta la actualización de procesos y renovación de maquinaria. Para comprobar esta relación se plantea la siguiente hipótesis:

H9: El nivel de implementación de la TM y el nivel de las variables contextuales están relacionados en el sector de la electrónica.

Al igual que el capítulo cuatro, para examinar la relación positiva o negativa de la MS y TM sin medir la dirección de casualidad en la relación entre ambas ni su efecto sobre el rendimiento, se emplean técnicas de ajuste multivariantes (análisis canónico de la correlación y MMRA). Para testar las hipótesis H5 y H6 se usa MMRA, que explica la posible unidireccionalidad de las dos prácticas. Para testar la hipótesis H7 se emplea el análisis canónico de correlación, que examina la posible bidireccionalidad de las dos variables. Además, se comprueba si existe alguna correlación entre los niveles de implementación de las dos PAP utilizando las pruebas de la t y la chi-cuadrado con el fin de verificar el sentido direccional.

Para testar las hipótesis H8 y H9 se utiliza la prueba de la chi-cuadrado. Por ello, se divide la muestra en dos subgrupos de alta y baja implementación, tanto de la MS como de la TM, y se comparan con el alto y bajo nivel de las variables contextuales.

5.3.3 Interacción entre la MS, TM y OP

Como hemos señalado anteriormente, uno de los desafíos de las empresas de la electrónica es lanzar, en un corto período de tiempo, nuevos productos con tecnología de última generación, siendo la tecnología un elemento competitivo muy importante en este sector. La adquisición de tecnología apropiada para el desarrollo y fabricación de productos innovadores, así como la creciente automatización de la producción, han mejorado la productividad de las empresas manufactureras llevando a la simplificación e integración de procesos para generar ventajas productivas (Gindy *et al.*, 2006, pp. 404). Estas tecnologías facilitan la entrada más rápida al mercado, respondiendo inmediatamente a las necesidades del cliente y mejorando la calidad de los productos (Small, 2006, pp. 513). Lin *et al.* (2002) señalan que la adquisición de tecnologías avanzadas de manufactura ha sido capaz de cambiar la fabricación tradicional a una producción de alta tecnología. Esto nos lleva a preguntarnos si la tecnología regula la relación que puede existir entre la MS y el OP. Para contestar esta pregunta se plantea la siguiente hipótesis.

H10: El nivel de implementación de la TM tiene efectos positivos en la relación de la MS y el OP en el sector de la electrónica.

El uso de la tecnología no es solamente para la reducción de costes, sino también para mejorar significativamente la calidad de los productos y servicios (Small, 2006). Igualmente, la implementación de procesos efectivos de fabricación puede mejorar los resultados de la empresa guiados por una adecuada MS (Ward y Duray 2000). Matsui (2002) concluye que la TM está fuertemente influenciada por la MS, representando un rol decisivo en la generación de ventajas competitivas. Das y Narasimhan (2001) sugieren que diferentes ambientes de procesos de fabricación tienden a alinear la inversión en AMT. En este contexto se formula la siguiente hipótesis:

H11: El nivel de implementación de la MS afecta positivamente la relación de la TM y el OP en el sector de la electrónica.

Por otra parte, en la literatura varios artículos han encontrado cierto ajuste entre la MS y la TM y su impacto en el desempeño (Dean y Snell, 1996; Kotha y Swamidass, 2000; Parker, 2000; Congden, 2005). Parker (2000) revisa este ajuste en una muestra de 78 empresas de telecomunicaciones, encontrando resultados positivos en el desempeño. Tomando como referencia estos estudios, se plantea la siguiente hipótesis:

H12: La interrelación de la MS y la TM en el sector de la electrónica afecta significativamente al OP.

Hasta el momento, en la literatura hemos encontrado evidencias de que la MS o TM afectan al OP. Sin embargo, existe escasa investigación que examine la relación de MS y TM en plantas HP y SP, con objeto de validar si esta relación es una característica distintiva entre plantas HP y SP. Ortega et al. (2012) examina la relación MS-TM en plantas HP y SP del sector de componentes de automoción y encuentran que no hay diferencia significativas en la relación MS-TM en plantas HP y SP. En el caso del sector de la electrónica, la TM y MS pueden jugar un papel importante en la generación de ventajas competitivas (Hobday, 1992),

por lo que, plantas HP de este sector podrían diferenciarse de las SP por la relación de MS y TM. Ante esta situación se plantea la siguiente hipótesis:

H13: La relación entre la MS y la TM es mayor en empresas de electrónica HP que en SP.

Por otra parte, los estudios que hemos encontrado sobre la relación de la MS-OP y TM-OP, miden como afecta una variable sobre la otra, sin hacer distinción de subgrupos de alta y baja implementación de la PAP. La escasa literatura sobre estudios que relacionen el grado de implementación de la PAP y su efecto sobre la OP nos lleva a enunciar las siguientes hipótesis:

H14: El nivel de implementación de la MS está relacionado con el nivel de OP en el sector de electrónica.

H15: El nivel de implementación de TM está relacionado con el nivel de OP en el sector de electrónica.

Para testar las hipótesis H10, H11 y H12 se utiliza la perspectiva de moderación para evaluar el impacto de la variable moderadora en la relación entre una variable independiente y una variable dependiente. Se realiza un análisis de correlación de variables independientes con el OP para testar las hipótesis H10 y H11. Para la hipótesis H12 se utiliza la interacción multiplicativa, que permite conocer si el efecto de la relación de dos variables independientes (MS y TM) afecta a la variable criterio OP. En el caso de la hipótesis H13, se utiliza el ajuste por *matching* para medir el grado de interacción/congruencia de las dos prácticas (Arana-Solares *et al.* 2011, Ortega *et al.*, 2012) en diferentes subgrupos. Por último, las hipótesis H14 y H15 las testamos con la correlación de subgrupos, utilizando las pruebas estadísticas de la t y la chi-cuadrado para subgrupos. En la Tabla 4.4 del capítulo cuatro mostramos las asociaciones de los objetivos con cada una de las hipótesis, así mismo los métodos que utilizaremos para testar las hipótesis, que se aplica para este capítulo de igual forma.

5.4 ANALISIS PREVIO DEL SECTOR DE ELECTRÓNICA EN EL PROYECTO HPM

5.4.1 Descripción de la Muestra

Como ya señalamos en el capítulo 3, la unidad de análisis utilizada es la planta de fabricación de la empresa del sector de la electrónica. Constituyen la muestra un total de 88 plantas de 9 países (Tabla 5.3). Para clasificar las plantas se realizó un análisis de clúster identificando el grupo de plantas HP estaban por arriba del promedio de las medidas del OP (situadas en el cuartil superior) y el resto de las plantas se clasificaron en el grupo de plantas SP. Del total de la muestra de 88 plantas, se identificaron 12 plantas del grupo de alto rendimiento (HP, *High Performance*) y 76 de desempeño estándar (SP, *Standard Performance*). También se formaron subgrupos para clasificar aquellas plantas que tienen una alta o baja implementación de la PAP estudiada. Para esto se utilizó el criterio de medias, como describimos en el capítulo anterior. En el caso de la MS se encontraron 50 plantas de alta implementación y 38 plantas de baja implementación y para la TM, 52 plantas de alta implementación y 36 de baja implementación.

| País | Plantas |
|----------------|-----------|
| Alemania | 9 |
| Austria | 10 |
| Corea del Sur | 10 |
| Estados Unidos | 9 |
| España | 9 |
| Finlandia | 14 |
| Italia | 10 |
| Japón | 10 |
| Suecia | 7 |
| Total | 88 |

Tabla 5.3 Distribución de empresas de electrónica por país.

5.4.2 Medición de los datos

Igual que en el capítulo anterior, se realiza un análisis de fiabilidad y validez de las variables objeto de estudio tomando, en este caso, los datos del sector de la electrónica. A pesar que el proyecto HPM ha realizado análisis de fiabilidad, validez y consistencia interna, es necesario realizar esta prueba dado que recogemos solo los datos de un sector industrial y, específicamente, los datos de dos prácticas de manufactura avanzada, MS y TM.

Para realizar el análisis de fiabilidad y validez de las mediciones de los dos PAP y del OP, haremos el mismo procedimiento utilizado en el capítulo 4 con el sector de bienes de equipo/maquinaria. En el caso de la fiabilidad de los factores se emplea el alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), donde el criterio estándar de aceptación de las escalas suele situarse en un valor igual o mayor 0,7 (Nunnally, 1978). Sin embargo, el intervalo de confianza del 95% para el índice de Cronbach de constructo TM resulta ser, (0,543 - 0,778); el valor puntual resultado 0,682 el cual es inferior a 0,7, sin embargo, queda incluido en el intervalo de confianza, lo cual nos indica que la confiabilidad de este constructo resulta estadísticamente aceptable (Koning y Franses, 2003). Además, se verifica si los ítems que conforman cada una de las escalas/dimensiones son válidos y fiables.

A continuación se forman los constructos (MS y TM) promediando las escalas fiables y válidas, para, posteriormente, realizar un análisis de factor de segundo orden que asegure que los constructos formaban medidas unidimensionales. La Tabla 5.4 muestra los resultados obtenidos para las pruebas de fiabilidad y validez. Como se puede observar en la Tabla 5.4, el constructo MS es fiable y unidimensional, con las seis escalas contribuyendo significativamente a su formación con un alfa de Cronbach de 0,844. En el caso del constructo de TM, tres escalas que lo definen, con un alfa de Cronbach de 0,682. Con respecto al OP, observamos que las medidas que conforman este constructo son fiables y unidimensionales, con un alfa de Cronbach de 0,799.

| Variable / Dimensión | Factor de Carga | Alfa de Cronbach | Intervalo de confianza |
|----------------------|-----------------|------------------|------------------------|
| MS | | 0,844 | (0,784 - 0,887) |

| | | | | |
|----|---|-------|-------|-----------------|
| S1 | Alcance de la integración funcional | 0,852 | | |
| S2 | Integración entre funciones | 0,917 | | |
| S3 | Liderazgo para la integración funcional | 0,857 | | |
| S4 | Manufactura como recurso competitivo | 0,602 | | |
| S5 | Vínculo de MS-estrategia empresarial | 0,846 | | |
| S6 | Coordinación organizacional de | 0,689 | | |
| | TM | | 0,682 | (0,543 - 0,778) |
| T1 | Implementación eficaz de procesos | 0,862 | | |
| T2 | Esfuerzo de diseño interfuncional | 0,821 | | |
| T3 | Introducción de nuevos productos de la | 0,656 | | |
| | OP | | 0,799 | (0,720 - 0,855) |
| | Desempeño en entregas a tiempo | 0,809 | | |
| | Entrega rápida | 0,847 | | |
| | Flexibilidad cambiar el mix del | 0,700 | | |
| | Flexibilidad para cambiar el volumen | 0,743 | | |
| | Apoyo al cliente y servicio | 0,618 | | |

Tabla 5.4 Escalas y mediciones para la fiabilidad.

5.5 MÉTODOS DE AJUSTE Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para testar las hipótesis formuladas en la sección 5.3 se utilizan varios modelos de contingencia, tales como el modelo universal, modelo de congruencia y modelo de interacción con sus perspectivas de ajuste como la moderación y el “*matching*”. Este apartado está dividido en tres secciones, en la primera sección se testan las hipótesis correspondientes a la medición de la relación entre la MS y la TM con el OP y se introducen las variables contextuales utilizando el modelo universal. La sección dos revisa el efecto direccional, ya sea de la MS hacia la TM o viceversa, utilizando varios modelos de ajuste de congruencia. La última sección examina los efectos de interacción de las dos PAP para diferentes subgrupos, utilizando las perspectivas de ajuste de moderación y *matching*. Seguimos el mismo modelo planteado en el capítulo cuatro.

5.5.1 Análisis de Resultados del Modelo Universal

Para testar las hipótesis H1 y H3 utilizamos la ecuación 3.3 indicada en el capítulo tres. Los resultados de este primer modelo se muestran en la Tabla 5.5. Como se puede observar, solo la MS mantiene una relación positiva y significativa de $p \leq 0,01$ con el OP. El 24,5% de

la varianza del OP puede ser explicada por el modelo. Ello muestra que, en las empresas de electrónica, la MS es un elemento clave para la mejora del OP. Con los resultados obtenidos, se acepta H1 y se rechaza H3.

| Factor | OP |
|--------------|------------|
| MS | 3,813 *** |
| TM | 1,113 |
| | |
| F | 13,975 *** |
| R2 | 0,264 |
| R2 corregida | 0,245 |

*P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01; R2 y R2 corregida según Morris *et al.* (1986), McClelland y Judd (1993) y Ahmad *et al.* (2003)

Tabla 5.5 Relaciones entre MS, TM y OP.

Para testar las hipótesis H2 y H4 se utiliza la ecuación 3.4 revisada en el capítulo 3. En la Tabla 5.6 se muestran los resultados. Nuevamente la MS muestra una relación positiva y significativa ($p \leq 0,1$) con el OP, a pesar de la presencia de las variables contextuales. Las demás variables no tienen impacto significativo con el OP. Por lo tanto, se rechazan las hipótesis H2 y H4.

| Factor | OP |
|-------------------------------|--------|
| MS | 1,828* |
| TM | 1,315 |
| Tamaño de la planta | -0,237 |
| Personalización producto | -0,178 |
| Utilización de la capacidad | 0,687 |
| Tipos de procesos | 1,172 |
| Equipos y procesos utilizados | 0,038 |
| Antigüedad de equipos | -0,613 |
| | |
| F | 2,165* |
| R2 | 0,331 |
| R2 corregida | 0,178 |

*P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01; R2 y R2 corregida según Morris *et al.* (1986), McClelland y Judd (1993) y Ahmad *et al.* (2003)

Tabla 5.6 MS, TM, OP y variables de control.

En consecuencia, MS guarda una relación positiva con el OP a pesar de la presencia de la TM y de factores contextuales. En cambio, la TM no muestra alguna relación con la OP a pesar de la presencia de las variables contextuales.

5.5.2 Modelo de congruencia

Para testar las hipótesis H5, H6 y H7 se utiliza el modelo de ajuste de congruencia. Este modelo parte del supuesto de que, para controlar o mejorar una práctica de manufactura, esta requiere regular o adaptar sus niveles de implantación tomando en consideración el nivel de otra práctica de manufactura, y viceversa. Este modelo no contempla determinar la dirección de causalidad entre las variables, sino establecer una posible congruencia entre ellas (Galunic and Eisenhardt, 1994; Meilich, 2006). Las técnicas estadísticas para evaluar las hipótesis H5, H6 y H7 serán la MMRA y el análisis de correlación canónica. Además, para testar las hipótesis H7, H8 y H9 se realiza un análisis de correlación de los niveles de implementación de la MS y la TM junto con las variables contextuales.

5.5.2.1 Resultados del MMRA

En la Tabla 5.7 se muestra los resultados del primer modelo de acuerdo con la ecuación 3.5, donde las dimensiones de la TM actúan como variables dependientes y las escalas de la MS como independientes. Los test multivariante de *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace* y *Roy's largest root* muestran el vínculo de la MS-estrategia empresarial (S5) que es significativo con $P \leq 0,01$, lambda de Wilks de 0,865 y $F=4,020$. Por su parte, la coordinación organizacional de la integración funcional (S6) es significativa con $P \leq 0,1$, lambda de Wilks de 0,911 y $F=2,505$. Las demás dimensiones de la MS no resultaron significativas.

| | | |
|-----------|--------------------------------|-------------|
| S1 | GL: 0,016, 0,984, 0,016, 0,016 | F 0,416 |
| S2 | GL: 0,005, 0,995, 0,005, 0,005 | F 0,136 |
| S3 | GL: 0,019, 0,981, 0,020, 0,020 | F 0,505 |
| S4 | GL: 0,048, 0,952, 0,050, 0,050 | F 1,296 |
| S5 | GL: 0,135, 0,865, 0,157, 0,157 | F 4,020 *** |

| | | |
|-----------|--------------------------------|-----------|
| S6 | GL: 0,089, 0,911, 0,098, 0,098 | F 2,505 * |
|-----------|--------------------------------|-----------|

GL: Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace y Roy's largest root. *P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01

Tabla 5.7 MS como predictor en el sector de electrónica, Test multivariantes.

Revisando los coeficientes del modelo de regresión (Tabla 5.8) se observa que la implementación eficaz de procesos (T1) se ve afectada positivamente por el vínculo de estrategia de manufactura-estrategia empresarial (S5) con un nivel de significación menor a 0,5. El esfuerzo de diseño interfuncional (T2) se relaciona con la coordinación organizacional de la integración funcional (S6) a un nivel de significación del 0,1. Para T3, en cambio, ninguna de las variables independientes resulta significativa.

Por lo tanto, podemos concluir que la MS, de forma agregada tiene un vínculo débil o parcial con la tecnología, lo que nos hace suponer que la MS tiene algún efecto sobre las decisiones de la tecnología, aceptando la hipótesis H5.

| Variables Dependientes | Variables Independientes | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|---------|--------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| T1 | 0,916 | 0,076 | 1,324 | 1,831 | 6,688** | 0,030 |
| T2 | 0,159 | 0,069 | 0,088 | 1,737 | 0,416 | 3,299* |
| T3 | 0,129 | 0,390 | 0,289 | 2,558 | 0,289 | 2,710 |

*P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01

Tabla 5.8 Resultados del modelo de regresión múltiple multivariante TM en función de la MS.

El segundo modelo considera las escalas de la TM como variables independientes y las escalas de la MS como variables dependientes, se muestran en la Tabla 5.9 de los test multivariantes. Se observa que sólo la implementación eficaz de procesos (T1) define o impacta a la MS, con una lambda de Wilks de 0,655, F = 6,750 y p = 0,000. Las otras dos variables predictivas, T2 y T3, no resultaron significativas para las dimensiones de la MS. Esto podría deberse a que la implantación de nuevos procesos debe estar ligada a la MS para que haya una implementación eficaz y congruente. Así, Porter (1983) menciona que ciertas políticas de tecnología pueden ser más efectivas cuando se relacionan con ciertas estrategias. Por ejemplo, el uso de procesos avanzados de tecnología puede estar asociado fuertemente

con el desempeño en organizaciones que tienen liderazgo en coste como foco principal de su estrategia..

| | | |
|-----------|--------------------------------|-------------|
| T1 | GL: 0,345, 0,655, 0,526, 0,526 | F 6,750 *** |
| T2 | GL: 0,089, 0,911, 0,098, 0,098 | F 1,253 |
| T3 | GL: 0,074, 0,926, 0,080, 0,080 | F 1,023 |

GL: Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace y Roy's largest root. *P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01

Tabla 5.9 TM como predictor en el sector de electrónica; Test multivariantes.

Por otra parte, la Tabla 5.10 muestra los coeficientes de las ecuaciones de regresión, observándose que la implementación eficaz de procesos (T1) con un nivel de significación menor a 0,01, afecta a todas las dimensiones de la MS, a excepción de S6, que la afecta a un nivel del 0,05. Estos resultados son congruentes con los obtenidos anteriormente en la prueba multivariante. Por su parte, la manufactura como recurso competitivo (S4) y coordinación organizacional de la integración funcional (S6) se ven afectados positivamente por la introducción de nuevos productos en la organización (T3) con un nivel de significación menor a 0,1. En cambio, el esfuerzo de diseño interfuncional (T2) no se relaciona con ninguna dimensión de la MS. De acuerdo a los resultados obtenidos, solo una escala de la TM se asocia a la MS, por lo que se rechaza la hipótesis H6.

| Variables Dependientes | Variables Independientes | | |
|------------------------|--------------------------|-------|---------|
| | T1 | T2 | T3 |
| S1 | 17,471 *** | 0,052 | 0,061 |
| S2 | 17,274 *** | 0,035 | 0,426 |
| S3 | 14,516 *** | 0,010 | 1,058 |
| S4 | 14,385 *** | 0,085 | 2,794 * |
| S5 | 35,632 *** | 2,336 | 1,689 |
| S6 | 6,774 ** | 0,984 | 3,318 * |

*P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01

Tabla 5.10 Resultados del Modelo de regresión múltiple multivariante. MS en función de TM.

Comprobamos los resultados obtenidos con la siguiente prueba, el análisis canónico de correlación, y revisamos si existe alguna relación bidireccional.

5.5.2.2 Análisis canónico de la correlación

El análisis canónico de la correlación es un modelo estadístico multivariante que facilita el estudio de las interrelaciones entre múltiples variables dependientes y múltiples variables independientes (Hair *et al.*, 1999). Para nuestro caso, el análisis de correlación canónica está restringido a obtener tres funciones canónicas ya que este es el número de dimensiones que contiene cada grupo de variables (S y T) que estamos estudiando. El primer contraste de significación estadística es para las correlaciones canónicas de cada una de las tres funciones canónicas.

En la Tabla 5.11 se observa que la función canónica uno, fue la única que resultó estadísticamente significativa a un nivel de 0,01 y una lambda de Wilks de 0,489. La primera correlación canónica fue de 0,663, que representa el 43,9% de la varianza compartida entre los dos grupos de variables analizadas. La MS tiene un índice de redundancia de 0,273, mientras que la TM tiene un índice de 0,212. Estos valores de redundancia son cercanos, lo que indica que las varianzas son compartidas, aceptándose la primera función canónica.

Por otra parte, revisando las cargas cruzadas de la primera correlación canónica (las casillas sombreadas indican una correlación mayor a 0,45) existe alguna relación entre las seis dimensiones de la MS hacia las escalas de la TM. La implementación eficaz de procesos (T1) es la única que tiene correlación con las escalas de la MS. El efecto direccional entre las dos prácticas avanzadas de fabricación solo existe de la MS hacia la TM, y solo en T1 de manera bidireccional. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis H7 y se confirma la aceptación de la H5 y el rechazo de la H6. Podemos concluir que la MS tiene afectación directa en la TM y no de manera contraria.

| | Primera correlación canónica | Segunda correlación canónica | Tercer correlación canónica |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Correlación canónica | 0,663 | 0,334 | 0,132 |
| R2 | 0,439 | 0,111 | 0,017 |
| Significación | 0,000 | 0,368 | 0,845 |
| Índice de redundancia: MS | 0,273 | 0,008 | 0,002 |
| Índice de redundancia: TM | 0,212 | 0,03 | 0,004 |

| Ítem | Carga | Coeficiente | Carga | Coeficiente | Carga | Coeficiente |
|------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
| MS | | | | | | |
| S1 | -0,496 | -0,181 | -0,005 | -0,257 | -0,084 | -1,022 |
| S2 | -0,513 | 0,101 | 0,023 | -0,295 | -0,06 | -0,511 |
| S3 | -0,502 | -0,249 | 0,053 | -0,067 | -0,033 | 0,135 |
| S4 | -0,519 | -0,26 | 0,076 | 0,575 | 0,02 | 0,247 |
| S5 | -0,628 | -0,605 | -0,039 | -1 | 0,019 | 0,854 |
| S6 | -0,463 | 0,031 | 0,188 | 1,386 | -0,025 | 0,08 |
| TM | | | | | | |
| T1 | -0,646 | -0,922 | -0,001 | -0,781 | -0,03 | -0,137 |
| T2 | -0,299 | 0,173 | 0,226 | 0,944 | -0,077 | -0,755 |
| T3 | -0,36 | -0,206 | 0,195 | 0,617 | 0,08 | 0,874 |

Tabla 5.11 Correlaciones y coeficientes canónicos estandarizados entre MS y TM.

5.5.2.3 Análisis de la correlación de los niveles de implementación de las PAP

Para verificar si existe alguna relación entre los subgrupos de alta y baja implementación entre la MS y la TM en el sector electrónico, sin medir el efecto de causalidad, utilizamos las pruebas estadísticas de la t y la chi-cuadrado.

Primero se realiza la prueba t para conocer si alguna de las PAP (MS o TM) es afectada por la baja o alta implementación de la otra PAP estudiada. En la Tabla 5.12 se muestra que existen diferencias con alta y baja implementación de la TM respecto a la MS ($t = 4,163$, $p < 0,01$), es decir, una alta implementación de la TM mejora la MS. Por lo tanto aceptamos H_6 .

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | P |
|------------------------|-------|----------------|-------|----|---|
| MS | | | 4,163 | 86 | 0 |
| Alta implementación TM | 5,425 | 0,410 | | | |
| Baja implementación TM | 5,029 | 0,475 | | | |

Tabla 5.12 Comparación de alta y baja implementación de la TM sobre la MS.

De manera inversa, examinamos la relación de la baja y alta implementación de la MS con respecto a la TM. En La Tabla 5.13 se puede observar que existe diferencia entre

subgrupos, siendo que la alta implementación de la MS favorece la TM. Con esta prueba aceptamos la H5.

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | p |
|------------------------|-------|----------------|-------|----|---|
| TM | | | 4,166 | 86 | 0 |
| Alta implementación MS | 5,214 | 0,566 | | | |
| Baja implementación MS | 4,749 | 0,446 | | | |

Tabla 5.13 Comparación de alta y baja implementación de la MS sobre la TM.

Para conocer la relación de las dos PAP analizadas sin medir la fuerza de la relación, utilizamos la chi-cuadrado. En la Tabla 5.14 se resumen los resultados donde la prueba exacta de Fisher muestra que la alta y baja implementación de la MS es estadísticamente diferente sobre el alta y baja implementación de la TM, con un valor significativo menor al 0,001. Es decir, la alta implementación de la MS está relacionada con la alta implementación de la TM, y viceversa.

| Variable | N | TM | | p |
|----------|------|------|------|---------|
| | | Alta | Baja | |
| MS | | | | < 0,001 |
| | Alta | 50 | 37 | 13 |
| | Baja | 38 | 15 | 23 |
| Totales | 88 | | | |

Tabla 5.14 Análisis de la chi-cuadro de los subgrupos de alta y baja implementación de la MS y de la TM.

5.5.2.4 Análisis de la relación de los niveles de implementación de PAP con las variables contextuales.

En esta sección se analiza el impacto entre las PAP, MS y TM, con las variables contextuales en el sector de la electrónica. Para cada una de las PAP analizadas conformamos subgrupos de alta y baja implementación, y los comparamos con el alto nivel y bajo nivel de las variables contextuales utilizando la prueba de la chi-cuadrado.

El primer análisis realizado compara la alta y baja implementación de la MS con cada una de las variables contextuales. Como se puede observar en la Tabla 5.15 ningún valor es

menor a 0,05, lo cual indicaría que existe alguna relación entre las dos variables. Por lo tanto, la baja o alta implementación de la MS es independiente de los niveles bajos o altos de las variables contextuales en la industria electrónica. Se rechaza la hipótesis H8.

| Variable contextual | MS * |
|--|-------------|
| Tamaño de la Planta | 1 |
| Porcentaje grado de personalización de productos | 0,803 |
| Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas (%) | 0,815 |
| Tipos de procesos de fabricación de las planta | 0,218 |
| Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas | 0,818 |
| Antigüedad de los equipos en las plantas | 0,041 |

*Prueba exacta de Fisher

Tabla 5.15 Comparación entre subgrupos de la MS y variables contextuales.

En este mismo sentido, al realizar el análisis entre la alta y baja implementación de la TM con el alto y bajo nivel de las variables contextuales se encontró que solamente la variable contextual de antigüedad de los equipos en las plantas está relacionada con la implementación de la TM (Tabla 5.16), por lo que se rechaza H9.

| Variable contextual | TM * |
|--|-------------|
| Tamaño de la Planta | 0,36 |
| Porcentaje grado de personalización de productos | 0,211 |
| Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas (%) | 0,345 |
| Tipos de procesos de fabricación de las planta | 0,454 |
| Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas | 0,16 |
| Antigüedad de los equipos en las plantas | 0,007 |

*Prueba exacta de Fisher

Tabla 5.16 Comparación entre subgrupos de la TM y variables contextuales.

La MMRA, el análisis canónico de la correlación y la prueba de la chi-cuadrado de subgrupos proporciona el soporte estadístico de las correlaciones de las dos PAP (MS y TM). Estas pruebas muestran que, en el caso del sector de la electrónica, la implementación de la MS impacta sobre la TM, pero de manera inversa esta relación es débil. Esto nos indica que

en este sector la definición de la MS va a guiar la implementación de la TM, pero esta última implementada no tiene efectos sobre la MS. Con la prueba de la chi-cuadrado se ve reflejado que entre las dos PAP un alto nivel de una práctica corresponde con el alto nivel de la otra práctica, por lo que existe un ajuste entre las dos prácticas (MS y TM). Sin embargo, para conocer las interrelaciones que existen entre las dos PAP estudiadas, y el efecto sobre el OP, es necesario utilizar otros modelos como, por ejemplo, el de interacción. Bajo este enfoque se puede examinar la interrelación de las dos PAP por la influencia de su interacción sobre el OP. En los siguientes apartados se utilizan dos perspectivas de interacción, la de moderación y *matching*.

5.5.3 Modelos de Interacción

Para testar las hipótesis H10, H11, H12, H13, H14 y H15 utilizamos dos perspectivas de ajuste, moderación y *matching*, con el fin de medir la interacción entre la MS y la TM, y su efecto interactivo sobre el OP. En el caso de la perspectiva de moderación, se utiliza la correlación de las variables de ajuste con el desempeño y el modelo multiplicativo por medio del análisis de regresión. Para la perspectiva *matching* se emplean los análisis de intercorrelación de las variables independientes y correlación de subgrupos (chi-cuadrado y prueba t).

5.5.3.1 Resultados de la perspectiva de moderación

La perspectiva de moderación permite conocer si la dirección y fuerza de la relación entre una variable predictor (ya sea MS o TM) y la variable criterio (OP) varían a través de diferentes niveles de una tercer variable denominada moderador (que puede ser la MS o la TM). Para realizar las pruebas de moderación, formamos dos modelos y cada uno de ellos los subdividimos en subgrupos de acuerdo a alta o baja implementación de las dos PAP analizadas y los subgrupos de plantas HP y las plantas SP. Para verificar posibles diferencias en los grados de implementación de las PAP entre los dos grupos de plantas (HP y SP) y testar las hipótesis H10, H11 y H12, utilizaremos la correlación de las variables de ajuste

con el desempeño y el modelo multiplicativo (Arnold, 1982; Bruning y Kintz, 1987; Venkatraman, 1989; Bergeron, 2001).

El primer método, correlación de variables independientes con el desempeño, se ha utilizado en modelos de interacción (Abernethy and Brownell, 1999; Abernethy and Lillis, 1995; Bergeron *et al.*, 2001; Merchant, 1981; Miles and Snow, 1978; Simons, 1987) para medir el efecto de una variable moderadora en la relación de la variable predictora y la variable criterio.

El primer modelo consiste en medir el efecto de la implementación alta o baja de la MS como variable moderadora sobre la relación TM-OP como se muestra en la Figura 3.2 el inciso (a). Esto se ve reflejado mediante el cálculo de la correlación de variables independientes con el desempeño. Como se muestra en la Tabla 5.17, el efecto de moderación de la MS sobre la relación TM-OP, resultó tener un impacto menor positivo para empresas que tienen alta implementación de la MS ($r = 0,163$). Pero existe alta correlación en empresas con baja implementación de la MS ($r = 0,345$, $p < 0,05$), observándose un cierto desajuste. Por lo tanto, se acepta la hipótesis H11. Esto nos hace pensar que la relación de la TM con el OP es mayor y fuerte en baja presencia de la MS. Es decir, en la muestra estudiada del sector de la electrónica, la relación de la TM con el OP se ve afectaba por el nivel de implementación de la MS.

| Correlación con OP | MS | |
|--------------------|-------|---------|
| | Alta | Baja |
| TM | 0,163 | 0,345** |

* $P \leq 0,1$; ** $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,01$

Tabla 5.17 Correlaciones de la TM con OP.

El segundo modelo consiste en el efecto moderado de la TM en la relación MS-OP, como mostramos en la Figura 3.2 el inciso b) del capítulo tres. En la Tabla 5.18 se observa que la relación MS-OP es positiva y muy cercanas para alta y baja implementación de la TM ($r = 0,47$ $p < 0,01$) ($r = 0,439$ $p < 0,05$), con fuerte nivel de significación. Esto nos indica que

existe una relación positiva y significativa entre la MS y el OP por efecto moderador de empresas con alta y baja implementación de la TM. Así pues, la relación es ligeramente mayor en alta que en baja implementación de la TM, por lo que, posiblemente, el ajuste es menor. Como se revisó anteriormente, la MS tiene un efecto en el OP, y este efecto también puede ser provocado por la implementación de la TM. Por lo tanto, se acepta H10.

| | TM | |
|--------------------|---------|---------|
| | Alta | Baja |
| Correlación con OP | | |
| MS | 0,47*** | 0,439** |

***P < 0,01; **P<0,05

Tabla 5.18 Correlaciones de la MS con OP.

5.5.3.1.1 Resultados del modelo multiplicativo

Para testar la hipótesis H12, nos basamos en el modelo multiplicativo revisado en el capítulo tres, con la ecuación 3.7. Del análisis de la ANOVA, el término SxT no resulta significativo (Tabla 5.19), los que lleva a plantear que no hay interrelaciones entre la MS y la TM. Sin embargo, como se observa en los modelos de congruencia, existe una relación de la implementación de la MS hacia la TM y no de manera inversa, lo que podría explicar la falta de significación del término de interacción SxT. Este resultado nos indica que no existe diferencia en el rendimiento por un desajuste, rechazando la hipótesis H12. También se observa que ninguna de las dos PAP mantiene una relación significativa con el OP. Cabe mencionar que los resultados son significativos F (9,312, $p \leq 0,01$), lo que indica que la combinación de estas variables predice significativamente al OP.

| Factor | OP |
|--------|-----------|
| MS | 1,078 |
| TM | 0,630 |
| SxT | -0,504 |
| F | 9,312 *** |
| R2 | 0,266 |

| | |
|--------------|-------|
| R2 corregida | 0,238 |
|--------------|-------|

*P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01

Tabla 5.19 Resultados regresión multiplicativa de las PAP.

5.5.3.2 Perspectiva Matching

Una alternativa para testar la hipótesis H13 es el enfoque de *matching*, donde el ajuste es teóricamente definido como congruencia, correspondencia o alineación entre la MS y la TM sin hacer referencia a una variable criterio, como podría ser el OP. Para testar la H13 utilizaremos los mismo métodos que en el capítulo cuatro, el análisis de intercorrelación de las variables independientes (Bergeron *et al.*, 2001) y correlación de subgrupos (análisis de varianza) (Joyce *et al.*, 1982; Venkatraman, 1989; Bergeron *et al.*, 2001; Mitchell *et al.*, 2007).

5.5.3.2.1 Análisis de intercorrelación de las variables independientes

En la Tabla 5.20 se muestra que existe una alta correlación entre la MS y la TM para plantas HP y SP, confirmando la congruencia entre ambas prácticas. La correlación existente entre las dos variables en subgrupos de plantas, HP y SP, es altamente significativa para el grupo de SP ($r = 0,497$; $p < 0,01$). Asimismo, alta correlación pero menor fuerza para el grupo de HP ($r = 0,58$; $p < 0,05$). Por lo tanto, desde la perspectiva de *matching*, el ajuste de la MS y la TM es positivamente significativo para ambos subgrupos de plantas. Es decir, existe cierta congruencia en la relación de la MS y la TM en plantas HP y SP, por lo que se acepta la hipótesis H13. La relación entre la MS y TM es mayor en plantas HP que en plantas SP.

| | TM | |
|----|------------------|----------------------|
| | Alto Rendimiento | Rendimiento estándar |
| MS | 0,58* | 0,497*** |

*P≤0,1; **P≤0,05; ***P≤0,01

Tabla 5.20 Intercorrelaciones de la MS y TM.

5.5.3.2.2 Análisis de correlación de subgrupos

Para testar las hipótesis H14 y H15, se emplea la prueba de análisis de correlación de subgrupos utilizando las pruebas estadísticas de la t y de la chi-cuadrado. Para esto se dividió la muestra en subgrupos y luego se compararon sus características, es decir, se evaluó si el rendimiento de las plantas que se ajustan es superior al de las plantas que no se ajustan (Abernethy and Brownell, 1999).

En el caso de la prueba t, se revisaron las medias de cada variable tanto para las plantas HP como para las SP. Los resultados se muestran en la Tabla 5.21:

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | p |
|----------------------|-------|----------------|-------|----|-------|
| MS | | | 0,023 | 69 | 0,982 |
| Alto rendimiento | 5,290 | 0,635 | | | |
| Rendimiento estándar | 5,286 | 0,446 | | | |
| TM | | | 0,624 | 69 | 0,534 |
| Alto rendimiento | 5,148 | 0,607 | | | |
| Rendimiento estándar | 5,028 | 0,553 | | | |

Tabla 5.21 Comparación de Alto y estándar rendimiento sobre la MS y la TM.

Los resultados de la Tabla 5.21 muestran que las medias de las variables tienen poca variación de un grupo de planta a otro. Tanto en la MS como la TM, la media de las plantas consideradas HP es ligeramente mayor que el de las plantas SP, sin ser significativos los resultados. La prueba t muestra que el valor de significación obtenido es mayor a 0,1, por lo que se concluye que son estadísticamente iguales, no habiendo diferencias entre los subgrupos, y, por tanto, rechazándose las hipótesis H14 y H15.

En el siguiente análisis se revisó las medias de cada variable (MS y TM), tanto para alta y baja implementación y el OP. La primera prueba t realizada fue verificar si existía alguna afectación de los subgrupos de alta o baja implementación en alguna de las dos PAP estudiadas sobre el OP. En la Tabla 5.22 se muestra que los dos subgrupos de baja y alta implementación de la MS y de la TM afectan el OP.

| Variable | Media | Desv. Estándar | t | n | p |
|------------------------|-------|----------------|-------|----|------|
| OP | | | 3,948 | 53 | 0 |
| Alta implementación MS | 4,029 | 0,472 | | | |
| Baja implementación MS | 3,490 | 0,678 | | | |
| OP | | | 2,217 | 79 | 0,03 |
| Alta implementación TM | 3,930 | 0,592 | | | |
| Baja implementación TM | 3,625 | 0,627 | | | |

Tabla 5.22 Comparación del OP entre alta y baja implementación de MS y TM.

Con la prueba de la chi-cuadrado se puede analizar con mayor detalle la relación entre alta y baja implementación de la MS y el rendimiento bajo o estándar en operaciones. Los resultados en la Tabla 5.23 indican que no existe una diferencia significativa entre alta y baja implementación de la MS y el rendimiento alto y estándar de operaciones. Ello muestra que no existe ajuste entre estas dos variables. Por tanto, para plantas de electrónica con alta o baja implementación de la MS no se relacionan con un alto o estándar OP, rechazando la hipótesis H14.

| Variable | n | OP | | P |
|----------|------|------|----------|-------|
| | | Alto | Estándar | |
| MS | | | | 0,501 |
| | Alta | 43 | 5 | 38 |
| | Baja | 28 | 5 | 23 |
| Totales | 71 | | | |

Tabla 5.23 Análisis de la chi-cuadro de la implementación de la MS con el OP alto o estándar.

Este mismo análisis se llevó a cabo pero ahora con la alta y baja implementación de la TM sobre el rendimiento alto o estándar. En la Tabla 5.24 se muestran los resultados donde alto y estándar OP no son significativamente diferentes sobre alta o baja implementación de la TM. Por lo tanto, no hay una relación significativa entre empresas de alto rendimiento y una alta implementación de la TM, y viceversa, rechazando la H15.

| Variable | n | OP | | P |
|----------|---|------|----------|---|
| | | Alto | Estándar | |
| TM | | | | 1 |

| | | | |
|---------|----|---|----|
| Alta | 44 | 6 | 38 |
| Baja | 27 | 4 | 23 |
| Totales | 71 | | |

Tabla 5.24 Análisis de la chi-cuadro de la implementación de la TM con OP alto o estándar.

Los resultados obtenidos confirman que tanto la implementación de la MS como la TM no se ajustan a las relaciones con el OP alto o estándar. Sin embargo, al realizar la prueba de interacción entre la MS y la TM sobre el OP resultó positiva, reafirmando con la prueba t, al realizar el nivel de implementación de las PAP sobre el OP. Esto sugiere que en las empresas de electrónica el tener una alta implementación tanto en la MS como en la TM, puede contribuir al OP, siendo elementos diferenciadores entre la competencia para generar ventajas competitivas.

5.6 CONCLUSIONES GENERALES

La industria de la electrónica es uno de los sectores con mayor dinamismo en el mercado, caracterizada por un ambiente de incertidumbre en los requerimientos del cliente, cambios tecnológicos constantes, productos con ciclos de vida cortos, cadenas de suministro complejas y competencia agresiva. Las firmas de electrónica buscan ser competitivas mediante la innovación en productos y procesos. Porter (1980) señala que las tecnologías o innovaciones tendrán impacto si están relacionadas con las estrategias de la empresa. En este capítulo se analiza si en empresas de electrónica, donde su principal fuente de competencia es la tecnología, la MS tiene algún vínculo con la TM y viceversa. En la primera parte del capítulo se revisó el contexto general del sector de electrónica, siendo este amplio y diverso, con una amplia gama de productos con alto valor agregado que pueden ser procesados tanto en sistemas de producción continuos, para reducir costes, como en sistemas de producción especializados, con tamaños de lotes de producción bajos.

En la economía mundial, el sector de la electrónica es uno de los sectores más importantes, registrando en 2013 aproximadamente el 11,3% (Un Comtrade, 2013) de las exportaciones globales respecto a los demás sectores. En la UE el sector electrónico está

dominado por las importaciones, especialmente de los EEUU, Japón, China y otros países asiáticos. En esta industria, los últimos cinco años, el continente asiático tiene el mayor porcentaje de participación en las exportaciones. Por ejemplo, en 2009 entre China, Hong Kong y Japón tienen un 34,53% del total de exportaciones. Para el 2011, tanto China como Hong Kong tienen el 32,8% del total de exportaciones, ocupando en ese año los dos primeros lugares de los países exportadores. Los principales países exportadores de equipo electrónico han tenido un crecimiento sostenible del 2005 al 2008, sufriendo una caída en 2009 y recuperándose en 2010 y 2011. Sin embargo, en el 2012 la industria tuvo una caída propiciada principalmente por los mercados asiáticos, volviéndose a recuperar en el 2013 con los principales exportadores, Estados Unidos, Alemania y Japón. La mayoría de las empresas importantes de electrónica están localizadas en Estados Unidos, Japón y Taiwan.

En el informe de PwC (2013) destaca entre los desafíos del sector de la tecnología la mejora de la capacidad de innovar y el crecimiento y retención de clientes. Estas tendencias requieren que las empresas tengan implementadas buenas prácticas de fabricación, como, por ejemplo, la MS o la TM. De aquí surgen varias cuestiones acerca de la interrelación de las dos prácticas de manufactura (MS y TM) y su efecto en el desempeño. Ello nos lleva a plantearnos, *¿existe interrelación entre el nivel de implementación de la MS y el de la TM en el contexto de las plantas de electrónica y afecta al OP?*

Para contestar esta pregunta se establecieron quince hipótesis que fueron testadas mediante pruebas de congruencia e interacción. Los resultados de la primera prueba realizada mediante el modelo universal mostraron que solo la MS mantiene una relación positiva con el OP a un nivel de significación del 0,01, aceptando la hipótesis H1 y rechazando la hipótesis H3. Posteriormente se verificó si al introducir las variables de control entre las dos prácticas de fabricación analizadas afectaban el OP. Nuevamente solo la MS presentó una relación positiva baja ($p \leq 0,01$) con el OP a pesar de la presencia de las variables de control, rechazando la H2 y H4. Por lo tanto, parece que la MS es un elemento importante en el sector de la electrónica para mejorar el rendimiento de la empresa, ya sea en presencia o no de la TM o de las variables contextuales. Por ejemplo, en las plantas grandes de montaje o ensamble de ordenadores, MS es vital para que una gama de capacidades puedan hacer frente

a cambios rápidos y volátiles (Brown, 1998). Los resultados señalan que la TM no afecta al OP, a pesar de que es un sector industrial donde la tecnología juega un papel importante en la competitividad. Sin embargo, como comentamos en el capítulo dos, existen algunos estudios en la literatura que muestran que la tecnología no tiene efectos sobre el rendimiento de las empresas (Beaumont y Schroeder, 1997; Boyer *et al.*, 1997; Swamidass y Kotha, 1998; Cagliano y Spina, 2000; Das y Jayaram, 2003), lo que apoya nuestros resultados obtenidos en el sector de la electrónica.

La siguiente prueba realizada fue el modelo de congruencia para verificar el nivel de relación entre la implementación de la MS y de la TM, para esto se utilizaron dos modelos multivariantes, la MMRA y el análisis canónico de la correlación. En el caso de la MMRA, se evaluaron dos modelos de regresión con seis variables correspondientes a las seis escalas de la MS y tres de la TM. En el primer modelo, las dimensiones de la tecnología actúan como variables dependientes y las escalas de la MS como independientes. El vínculo de MS-estrategia empresarial (S5) y la coordinación organizacional de la integración funcional (S6) tienen impacto sobre las dimensiones de la TM. Al revisar las cargas cruzadas del modelo de regresión, la implementación eficaz de procesos (T1) fue afectada positivamente por el vínculo de estrategia de manufactura-estrategia empresarial (S5). El esfuerzo de diseño interfuncional (T2) se relaciona con la coordinación organizacional de la integración funcional (S6). Con estos resultados se aceptó la hipótesis H5. Este resultado puede deberse al sector estudiado y a su entorno de negocio, ya que las empresas de electrónica se caracterizan por una elevada tecnología-innovación, rápidos cambios y competencia agresiva, siendo la capacidad tecnológica de este sector base para la definición de la estrategia (Hayes, 1985; Parthasarthy and Sethi, 1992; Porter, 1983).

En el segundo modelo, las escalas de la TM actuaron como variables independientes y las escalas de la estrategia de operaciones como variables dependientes. En esta prueba multivariante resultó que sólo la implementación eficaz de procesos (T1) define o impacta a la MS. Las otras dos variables predictivas, T2 y T3, no resultaron significativas para las dimensiones de la MS.

Al revisar los coeficientes de las ecuaciones de regresión, se observó que la implementación eficaz de procesos (T1) afecta a todas las dimensiones de la MS. La manufactura como recurso competitivo (S4) y coordinación organizacional de la integración funcional (S6) se ven afectados positivamente por la introducción de nuevos productos en la organización (T3) con un nivel de significación de $p < 0,1$. Esto viene a corroborar la importancia de colaboración e integración organizacional en la planificación de la producción/procesos y de la empresa misma, apoyando el desarrollo de nuevos productos en un sector como la electrónica, donde la tecnología de productos está en constante cambio. Por otra parte, el esfuerzo de diseño interfuncional (T2) no se relaciona con ninguna dimensión de la MS. Estos resultados nos indican que no hay una relación de la TM hacia MS, por lo tanto se rechaza la hipótesis H6.

En la siguiente prueba multivariante, análisis canónico de la correlación, encontramos que existe alguna relación entre las seis dimensiones de la MS y las escalas de la TM. La implementación eficaz de procesos (T1) es la única que tiene correlación con las escalas de la MS. Por ello, el efecto direccional entre las dos PAP solo existe de la MS hacia la TM, y solo T1 de manera bidireccional. Esta relación es justificable, ya que el desarrollo de la TM debe ser estratégico para las empresas del sector de la electrónica y debe estar contenido en la MS. Los resultados son congruentes con Matsui (2002) que concluye que las plantas japonesas mostraban correlación entre la TM y la MS, y que las escalas de esta última estaban relacionadas completamente con la implementación eficaz de procesos.

También, realizamos una prueba adicional usando la chi-cuadro para verificar si existe alguna relación entre la alta y baja implementación de las dos PAP. Los resultados muestran que existe un cierto ajuste entre ambas PAP, por lo que podemos concluir que la MS tiene afectación directa en la TM y no de manera contraria. En consecuencia, rechazamos la hipótesis H7. Esta relación es justificable ya que el desarrollo de la tecnología debe ser estratégico para las empresas del sector de la electrónica y debe estar contenido en la MS.

Posteriormente, se realizó un análisis para conocer la relación que pudiese existir entre el grado de implementación de la MS o la TM con el alto o bajo nivel de las variables

contextuales. Los resultados arrojados por la prueba chi-cuadro mostraron que no hay diferencias entre los niveles de implementación de las PAP estudiadas y los niveles de las variables contextuales para el sector de la electrónica. Sin embargo, en el análisis entre la alta y baja implementación de la TM, con alto y bajo nivel de las variables contextuales, se encontró que solo la variable contextual de antigüedad de los equipos en las plantas del sector electrónico está relacionada con la implementación de la TM. Esto hace referencia a que en el sector electrónico, dadas sus características, la antigüedad de los equipos debe estar relacionada con los planes de TM. A pesar de que solo una variable contextual está relacionada con la implementación baja o alta de la TM en el sector de la electrónica, se rechaza la hipótesis H9. Sin embargo, es importante destacar que en empresas de electrónica, la implementación de la TM va de la mano con la actualización o renovación de los equipos de planta.

Al conocer que existe cierto desajuste entre la MS y la TM, se procedió a verificar la interacción entre el nivel de implementación de la MS y el de la TM que impactan en el OP. Para evaluar lo anterior se utilizaron dos modelos de interacción: moderación y *matching*. Con el modelo de moderación junto con la correlación de variables independientes con el desempeño, encontramos que la TM tiene un impacto menor positivo en el desempeño para empresas que tienen alta implementación de la MS; mientras se muestra una alta correlación en empresas con baja implementación de la MS. Por lo tanto, las empresas de la electrónica mejoran su desempeño con la implementación de la TM con baja presencia de la MS, aceptándose la hipótesis H11. Respecto a la relación MS-OP es positiva y significativamente para alta y baja implementación de la TM. Esto nos indica que existe una relación significativa entre la MS y el OP, aceptándose la hipótesis H10. Cuando se realizó la regresión con la interacción entre las dos PAP, resultado que el término multiplicativo SxT no resultó significativo, lo que hace pensar que no existe interacción entre la TM y la MS por un desajuste entre ambas. Sin embargo, como observamos en los modelos de congruencia, existe una relación entre la implementación de la TM y la MS, así como de manera inversa existe una congruencia débil, lo que podría explicar la falta de significación del término de interacción.

En el caso del modelo de *matching* se utilizaron dos métodos: análisis de intercorrelación de variables independientes y análisis de correlación de subgrupos. En el primer análisis se observó que el ajuste de la MS y la TM es positivamente significativo para ambos grupos de plantas (HP y SP), siendo mayor la correlación para plantas HP, por lo que aceptamos la hipótesis H13.

Para el análisis de correlación de subgrupos se revisaron las medias de cada variable, tanto para las plantas HP como las SP, y se realizaron dos pruebas estadísticas, la t y la chi-cuadrado. Los resultados obtenidos muestran que tanto la MS como la TM no tienen diferencias entre plantas HP y SP. Este resultado nos indica que tanto la MS como la TM deben ser implementadas en las empresas de electrónica. Sin embargo la interrelación de ambas PAP se relacionó con las plantas HP, confirmando lo que mencionan Schroeder y Flynn (2001), que las interrelaciones entre PAP distingue a las plantas HP.

Por otra parte, no hay diferencias significativas en el OP por un desajuste entre las dos PAP para los dos tipos de planta (HP y SP). Cuando se analizó el efecto de implementación alta o baja de alguna de las dos PAP, se encontró que el OP es mejor para empresas que tienen una alta implementación de la MS que aquellas que tienen una baja implementación. Igualmente, ocurre lo mismo para la TM, una alta implementación tiene mejores rendimientos que una baja implementación de la TM. Además se realizaron dos pruebas para verificar si alguna de las PAP (MS o TM) era afectada por la baja o alta implementación de la otra PAP. Los resultados mostraron que una alta implementación de la TM tiene mayor correlación con la MS que una baja implementación. Asimismo, una alta implementación de la MS se vincula mayormente con la TM que una baja implementación de la MS. Por lo tanto, existen ciertos efectos de una alta implementación de la TM o MS en la mejora de las dos PAP estudiadas. En la Figura 5.1 mostramos un resumen de las hipótesis que resultaron con relaciones positivas y significativas, en el sector de la electrónica.

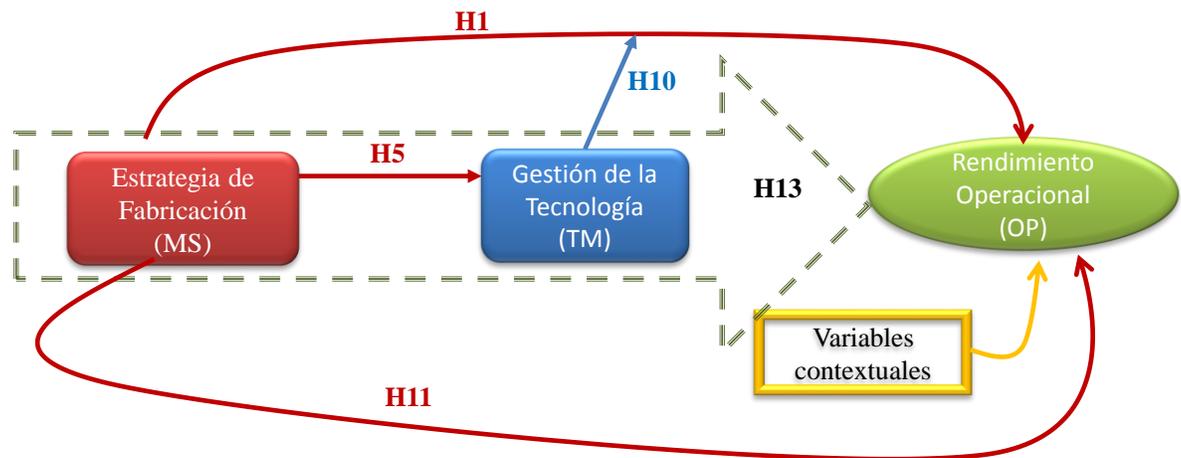


Figura 5.1 Resumen de hipótesis resultantes con relaciones positivas y significativas entre la MS, TM, variables contextuales y OP del sector de electrónica.

En concreto, para el caso de la industria de la electrónica, se concluye la importancia de tener implementada la MS para mejorar el OP y generar ventajas competitivas, mientras que la TM no parece afectar al OP. Esto se debe a que la TM se vuelve una práctica común y requerida en el sector, su implementación es necesaria para que la empresa sea competitiva. Por su parte, la interacción entre las dos PAP es mayor de la MS hacia la TM y no de manera inversa. Así pues, la MS es una práctica que puede generar ventajas competitivas y, junto con la implementación de la TM, pueden mejorar el OP. Es decir, la alta implementación de las dos PAP y su interrelación en el sector de la electrónica contribuye al alto rendimiento para generar ventajas competitivas.

CAPÍTULO 6. COMPARACIONES ENTRE LOS SECTORES DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA, ELECTRÓNICA Y COMPONENTES DE AUTOMOCIÓN

6.1 INTRODUCCIÓN

Una vez que revisada la relación entre la MS y la TM y el impacto en el OP en los sectores industriales de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (capítulo 4 y 5), en este capítulo comparamos la interconexión de la MS, la TM, las variables contextuales y el OP en los sectores industriales de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción., de acuerdo al objetivo seis planteado en el capítulo 1. Para ello, nos basamos en los resultados obtenidos en los capítulos cuatro y cinco y en estudios realizados en el proyecto HPM sobre la relación de estas dos PAP en el sector de componentes de automoción (Ortega, 2008; Machuca *et al.*, 2011; Ortega *et al.*, 2011 y Ortega *et al.*, 2012), tomando como referencia el enfoque de la contingencia. Para el análisis de datos utilizamos diferentes modelos, tales como el modelo universal y el modelo de ajuste de congruencia (Galunic y Eisenhardt, 1994; Meilich, 2006). La comparativa entre los tres sectores industriales estudiados nos permitirá conocer si, por los aspectos contingenciales de cada sector, la interrelación entre las dos prácticas es similar o diferente.

Con este objetivo, se revisa brevemente el contexto de cada sector y se realiza una comparativa de acuerdo a ciertos criterios, tales como mercado, productos, procesos, competencia, tecnología, proveedores, entre otros, así como con los resultados obtenidos en el proyecto HPM. Posteriormente realizamos una comparación entre los resultados obtenidos en el capítulo cuatro del sector de bienes de equipo, el capítulo cinco del sector de electrónica y los estudios que encontramos en el sector de componentes de automoción (Ortega, 2008; Machuca *et al.*, 2011, Ortega *et al.*, 2011; Ortega *et al.*, 2012). Por último, mencionamos las conclusiones generales del capítulo.

6.2 CONTEXTO SECTORIAL

El marco conceptual de la teoría de contingencia otorga especial importancia a la relación del sistema organizacional con su entorno. A partir de esto, resulta central la consideración de los límites que la organización tiene con su contexto y de las formas adoptadas por la organización en su relación con las distintas condiciones ambientales (Rodríguez, 2006). Es así como diversas prácticas de manufactura se relacionan con partes distintas del contexto. De esto se desprende que, dependiendo del contexto donde se desarrolla la empresa puede diferir el grado de interrelación entre PAP y que, incluso, pueden llegar a producirse conflictos internos derivados de esta relación. Además, las organizaciones varían internamente según se ubiquen en ambientes estables o cambiantes, y deberán ser capaces no sólo de implementar las PAP con aspectos determinados del contexto, sino también interconectar las prácticas de manufactura que lleven a la empresa a una mejor posición competitiva (Schroeder & Flynn, 2001).

Por ejemplo, en mercados volátiles, con constantes cambios tecnológicos en productos y procesos, ciclos de vida de producto más cortos y cadenas de suministro complejas, como el caso de la empresas electrónicas (Fine, 2000; Mallick y Schroeder, 2005), un alto nivel de implementación de la tecnología en producto y proceso puede ser un factor predominante para ser competitivo. En cambio, en otros tipos de empresas, donde el mercado es más estable, con ciclos de productos más largos y costes bajos, como el caso de la industria

de componentes de automoción, la TM por sí sola no generará ventajas competitivas, a menos que se relacione con otras prácticas de manufactura (Schroeder & Flynn, 2001).

En los capítulos 4 y 5 hemos revisado el contexto de los sectores industriales de bienes de equipo/maquinaria y de electrónica. A continuación, retomamos la información obtenida de cada uno de estos dos sectores y realizamos una comparativa de los tres sectores. Posteriormente, se utilizan los trabajos de investigación realizados en el sector de componentes de automoción por Ortega (2008), Machuca *et al.* (2011), Ortega *et al.* (2011) y Ortega *et al.* (2012) para hacer un análisis contingencial de los tres sectores, con sus semejanzas y diferencias, y las variables de MS y TM.

6.2.1 Contexto general de la industria de bienes de equipo/maquinaria

Como hemos revisado en el capítulo cuatro, el sector de bienes de equipo/maquinaria es uno de los sectores industriales más importante a nivel mundial. En 2013 Estado Unidos, Alemania y Japón entre los países con mayores exportaciones de maquinaria. Este sector es muy sensible a los cambios en la economía global, por lo que la demanda de maquinaria puede caer rápidamente durante periodos de bajo crecimiento económico, como sucedió en 2009, 2010, 2012 y 2013 en países como China que sufrieron una caída en sus exportaciones. Asimismo, los costes de la materia prima afectan al desempeño del sector, ya que dependen de la variación del precio del aluminio, cobre y plástico.

Este sector está compuesto principalmente por empresas que manufacturan máquinas para el trabajo de los metales, maquinaria eléctrica e ingeniería mecánica, máquinas de herramientas, maquinaria agrícola, maquinaria de construcción, textiles y maquinaria para la fabricación. El tipo de productos es, básicamente, muy especializado, de alta tecnología y de gran inversión. Por tal motivo sus procesos debe ser flexibles para adaptarse a la gran variedad y volumen de productos requeridos por el mercado (Heizer y Render, 2010). Dado que el producto tiende a ser complejo y sensible a los cambios de tecnología, es muy importante la inversión en investigación y desarrollo. Aunque el ciclo de vida de producto es mayor comparando con las industrias de tecnología, no son empresas ajenas a los cambios

de tecnología. Las nuevas versiones de maquinaria estándar frecuentemente incorporan aplicaciones electrónicas avanzadas, a pesar de que el diseño total no cambie. Por ello, un elemento importante de competencia es el diseño de maquinaria y tecnologías de manufactura que les permitan mejorar la efectividad de la maquinaria y reducir costes.

6.2.2 Contexto general de la industria de la electrónica

Como se mencionó en el capítulo 5, el sector de la electrónica se caracteriza por alta innovación, con constantes desarrollos y lanzamientos de nuevos productos en un mercado globalizado de alta competencia y cambios constantes en los requerimientos y necesidades de los clientes. Como resultado, las empresas de electrónica buscan adoptar sistemas de producción más flexibles para responder a cambios tanto en producto como de mercado (Brown y Bessant 2003). En este tipo de industria el rápido ritmo de innovación, enormes cantidades de inversión de capital, y los cambios repentinos en la demanda, así como la introducción de nueva tecnología, contribuyen a las condiciones cíclicas de cambio de mercado y a las grandes oscilaciones de la rentabilidad de la empresa.

En la economía mundial, el sector de la electrónica es uno de los más importantes, registrando en 2013 aproximadamente el 11.3% (Un Comtrade, 2013) de las exportaciones globales respecto a los demás sectores. Los principales países exportadores de equipos electrónicos a nivel global son China, Estados Unidos, Alemania, y Japón. La participación de estos países en la exportación de bienes electrónicos supone alrededor del 51.53% del total del sector en 2012.

El sector de la electrónica incluye semiconductores, receptores de radio y televisión, componentes electrónicos, electrónica industrial, equipos de oficina y ordenadores, equipos de telecomunicaciones, dispositivos electrónicos de medición y la electrónica de consumo. Depende, en gran medida, de la demanda de la industria de los ordenadores y fabricantes de productos de telecomunicaciones, tales como teléfonos móviles, que pueden variar drásticamente de año a año. Ello supone un ambiente de mercado inestable, de alta tecnología e inversión, con ciclos de vida de producto corto y competencia agresiva. Para

hacer frente a este ambiente de mercado las firmas electrónicas deben enfocarse a la innovación en productos y procesos, una mayor inversión en investigación y desarrollo, colaboración de los miembros de la cadena de suministro y el desarrollo de nuevas capacidades, conocimientos y habilidades de su personal que les permitan lanzar constantemente nuevos productos a bajos costes en ambientes de mercado global. Los elementos centrales de competitividad de la industria electrónica son recursos humanos y tecnología, agregándose actualmente el desarrollo sostenible.

6.2.3 Contexto general sector de componentes de automoción

La industria de componentes para la automoción forma parte de la cadena de suministro de un sector relevante a nivel mundial, el automotriz, por lo que su contexto depende en gran medida de este último. El sector automotriz se caracteriza por un mercado creciente y global, que demanda nuevos productos con alta calidad, tecnología, seguridad a bajos costes y responsabilidad con el medio ambiente. Este ambiente de mercado global abre posibilidades de competir a empresas automotrices de diferentes partes del mundo. Anteriormente, el mercado automotriz estaba dominado por algunas marcas japonesas, Norteamericanas y Europeas. Sin embargo, los países emergentes han visto un nicho de mercado que abre posibilidades para competir y ganar mercado en países emergentes como China, Corea o India, que han empezado a desarrollar automóviles con energías alternas y de bajo coste. Esto ha llevado al sector a invertir, a reducir el tiempo de desarrollo de nuevos vehículos, a la subcontratación de los sistemas de fabricación, a una mayor integración de la cadena de suministro, a una mayor atención a los aspectos de seguridad en el automóvil y de respeto por el medio ambiente y a la incorporación rápida de nuevas tecnologías.

PwC (2010) estimaba que la fabricación de vehículos crecerá de 66 millones de unidades en 2008 hasta 93 millones de unidades en 2016, siendo que los mercados emergentes aportarían el 95% de este crecimiento. Esto lleva a que los proveedores crezcan en los mercados emergentes y consoliden sus operaciones en los mercados maduros. En el 2010, el mercado automotriz mostró una estabilización después de dos años de turbulencia y dinamismo provocado por la crisis financiera mundial y el colapso de la venta de vehículos,

especialmente en Norteamérica. Esto ha llevado a las empresas de automoción a centrarse en las fusiones estratégicas y adquisiciones con el fin de competir eficazmente con grandes rivales como Volkswagen, GM y Toyota.

Los desafíos a los que se enfrentan las empresas de automoción son (PwC, 2010,2013):

- Mayor cobertura geográfica
- Aumento de la participación de mercado
- Diversificación de clientes
- Reforzamiento de las capacidades tecnológicas
- Desarrollo de nuevos productos con nuevas tecnologías limpias
- Cuidado del medio ambiente

Estos mismos desafíos determinan los retos para la industria de componentes de automoción, dado que se encuentran en la misma cadena de suministro, siendo importante establecer relaciones de colaboración verticales y horizontales, tanto complementarias como competitivas. Los proveedores, al necesitar una mayor masa crítica para hacer frente a las fuertes inversiones que demandan los fabricantes de vehículos, tenderán a realizar procesos de integración. De acuerdo con Maurer y Martín (2005), la industria de automoción depende de que las relaciones entre los “Fabricante de Equipo Original (OEM, *Original Equipment Manufacturer*) y sus proveedores sean estables, estén orientadas hacia la innovación y sean efectivas en costes.

Otro reto importante para la industria de componentes de automoción son los costes involucrados en los materiales, como el plástico, que dependen de los precios de mercado. El establecer una buena estructura de precios permitirá a las empresas de componentes de automoción responder a las demandas de bajo coste del mercado de automóviles.

En resumen, los retos a los cuales se enfrenta el sector de componentes para la automoción se podrían resumir en los siguientes: (PricewaterhouseCoopers, 2010; Peligros y Bilbao, 2005; Ruiz-Beato, 2005; Ortega, 2008):

- Diversificación de la base del cliente. Los proveedores que han tenido más éxito son las compañías que tienen un porcentaje más alto de ventas para las OEM extranjeras, concretamente, hacia marcas asiáticas.
- Diversificación de producto. Los proveedores que producen partes de elevado valor añadido y alta tecnología podrán tener mayor rentabilidad que aquellos con bajo valor añadido. Los cambios más evidentes tienen que ver con las innovaciones en los componentes del producto y con la mayor facilidad para producir variedad conteniendo los costes.
- Investigación y Desarrollo (I+D). Los proveedores tendrán que ser socios de inversión en investigación y desarrollo de sus clientes automotrices y, asimismo, coordinarse para lanzar más rápido nuevos modelos o productos.
- Mayor presencia mundial. Dado que los mercados emergentes están creciendo se hace imprescindible localizarse en lugares donde la demanda y la creación de nuevas empresas de automoción está creciendo.
- Cuidado del medio ambiente. El cambio hacia tecnologías más limpias está revolucionando el sector del automóvil, así como la responsabilidad de la empresa hacia recolectar y reciclar los productos.

Las empresas de automoción que alcancen una consolidación estratégica podrán crecer más rápido en el mercado automotriz, logrando ventajas en costes y mayor inversión en I+D, necesaria para la innovación y diferenciación, penetrar mejor en el mercado global, reducir la intensidad de la competencia a niveles sostenibles y cuidar el medio ambiente. Por lo tanto, los retos para las empresas de componentes de automoción son los mismos que en empresas de automoción, dada su integración en la cadena de valor de la industria automotriz.

6.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS SECTORES DE MAQUINARIA, ELECTRÓNICA Y COMPONENTES DE AUTOMOCIÓN.

Como hemos mencionado, en este capítulo estudiamos los contextos de estos grandes sectores para verificar si la MS y/o la TM tienen impacto en el OP, lo cual les permita generar

ventajas competitivas. En este apartado comparamos estos sectores industriales, tanto en el contexto general como en el contexto del proyecto HPM.

6.3.1 Comparación de las características de la industria de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción.

Los tres sectores industriales se enfrentan actualmente a un ambiente global y de alta competencia, ya que su participación no se basa solo en el mercado local, sino en abastecer las demandas de mercados globales. En la Tabla 6.1 se muestra una comparativa de los tres sectores industriales. El sector con mayor inestabilidad de mercado es el sector de la electrónica seguido por componentes de automoción y bienes de equipo/maquinaria. Esta diferencia puede ser debida a que los productos del sector de la electrónica tienen un ciclo de vida muy corto, lo que hace inestable el mercado. En cuanto a los costes de producción, los sectores de la electrónica y de componentes de automoción buscan reducir costes para diferenciarse de su competencia. En tanto que, en el sector de bienes de equipo/maquinaria, el coste de producción no es un elemento determinante en la generación de ventajas competitivas como lo podría ser las características del producto y el valor agregado al mismo. Los costes de materiales tienen mayores efectos en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y componentes de automoción debido al precio variable del material utilizado en la elaboración del producto, como el plástico o el cobre, pues su precio depende de los vaivenes de la economía global. Por otra parte, los productos del sector de bienes de equipo/maquinaria son complejos, de alta inversión y variedad ya que son productos regularmente grandes y especializados para un cliente determinado. En cambio, en el sector de la electrónica y de componentes de automoción, sus productos se caracterizan por la tecnología y su utilización en productos de un nivel mayor (por ejemplo, los chips son utilizados en la manufactura de ordenadores o en la telefonía móvil). El ciclo de vida del producto es menor en el sector de la electrónica, dado que los desarrollos en tecnología van cambiando constantemente. Además, las inversiones en investigación y desarrollo son mayores que en los otros dos sectores. Así, en 2007 la industria de la electrónica fue la que tuvo el mayor gasto en investigación y desarrollo (29%), seguida por la salud (22%) y la industria automotriz (16%) (Jaruzelski y Dehoff, 2010).

Las empresas electrónicas y componentes de automoción comúnmente tienen procesos de fabricación que deben manejar variedad de productos con altos volúmenes. En cambio, las empresas de componentes de automoción buscan controlar la variedad de productos con volúmenes altos, mientras las empresas de bienes de equipo/maquinaria tienen un volumen de producción menor comparado con la variedad de productos que se ofrecen, dado que son productos más especializados y adaptados a los requerimientos del cliente.

En los sectores de la electrónica y los componentes de automoción el lanzamiento de productos debe ser en corto tiempo. En cambio, en el sector de bienes de equipo/maquinaria, los tiempos de lanzamiento de productos pueden llevar mayor tiempo dadas las características de especialización y personalización del producto y a que se ven afectados por la tecnología en los componentes del producto total. Actualmente, las industrias que se encuentran en un mercado global, deben estar inmersas en cadenas de suministro globales, y estos tres sectores no son la excepción. Estas industrias deben estar buscando constantemente nuevos mercados y alianzas estratégicas para llegar a más mercados.

| | Maquinaria | Electrónica | Componentes de automoción |
|---------------------------------|---|----------------------------------|--|
| Mercado | Global y con cierta incertidumbre | Global y volátil | Global y creciente |
| Competencia | Alta | Alta | Alta |
| Enfoque | Equipo especializado | Alta tecnología | Servicio a la industria automotriz |
| Coste de producción | Alto | Bajo | Bajo |
| Coste de materiales | Muy variable | Bajo | Variable |
| Tipo de producto | Complejo, personalizado y alta variedad | Electrónico, tecnológico | Autopartes |
| Ciclo de vida de producto | Medio | Corto | Medio |
| Proceso de fabricación | Flexible | Automatización y flexibilidad | Flexible |
| Investigación y desarrollo | Media | Gran inversión | Colaborativa con la industria automotriz |
| Lanzamiento de nuevos productos | Baja | Constantes y en muy corto tiempo | En corto tiempo |
| Cadena de suministro | Locales/Globales | Globales | Globales |

Tabla 9.1 Comparación entre sectores industriales.

Fuente: Elaboración propia

6.3.2 Comparativa de los sectores bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción en el proyecto HPM.

En el contexto del proyecto HPM se han obtenido datos del comportamiento de los tres sectores respecto a ciertas prácticas de manufactura. Según Forza *et al.* (2001), el sector de bienes de equipo/maquinaria es el que tiene implantadas más prácticas “duras” (*hard*) de los tres sectores analizados. En la Tabla 6.2 se puede observar que el sector de bienes de equipo/maquinaria tiene un alto porcentaje de las adopciones de automatización flexible y de diseño asistido por ordenador y, al mismo tiempo, el porcentaje más bajo de aplicación de prácticas JIT, recursos humanos, gestión de calidad y relaciones con los proveedores. En el extremo opuesto se sitúa el sector de componentes de automoción, que tiene el mayor porcentaje implementado de recursos humanos de los tres sectores.

| | Electrónica | Maquinaria | Componentes de automoción |
|-------------------------------------|-------------|------------|---------------------------|
| Gestión de la calidad | 87 | 78 | 85 |
| Automatización flexible | 83 | 85 | 81 |
| Relaciones con proveedores | 67 | 56 | 60 |
| Diseño asistido por ordenador (CAD) | 93 | 93 | 89 |
| JIT | 65 | 52 | 72 |
| MRP | 72 | 74 | 62 |
| Recursos Humanos | 76 | 72 | 91 |
| Ingeniería simultánea | 46 | 33 | 53 |

Tabla 6.2 Porcentaje de adopción de prácticas avanzadas de manufactura para tres sectores industriales (Schroeder & Flynn, 2001).

Forza *et al.* (2001) encontraron que existe un incremento en el uso de la tecnología de la información en los diferentes sectores industriales, con ciertas diferencias como el nivel de complejidad en términos de productos o procesos, la complejidad de la toda la organización y el nivel de avance computacional. Por ejemplo, el sector de bienes de equipo/maquinaria, el cual se caracteriza por menor repetitividad, complejos intercambios de información con el cliente y pedidos esporádicos de los clientes, usan menos control de

calidad on-line, EDI y telecomunicaciones externas. También usa pocas órdenes abiertas y combina el MRP con el sistema de arrastre. En el otro extremo está el sector de automoción, caracterizado por una gran repetitividad y una conexión continua con la cadena de suministro, usando más conexiones electrónicas con los miembros de la cadena de suministro (Forza *et al.* 2001). Matsui (2002) concluye que no existe diferencia en las actividades de desarrollo de tecnología en las plantas en Japón en los tres sectores.

6.3.3 Análisis de las variables contextuales de los sectores bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción.

La Tabla 6.3 muestra los resultados obtenidos de la encuesta del proyecto HPM en su tercera ronda respecto a las variables contextuales de cada uno de los sectores industriales estudiados. Se puede observar que el promedio de utilización de capacidad de las plantas de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción es de 86,38%, 83,22% y 84.45%, respectivamente, no existiendo diferencias marcadas en cuanto a capacidad utilizada por los tres sectores.

En cuanto al grado de personalización de productos se hizo una distinción desde plantas con actividades de diseño ad-hoc (escala con valor 5) hasta productos estandarizados (escala con valor 1), obteniéndose una media de 2,93, 2,77 y 3,48 para los sectores de maquinaria, electrónica y componentes de automoción, respectivamente.

Respecto al tipo de proceso de fabricación, se establece una escala desde 1, para sistemas continuos de producción, hasta 5, para procesos por proyecto. Las medias de esta variable son 3,15, 3,34 y 2,61 para los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción, respectivamente. Señalar que, tanto en el sector de la electrónica como en el de bienes de equipo/maquinaria, sus procesos se cargan más hacia procesos de fabricación por lotes. En cambio, para el sector de componentes de automoción, sus procesos de fabricación son enfocados a lotes grandes o perseguir economías de escala. Esta diferencia puede ser debida a que el sector de componentes de automoción busca reducir costes y una manera es realizarlo mediante economías de escalas. Para el sector de bienes de

equipo/maquinaria y la electrónica, dada la especialización, cambios constantes de tecnología y gran valor agregado de sus productos, prefieran tamaños de lotes más pequeños.

En cuanto a los tipos de equipo y procesos utilizados en la planta se plantea una escala que va desde equipos estandarizados adquiridos a proveedores (en la escala de 5) hasta equipos patentados diseñados y fabricados por la compañía (escala de 1). La media de los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción es 3,08, 2,92 y 3, respectivamente, lo que indica que las plantas encuestadas están más orientadas hacia tener equipos de proveedores modificados para el uso de la planta. No se han encontrado diferencias sectoriales. Las plantas parecen preferir adquirir la tecnología de procesos y desarrollada por terceros.

Por último, se preguntó sobre la antigüedad de los equipos en una escala del 1 al 5, donde 1 representa equipo con más de 20 años de antigüedad hasta el 5 que representa equipo con 2 o menos años de antigüedad. La media obtenida fue de 2,85, 3,57 y 3,16 en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción, respectivamente. En el caso del sector de la electrónica se observa que tiene la calificación más alta, orientándose más al uso de equipos de 3 a 5 años de antigüedad. Esto, en cierta medida, se podría explicar por los cambios tecnológicos y los ciclos de vida de productos cortos en el sector, lo que lleva a que los equipos de procesos deban ser los más actuales posibles. El sector de bienes de equipo/maquinaria es el que tiene los equipos con mayor antigüedad, debido a que los productos de este sector tienen ciclos de vida más largo que los otros dos sectores.

| | Maquinaria | Electrónica | Automoción |
|--|------------|-------------|------------|
| Variable | Media | Media | Media |
| Tamaño de las plantas (Promedio de personas empleadas-personas por horas y fijo) | 1045 | 593 | 898 |
| Porcentaje medio de utilización de la capacidad de las plantas | 86,38 | 83,22 | 84,45 |
| Grado de personalización de productos | 2,93 | 2,77 | 3,48 |
| Tipos de procesos de fabricación de las planta | 3,15 | 3,34 | 2,61 |
| Tipos de equipos y procesos utilizados en las plantas | 3,08 | 2,92 | 3,00 |
| Antigüedad de los equipos en las plantas | 2,85 | 3,57 | 3,16 |

Tabla 6.3 Medias de las variables de control de los tres sectores.

6.3.4. Comparación de los resultados obtenidos en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción.

En este apartado se comparan los resultados obtenidos en los capítulos 4 y 5 respecto a los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica y los estudios realizados en el sector de componentes de automoción (Ortega, 2008; Machuca *et al.*, 2011; Ortega *et al.*, 2011; Ortega *et al.*, 2012). Comenzamos con la comparación de las relaciones existentes entre la MS, la TM y variables contextuales sobre el OP para los tres sectores. Posteriormente se analiza la interrelación entre las dos PAP y las variables contextuales de los sectores industriales analizados. Por último, se revisa el efecto de interacción entre la MS y la TM en el OP en los tres sectores.

6.3.4.1 La relación de MS, TM y variables contextuales sobre el OP en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción

La literatura revisada en el capítulo dos, muestra que la MS tiene efectos positivos sobre el OP en ciertos sectores industriales. Sin embargo, no conocemos qué sector tiene la mayor relación de la MS con el OP, que pudiese ser un elemento para generar alguna ventaja competitiva. Para medir el impacto que tienen las prácticas de manufactura estudiadas sobre el OP usamos el modelo universal. Con esta información se compara la magnitud del impacto entre los tres sectores industriales. Posteriormente, se incluyen las variables contextuales para verificar si tienen algún efecto sobre la magnitud del impacto en el OP. En la Tabla 6.4 se muestran los resultados obtenidos en los capítulos anteriores y, para el caso del sector de componentes de automoción (autopartes), los obtuvimos de Machuca *et al.* (2011).

| | Maquinaria | Electrónica | Autopartes |
|--------|------------|-------------|------------|
| Factor | OP | OP | OP |
| MS | -1,67 | 3,813 *** | 2,504 *** |
| TM | 1,438 | 1,113 | 0,407 |

| | | | |
|--------------|-------|------------|----------|
| | | | |
| F | 1,525 | 13,975 *** | 5,77 *** |
| R2 | 0.038 | 0,264 | 0,273 |
| R2 corregida | 0.013 | 0,245 | 0,255 |

*P≤0.1; **P≤0.05; ***P≤0.01; R2 y R2 corregida según Morris *et al.* (1986), McClelland y Judd (1993) y Ahmad *et al.* (2003)

Tabla 6.4 MS, TM, OP y sectores industriales.

En los sectores de componentes de automoción y electrónica la MS tiene un efecto positivo significativo con el OP, en cambio la TM no tiene ningún efecto sobre el OP en los tres sectores. El sector de componentes de automoción resultó con el mayor efecto de la MS sobre el OP, seguido por el sector de electrónica. Esto indica que, tanto en empresas de electrónica como de autopartes, la MS es una PAP que apoya la mejora del OP y que puede ser un elemento competitivo. Y, de manera general, como indicaba Porter (1980), la importancia e implementación de una correcta MS definirá las ventajas competitivas de la empresa. Dentro de la investigación HPM a nivel internacional se ha encontrado que la MS afecta positivamente al OP (ej., Bates *et al.*, 2001; Milling *et al.*, 1999, Ortega *et al.*, 2011), confirmando este efecto para los sectores de electrónica y componentes de automoción, no así para el sector de bienes de equipo/maquinaria. Por tanto, el sector se muestra como un elemento de análisis importante en futuros estudios, pues la agrupación de diferentes industrias puede ocultar diferencias entre sectores debido a sus características distintivas.

En relación a la TM, ninguno de los tres sectores tuvo un efecto significativo en el OP, siendo un resultado sorprendente, más en un sector enfocado a la tecnología como pudiera ser la electrónica. Sin embargo, en la literatura hemos encontrado estudios que sugieren que la tecnología no tiene una relación positiva con el OP (Beaumont y Schroeder, 1997; Boyer *et al.*, 1997; Swamidass y Kotha, 1998; Cagliano y Spina, 2000; Das y Jayaram, 2003). Por ejemplo, en los estudios realizados por Matsui (2002) en empresas japonesas en los tres sectores, encuentra que no existe mayor diferencia en el desarrollo de la tecnología. En consecuencia, el presente estudio corrobora estos trabajos previos

El paso siguiente fue examinar si el efecto de la MS sobre el OP se afecta por la inclusión de variables contextuales o de control. En el caso de sector de componentes de

automoción, los datos fueron tomados del estudio de Machuca *et al.* (2011), donde solo evalúan las variables de control, tamaño de la planta, personalización del producto y utilización de la capacidad sobre la relación de la MS, TM sobre la OP. En el caso de los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica se tomaron de los resultados del capítulo tres y cuatro del presente trabajo. El resumen de los resultados de los tres sectores se muestran en la Tabla 6.5.

| Factor | Maquinaria | Electrónica | Autopartes |
|-------------------------------|------------|-------------|------------|
| | OP | OP | OP |
| MS | -0,344 | 1,828* | 1,955 ** |
| TM | 1,086 | 1,315 | 0,563 |
| Tamaño de la planta | 0,033 | -0,237 | 0,596 |
| Personalización producto | 0,025 | -0,178 | 0,003 |
| Utilización de la capacidad | 0,170 | 0,687 | -0,017 |
| Tipos de procesos | 1,245 | 1,172 | - |
| Equipos y procesos utilizados | 0,251 | 0,038 | - |
| Antigüedad de equipos | 0,454 | -0,613 | - |
| | | | |
| F | 0,517 | 2,165* | 5,084 *** |
| R2 | 0,114 | 0,331 | 0,361 |
| R2 corregida | -0,107 | 0,178 | 0,290 |

*P≤0.1; **P≤0.05; ***P≤0.01; R2 y R2 corregida según Morris *et al.* (1986), McClelland y Judd (1993) y Ahmad *et al.* (2003)

Tabla 6.5 Relación de MS, TM, OP y variables de control en tres sectores industriales.

En presencia de las variables contextuales, se observa que la MS sigue teniendo efectos sobre el OP en dos sectores industriales, electrónica y componentes de automoción. El sector de bienes de equipo/maquinaria es el que no tuvo ningún cambio notable al incluirse las variables contextuales. Por lo tanto, concluimos que los efectos de la MS sobre el OP no son afectados por la inclusión de las variables contextuales en los tres sectores. En el caso de la TM, el efecto sobre el OP sigue siendo no significativo a pesar de la introducción de las variables de control para los tres sectores.

6.3.4.2 Interrelación entre la MS, la TM y las variables contextuales en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción

Para medir la interrelación entre MS y TM, se ha usado la MMRA y el análisis canónico de correlación para examinar la asociación multivariante y no la redundancia de las variables estudiadas (Cramer & Nicewander, 1979; Muller, 1982). Mediante los resultados de estas pruebas de ajuste se obtendrá un mejor entendimiento de las relaciones entre la MS y la TM en los tres sectores. También, realizamos un análisis comparativo de la alta o baja implementación de una PAP con el alto o bajo nivel de las variables contextuales entre las empresas de bienes de equipo/maquinaria y electrónica. No hemos considerado el sector de componentes de automoción dado que en los estudios encontrados en dicho sector no se ha realizado esta prueba (Ortega 2008, Machuca et al., 2011; Ortega et al., 2011; Ortega et al., 2012).

En el primer modelo MMRA examinamos la posible influencia de las escalas de la TM sobre las de la MS para cada uno de los sectores estudiados (ecuación 3.3). Los resultados muestran que existe influencia positiva de la MS sobre la TM para el caso de los tres sectores industriales. En el segundo modelo, medimos el efecto conjunto de las dimensiones de la MS sobre las dimensiones de la TM para cada uno de los sectores en cuestión (ecuación 3.4). Los resultados muestran que, de manera agregada, la TM se relaciona con la MS en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y componentes de automoción, no siendo así en el sector de electrónica. Los resultados fueron obtenidos de los capítulos tres y cuatro y del estudio realizado por Ortega, *et al.* (2012) en el sector de componentes de automoción.

Para medir el efecto direccional, ya sea de la MS hacia la TM o viceversa, en cada uno de los sectores estudiados, usamos el análisis canónico de la correlación (Tabla 6.6). De este análisis podemos destacar que, de manera general, la primera función canónica de la TM está correlacionada con las escalas de la MS para los tres sectores. Asimismo, se observa que las escalas de la MS están completamente relacionadas a las dimensiones de la TM en el caso de los sectores de bienes de equipo/maquinaria y componentes de automoción. Esta relación

es justificable ya que el desarrollo de la tecnología debe ser estratégico para los sectores industriales y debe estar contenido en la MS. Matsui (2002) encontró que las plantas japonesas mostraban correlación entre la TM y la MS y que las escalas de esta última estaban relacionadas completamente con la implementación eficaz de procesos. Concluye que las plantas de fabricación japonesas involucran al departamento de fabricación en el desarrollo de la TM y la MS. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Matsui (2002) utilizando el mismo método de análisis, correlaciones canónicas.

| | Maquinaria | Electrónica | Autopartes |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|
| | Primera correlación canónica | | |
| Correlación canónica | 0,762 | 0,663 | 0,771 |
| R ² | 0,580 | 0,439 | 0,3803 |
| Significación | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Índice de redundancia: MS | 0,38 | 0,273 | 0,436 |
| Índice de redundancia: TM | 0,302 | 0,212 | 0,3117 |
| Ítem | Carga | | |
| MS | | | |
| S1 | -0,592 | -0,496 | |
| S2 | -0,565 | -0,513 | |
| S3 | -0,620 | -0,502 | |
| S4 | -0,597 | -0,519 | |
| S5 | -0,717 | -0,628 | 0,669 |
| S6 | -0,599 | -0,463 | |
| TM | | | |
| T1 | -0,703 | -0,646 | 0,743 |
| T2 | -0,503 | -0,299 | 0,490 |
| T3 | -0,397 | -0,36 | |

Tabla 6.6 Correlaciones y coeficientes canónicos estandarizados entre MS y TM para los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción.

A nivel general, se puede mencionar que, en los tres sectores industriales, la MS tiene una relación con la TM, y de manera contraria solo los sectores de bienes de

equipo/maquinaria y componentes de automoción, existiendo un efecto bidireccional entre las dos PAP a nivel agregado.

La siguiente prueba realizada, es el análisis comparativo entre alta y baja implementación de una PAP sobre el alto o bajo de las variables de control, usando las pruebas estadísticas de la t y chi-cuadrado, en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y electrónica. No consideramos el sector de componentes de automoción por no tener información en los estudios previos revisados. Se encontró que la alta implementación de la TM mejora la MS. Asimismo la alta implementación de la MS favorece la TM en ambos sectores. Usando la prueba chi-cuadro se encontró que la implementación de la MS se relaciona con la alta implementación de la TM y viceversa, en ambos sectores.

Al realizar el análisis de la relación de los niveles de implementación de la MS y TM con las variables contextuales, encontramos que la baja o alta implementación de la MS es independiente de los niveles bajos o altos de las variables contextuales para ambos sectores. En cambio, la alta y baja implementación de la TM se relacionó solamente la variable contextual de antigüedad de los equipos en las plantas de electrónica, mientras que en el sector de bienes de equipo/maquinaria no se encontró congruencia entre la implementación de TM y las variables contextuales.

6.3.4.3. Interacción entre la MS, TM y OP en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción

Para medir la interacción entre la MS y la TM cuando existe un desequilibrio de ajuste entre ambas y su efecto sobre el OP utilizamos la perspectiva de moderación y la de *matching*. A continuación se muestra una comparativa de los resultados encontrados tanto del capítulo tres y cuatro, como la investigación de Ortega (2008) y Ortega *et al.* (2012).

En el caso de la perspectiva de moderación, usando la correlación de variables independientes con el desempeño, se encontró que el efecto moderador de la alta implementación de la MS no es significativa en la relación de la TM con OP para el sector de bienes de equipo/maquinaria y electrónica (Tabla 6.7). En cambio, resulta significativa

para el sector de componentes de automoción. Para baja implementación de la MS, el sector de la electrónica es el que muestra una relación positiva y significativa en la relación TM-OP.

| Correlación con OP | Implementación MS | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------|-------------|---------|------------|-------|
| | Maquinaria | | Electrónica | | Autopartes | |
| | Alta | Baja | Alta | Baja | Alta | Baja |
| TM | 0,174 | -0,005 | 0,163 | 0,345** | 0,326* | 0,050 |

*P<0,1; **P<0,05; ***P<0,01

Tabla 6.7 Correlaciones de la TM-OP con baja o alta implementación de MS en los tres sectores.

La siguiente prueba midió el efecto moderador de la alta y baja implementación de la TM sobre la relación de la MS y el OP para los tres sectores industriales. Los resultados se muestran en la Tabla 6.8. En el caso de sector de bienes de equipo/maquinaria, la relación de la MS y el OP es menor y positiva, sin ser significativa, tanto para alta como baja implementación de la TM. Por su parte los resultados en el sector de electrónica, muestran que la relación de la MS-OP es positiva y significativa para alta y baja implementación de la TM. Sin embargo, la relación es ligeramente mayor en alta implementación de la TM ($r = 0,470$, $p < 0,01$) que en baja implementación ($r = 0,439$, $p < 0,05$), lo indica un ajuste menor. En el sector de componentes de automoción, Ortega (2008) encontró que la correlación de la MS con el OP es positiva y altamente significativas para los grupos de alta y baja implementación de la TM ($r = 0,531$, $p < 0,01$; $r = 0,565$, $p < 0,01$).

| Correlación con desempeño | TM | | | | | |
|---------------------------|------------|-------|-------------|---------|------------|---------|
| | Maquinaria | | Electrónica | | Autopartes | |
| | Alta | Baja | Alta | Baja | Alta | Baja |
| MS | 0,013 | 0,033 | 0,47*** | 0,439** | 0,531** | 0,565** |

*P<0,1; **P<0,05; ***P<0,01

Tabla 6.8 Correlaciones de la MS-OP con baja o alta implementación de TM en los tres sectores.

Estos resultados indican que los sectores con ambientes relacionados con la innovación y cambios constantes, tal es el caso de los sectores de electrónica y componentes de automoción, la implementación de la TM influye en la relación de la MS y el OP. En cambio en mercados un poco más estables, como el sector de bienes de equipo/maquinaria, el impacto de la TM en la relación de la MS con el OP es menor.

Para medir la interacción de las dos PAP, usamos el modelo multiplicativo mediante el análisis de regresión del término de interacción entre la MS y la TM para los tres sectores industriales. Los resultados se muestran en la Tabla 6.9. Los correspondientes al sector de componentes de automoción se ha obtenido de Ortega (2008).

| Factor | Maquinaria | Electrónica | Autopartes |
|---------------------------|------------|-------------|------------|
| | OP | OP | OP |
| Estrategia de Operaciones | -0,015 | 1,078 | 3,026** |
| Tecnología | -0,244 | 0,630 | 0,302 |
| SxT | -0,020 | -0,504 | 0,698 |
| | | | |
| F | 1.004 | 9,312 *** | 13,178 *** |
| R2 | 0.038 | 0,266 | 0,331 |
| R2 corregida | 0.000 | 0,238 | 0,306 |

*P≤0.1; **P≤0.05; ***P≤0.01

Tabla 6.9 Resultados regresión multiplicativa de las PAP en los tres sectores.

En los tres sectores el efecto de interacción del término SxT resultó no significativo y sin relación con el OP. Sin embargo, se observa que la MS, en el sector de componentes de automoción, es la única que mantiene su relación positiva y significativa con el OP.

Una vez revisado el efecto de moderación entre las PAP, la siguiente perspectiva utilizada es la de “*matching*”. Este modelo permite conocer si existe ajuste entre las variables cuando conceptualmente dimensiones similares de las dos variables tienen correspondencia alta o baja (Mitchell *et al.*, 2007). Para probar este enfoque y verificar posibles diferencias

en el grado de ajuste de las PAP entre los dos grupos de planta (HP y SP) utilizamos el análisis de intercorrelación de las variables independientes para cada tipo de sector industrial y comparamos los resultados.

En la Tabla 6.10 se muestra el resumen de los resultados de la prueba análisis de intercorrelación de las variables independientes para los tres sectores industriales. Los datos relativos al sector de componentes de automoción se han obtenido de Ortega (2008). En el caso del sector de bienes de equipo/maquinaria, la relación de la MS y la TM es positiva y significativa para el grupo de empresas con rendimiento estándar ($r = 0,664$; $p < 0,01$), mientras que para las empresas de alto rendimiento la relación es positiva, sin llegar a ser significativa ($r = 0,664$). En los casos del sector de electrónica y componentes de automoción, se observa que la relación de la MS y la TM es positiva y altamente significativa para ambos grupos del OP. Lo anterior puede significar que la interrelación entre las PAP es fuerte para ambos sectores y no presenta un estado de desajuste con el OP. A pesar de que en el sector de bienes de equipo/maquinaria existe una diferencia entre subgrupos de planta, esta no difiere significativamente. Por lo tanto, podemos concluir que, para los tres sectores industriales, existe una interrelación entre las dos PAP estudiadas existiendo ajuste con el OP.

| | | TM | |
|----|-------------|------------------|----------------------|
| | | Alto Rendimiento | Rendimiento estándar |
| MS | Maquinaria | 0,664 | 0,643*** |
| | Electrónica | 0,58* | 0,497*** |
| | Autopartes | 0,545*** | 0,507*** |

* $P \leq 0,1$; ** $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,01$

Tabla 6.10 Intercorrelaciones de la MS y TM en los sectores de bienes de equipo/maquinaria, electrónica y autopartes.

6.4 CONCLUSIONES

En este capítulo se ha comparado el entorno de tres sectores industriales importantes en la economía mundial, bienes de equipo/maquinaria, electrónica y componentes de automoción, y su relación con dos PAP, MS y TM, y el efecto sobre el OP. Para hacer la comparativa, iniciamos con una breve descripción de cada sector industrial y sus desafíos para el futuro, de acuerdo a informes de instituciones privadas de consultoría y estadísticas de organismos internacionales como son United Nations Commodity Trade Statistics Database o European Commission Trade. Con esta información se hizo una comparación de los sectores teniendo en cuenta diferentes factores como mercado, competencia, coste de producción y materiales, ciclo de vida de producto, proceso de fabricación entre otros.

De esta comparativas se pudo concluir que los tres sectores se encuentran inmersos en mercados globales, con una alta competencia y cierta inestabilidad del mercado provocado por cambios en la tecnología. Asimismo, la posibilidad de introducirse en nuevos mercados, hace que la competencia se intensifique y se busquen nuevas formas de gestión o estrategia para generar ventajas competitivas. El contexto donde se desarrollan los sectores industriales y las características de producto pueden definir aquellas PAP que permitan a las empresas adelantarse a su competencia. Hemos encontrado que los tres sectores industriales se enfrentan actualmente a un ambiente global y de alta competencia, ya que su participación no se basa solo en el mercado local sino en abastecer las demandas de mercados globales. Sin embargo, el sector con mayor inestabilidad de mercado es el sector de la electrónica, dados los constantes cambios tecnológicos en el sector, seguido por el de componentes de automoción, el cual tiene un ambiente de mercado dependiente de la industria automotriz y caracterizado por la alta competencia, la diversificación de productos y la protección del medio ambiente. En cambio, el mercado del sector de bienes de equipo/maquinaria es un poco más estable y sensible a la economía global, a los requerimientos y necesidades especiales del cliente y a los vaivenes de los costes de materia prima.

En lo que respecta a las características del producto de cada sector, se detecta una gran diferencia desde los productos complejos y de alta inversión a los productos más estandarizados y con alta tecnología. Por ejemplo, el sector de bienes de equipo/maquinaria

cuenta con productos complejos y personalizados para el cliente, con ciclos de vida estables. En cambio, el sector de la electrónica cuenta con productos de alto valor agregado y ciclos cortos de productos. Los productos del sector de componentes de automoción dependen directamente del mercado automotriz, siendo más estables y con vida de producto mayor que en los otros sectores. Por lo tanto, los tres sectores se desarrollan en un contexto global, con cierta incertidumbre y una marcada competencia, diferenciándose en los tipos de productos que elaboran y, en consecuencia, en sus procesos productivos que afectan al ambiente competitivo.

En el contexto del proyecto internacional de HPM se ha encontrado que el sector de bienes de equipo/maquinaria tiene implementado más “sistemas duros” mientras el sector de componentes para la automoción tiene implementado más “sistemas suaves” (Forza *et al.* 2001). Matsui (2002) encuentra que no existe mayor diferencia de actividades de desarrollo de tecnología para los tres sectores en plantas en Japón.

Al analizar las variables contextuales, se observa que el grado de personalización de productos y equipos estandarizados es similar para los tres sectores. Sin embargo, en lo referente al proceso de fabricación, tanto electrónica como bienes de equipo/maquinaria, resultaron tendentes a fabricar tamaños de lote pequeños, mientras que componentes de automoción muestra su preferencia por lotes de producción grandes. En cuanto a la antigüedad de equipos, el sector de la electrónica hace uso de un mayor uso de equipos recientes de menos de 5 años, seguido por el sector de componentes para automoción y, por último, el de bienes de equipo/maquinaria, que es el que presenta equipos con mayor antigüedad.

La Tabla 6.11 muestra un resumen de las hipótesis, los métodos utilizados y los resultados obtenidos en los tres sectores estudiados. Los resultados muestran que, en los sectores de la electrónica y componentes de automoción, la MS afecta positivamente al OP, ya sea en presencia o no de las variables contextuales, no siendo así en el sector de bienes de equipo/maquinaria. En la literatura se sugiere que la MS puede tener impacto significativo sobre el desempeño de la empresa (Vickery *et al.* 1993, Gupta y Lonial 1998). La influencia

de la fabricación sobre el desempeño se produce a través del proceso de toma de decisiones, la proactividad de la función de manufactura, el ajuste entre la MS y la estrategia del negocio y la inversión en activos de manufactura (Hill, 1994, Schroeder *et al.* 2002, Nahmias, 2013). Gittell *et al.* (2006) encuentran que el impacto de la MS sobre el desempeño de la empresa está influenciado por las habilidades del gerente para tomar las decisiones apropiadas en manufactura que llevan a la generación de ventajas competitivas que mejoran posteriormente el rendimiento de la empresa.

Por otra parte, la TM no tiene impacto sobre el OP para los tres sectores, como se encontró en la literatura revisada en el capítulo dos, donde hay estudios que demuestran que la TM no afecta al OP. Ello puede sugerir la necesidad de interactuar con otras PAP para impactar en el OP o ser un “qualifier”, una cualidad que debe estar implementada para ser competitivo.

Se observa que las variables contextuales no afectan la relación entre la MS o la TM sobre el OP. Esto puede ser debido a que las empresas están a favor de implementar las PAP independientemente de su contexto general. Sharma (2008) en su estudio sobre la relación de la estrategia de la tecnología, variables contextuales y desempeño en empresas pequeñas, medianas y grandes en Australia, encontró que no hay diferencia en el nivel de énfasis en la tecnología y el tamaño de las empresas.

En la actualidad, las empresas tienen que ser proactivas y adaptables a entornos cada vez más complejos y cambiantes. El desarrollo de la tecnología en apoyo a la fabricación permite a los vendedores, los diseñadores y el personal de fabricación compartir una base de datos común de partes y productos que les permite obtener una ventaja competitiva, al ser capaces de responder rápidamente a los cambios que ocurren en el entorno del mercado. Por ello, es importante verificar los vínculos entre la MS y la TM para apoyar a las empresas a ser competitivas. Los resultados de nuestro estudio muestran que la implementación de la MS es una variable explicativa de los niveles de implementación de la TM para los tres sectores. Sin embargo, la relación inversa solo se presenta en los sectores de bienes de equipo/maquinaria y componentes de automoción. Consecuentemente, diferentes estrategias

podrían necesitar diferentes niveles de implementación de la TM. Por lo tanto, la implementación de la MS debe dirigir a la TM en un ambiente competitivo. En cambio, en mercados altamente cambiante como el sector de la electrónica, la implementación de la TM es necesaria para apoyar la generación de ventajas competitivas y no afecta la definición de la MS (Zahra, 1996). En el contexto de cambios en las expectativas de los clientes, en la tecnología e incremento de la incertidumbre de los mercados, los gerentes tienen un gran desafío en la selección de la estrategia correcta para distribuir sus recursos de una manera eficiente. El desarrollo e implementación de nuevas tecnologías permitirán a las compañías permanecer competitivas. El uso de la tecnología no solo reduce costes sino que mejora significativamente la calidad de los productos y servicios (Gindy *et al.*, 2006). Tecnologías como sistemas flexibles de manufactura (FMS), diseño asistido por ordenador (CAD), entre otras, permiten a las empresas lanzar y producir una gran variedad de productos en corto tiempo.

Las pruebas de interacción de las dos PAP sobre el desempeño nos muestran que solo el efecto interactivo de la TM sobre la relación de la MS y el OP tiene efectos positivos en los sectores de la electrónica y componentes de automoción. En las demás interacciones no afecta al OP en ninguno de los sectores. Por lo tanto, los sectores de la electrónica y componentes de automoción la implementación de la TM facilita la relación entre la MS y el OP, de aquí la necesidad de integrar la TM con la MS (Gaither, 1996 y Martinich, 1997). Así pues, la tecnología ha jugado un papel importante en las iniciativas de reducción de costes como parte de la MS (Hill and Jones, 2008, Sharma, 2008).

| Hipótesis | Método | Maquinaria | Electrónica | Autopartes |
|--|--------------------|------------|-------------|------------|
| Relación MS, TM y variables contextuales sobre el OP | | | | |
| H1 | Regresión Múltiple | Rechazar | Aceptar | Aceptar |
| H2 | Regresión Múltiple | Rechazar | Rechazar | Rechazar |
| H3 | Regresión Múltiple | Rechazar | Rechazar | Rechazar |
| H4 | Regresión Múltiple | Rechazar | Rechazar | Rechazar |

| Interrelación entre la MS, TM y variables contextuales | | | | |
|--|---|----------|----------|----------|
| H5 | MMRA, prueba t | Aceptar | Aceptar | Aceptar |
| H6 | MMRA, prueba t | Aceptar | Rechazar | Aceptar |
| H7 | Análisis canónico y chi-cuadrado | Aceptar | Rechazar | Aceptar |
| H8 | Chi-cuadrado | Rechazar | Rechazar | - |
| H9 | Chi-cuadrado | Rechazar | Rechazar | - |
| Interacción entre MS, TM y OP | | | | |
| H10 | Correlación | Rechazar | Aceptar | Aceptar |
| H11 | Correlación | Rechazar | Aceptar | Aceptar |
| H12 | Modelo multiplicativo, regresión lineal | Rechazar | Rechazar | Rechazar |
| H13 | Análisis de intercorrelación de las variables | Rechazar | Aceptar | Aceptar |
| H14 | Prueba t y chi-cuadrado | Rechazar | Rechazar | - |
| H15 | Prueba t y chi-cuadrado | Rechazar | Rechazar | - |

Tabla 6.11 Resumen de hipótesis testadas, métodos utilizados y resultados de los tres sectores industriales.

Los resultados, por tanto, muestran que existen diferencias entre sectores industriales, lo que lleva a plantear que futuras investigaciones deben tener en cuenta el sector en los análisis desarrollados. En los tres sectores analizados, por ejemplo, el efecto de la MS sobre el OP es mayor en las plantas de componentes de automoción que en las de electrónica o bienes de equipo/maquinaria.

CHAPTER 7. CONCLUSIONS

7.1 INTRODUCTION

This research is part of a series of empirical studies done in the HPM project to find links between manufacturing practices in different industrial sectors. We use contingency theory because it explores the organisation-setting relationship. According to this theory, there can be differences in the degree of interrelationship between advanced production practices depending on the context the plant operates in. The purpose of this doctoral thesis is to compare whether there is a degree of contingency and interrelationship when implementing manufacturing strategy (MS) and technology management (TM) in different industrial contexts and how this relationship impact on operational performance (OP).

7.2 CONCLUSIONS

This research examine the relationships of MS and TM on OP, even when some contextual factors are present. Our research question will therefore be: does interrelationship exist between the implementation levels of manufacturing strategy and levels of technology management in machinery and electronics plants context and impact OP? To answer this question, we define six basics objectives (see Figure 1.4 chapter one). The principals finding for each objectives show in the next section.

7.2.1. Conclusions of the objective one: Review and analysis of literature

The first objective is to review international projects focused on world class manufacturing or high performance manufacturing as well as the concepts and research that analyze the relationship of MS, TM and OP. It is developed in chapter two of this thesis, where we reviewed both projects focused on world class manufacturing, as well as studies found on the interconnection of MS and TM on the OP, both inside and outside the HPM project. The contribution of this objective is to justify the importance of the relationship between MS and TS to achieve high performance manufacturing.

To achieve this objective, we conducted a literature search on international research projects focused on excellence in manufacturing. The results showed us the following projects: Manufacturing Futures Project (MFP), Vision in World Class Manufacturing Project (VWCM), Global Manufacturing Research Group (GMRG), World Class Manufacturing Project (WCMP) or High Performance Manufacturing (HPM) and International Manufacturing Strategy Survey (IMSS). These projects cover manufacturing practices that lead to improved business performance and achieved competitive advantage. The variety of projects found shows the importance given to world class manufacturing, both in academia and in business. This led us to justify the importance of studying the high performance manufacturing.

As far as, MS and OP within the HPM project, we found that their relationship is significant and positive for all three sectors, with no differences by sector (Morita and Flynn, 1997; Milling *et al.*, 1999; Bates *et al.*, 2001; Ketokivi and Schroeder, 2004; Devaraj *et al.*, 2001; Devaraj *et al.*, 2004 and Thun, 2008). This is also found for the auto parts sector (Ortega, 2008; Machuca *et al.*, 2011). Studies outside the context of HPM project also show that MS affects positively the OP (Williams *et al.*, 1995; Amoako-Gyampah and Acquaaah, 2008; Corbett, 2008; Rose *et al.*, 2008; Oltra and Flor, 2010; da Silveira and Sousa, 2010). Although the relationship between MS and OP in different industries have been studied, we found no specific studies in machinery or electronics sectors.

Concerning the relationship between TM and the OP, HPM studies shows that TM has positive effects on the OP (Flynn and Flynn, 1999; Maier and Schroeder, 2001). Outside the

HPM project we found some studies that suggest that the TM affects the OP (Boyler, 1996; Tsai, 2004; Raymond, 2005), and other studies suggesting that TM does not affect the OP (Beaumont and Schroeder, 1997; Boyer *et al.*, 1997; Swamidass and Kotha, 1998; Cagliano and Spina, 2000; Das and Jayaram, 2003). In spite of the empirical literature examining the relationship TM-OP, the results are inconclusive and require further empirical evidence.

Subsequently, we reviewed some studies focused on the interrelationship between MS and TM. We found that the development of competitive advantage using only the TM is unlikely to be sustainable; therefore, it has to be effectively adjusted to market strategies and manufacturing department (Clark, 1989; Matsui 2002; Werther *et al.*, 1994, Congden, 2005). When linking business and manufacturing strategies, plants can justify technology, by playing an active role in the development of technology and remain leaders in the process of technology (McKone and Schroeder 2002). On the one hand, Ortega (2008) finds a relationship between these two practices for auto parts companies. On the other hand, Ortega *et al.* (2011) examines the interrelationship between MS and TM in the auto parts plants and found that MS affects the TM, but the TM partially affects MS. Although we found studies about the interrelationship of MS-TM, the results are no conclusive; in fact, sometimes there are differences and contradictions in results between studies and industrial sectors.

Finally, we looked studies focused on the interaction between MS and TM on the OP. We found few studies, Ortega (2008) and Ortega *et al.* (2012) who investigate it for auto parts sector. The scarcity of studies justify our research on the interaction of MS and TM on the OP for machinery and electronics sectors.

In conclusion, the results justify the importance of studying the relations of MS and TM and its effect on the OP in machinery and electronics sectors and, consequently, the development of this research.

7.2.2 Conclusions Objective 2: Development of a theoretical model

After reviewing the state of the art of our research, our next goal is to establish a theoretical model focused on empirical testing of interconnection between MS, MT and OP

in different industrial contexts. To achieve this, chapter three explains in detail the research method used: the survey. Besides, we also show the different variables and constructs used in the empirical study. Before, we detail how the sample selection and data collection was performed, as well as analysis of reliability and validity of the scales of MS, TM, OP and contextual variables for each sector. In conclusion, the research model, based on contingencies and interconnect practices, help us to establish hypothesis and the statistical methods used to test them. The model in Figure 3.4 (p. 71) is broken down into three parts, according to the objectives 3, 4 and 5:

- 1) The relationship between MS and MT on the OP and how contextual variables affect their links.
- 2) The interrelationship between MS-TM, MS-contextual variables and TM-contextual variables.
- 3) The interaction of MS, TM and OP.

For the first model, we used universal model; for the second model, we used the selection or congruency perspective; and for the third model, we used moderation and matching perspectives. The empirical model propose will allow us to measure the effect of interconnection of MS and TM on the OP and it can be used for future research, either interconnection of two other production advanced practice (PAP) on the OP or replication of this study in future rounds of HPM project.

So, with the results obtained in Chapters 4 and 5 using the proposal model and the studies of Ortega (2008), Machuca et al. (2011), Ortega et al. (2011) and Ortega et al. (2012) we did the comparison of the three sectors (objective 6). Below, we summarize the results obtained in Chapters 4, 5 and 6, according to the objectives. Since the objective 6 provides a cross-comparison, this objective we will address in findings jointly with the objectives 3, 4 and 5, to avoid duplication and facilitate comparison.

7.2.3 Conclusions of the objective 3 and 6: The relationship of MS, TM and contextual variables on the OP

Objective 3 focuses on measuring the effect of MS and TM on OP, even when some contextual variables are present in machinery and electronic plants. Objective 6, which makes a comparison between sectors, jointly addressed in regard to specific issues discussed in this section.

The results show some differences regarding the impact of MS on OP. In the case of machinery sector, the results show neither MS nor TM positively impact the OP, even in the presence of contextual variables. In the electronics industry, MS impact on OP, with or no contextual variables present, however, the TM did not show any impact on OP.

In the case of auto parts, Machuca et al. (2011) conclude that MS has a positive and significant impact on the OP, despite the inclusion of contextual variables, and TM has no significant impact. In none of the three sectors, contextual variables were significantly associated with OP. Therefore, it appears that the MS is an important element in the sectors of electronics and auto parts to improve the performance of the company, either in the presence or not of the TM or contextual variables. This implies that for this type of manufacturing plants is a strategic component affecting the performance of the company.

However, the results from machinery sector does not significant impact from MS, TM and contextual variables. This difference may be because the electronics and auto parts sectors are closer to dynamic and highly competitive environments where response times are very short, so that the definition of a correct MS is vital for survival in this type of industries. Moreover, the machinery sector competes more with the design of products with high added value. So, the implementation of the MS and TM is necessary but no offers competitive differentiation.

In the case of TM, none of the three sectors had a significant effect on the OP. This is an unexpected result, because the companies are in rapidly changing business environment where technology changes play an important role in market uncertainty. However, as

discussed in chapter two, there are some studies in the literature showing that TM has no effect on the performance of companies (Beaumont and Schroeder., 1997; Boyer et al, 1997; Swamidass and Kotha, 1998; Cagliano and Spina, 2000; Das and Jayaram, 2003).

We conclude that, in our study, the implementation of TM has no involvement in the OP in the three sectors. However, the period of time where the information was collected (2006-2009) in the third round coincide with the financial crisis that began in 2006 in the United States and that led to the global crisis in 2008, causing the industries worldwide were more cautious in investments. This could impact the decisions about TM, focusing mostly managers in strategic areas such as MS to confront the crisis. Another possible cause of the TM is not related to the OP, is that it is a practice that must be implemented necessarily a "qualifier" to be competitive.

7.2.4 Conclusions Objectives 4 and 6: Interrelationship between MS, TM and contextual variables

In the chapter four and five we analyzed the interrelationship with MS, TM and contextual variables for machinery and electronics sectors (objective four). The results show the introduction of new products of the corporation (T3) do not affect the MS variable in machinery sector. This result confirms one characteristic of machinery industry, its products have a longer life cycle than other industries, such as electronics. Instead, the MS is weakly affected by the TM in machinery and electronics sector. When we use canonical correlation analysis, we find a bidirectional effect between the two variables analyzed, proving that interrelationship exists just in machinery sector.

Comparing the three sectors (objective six), we find relationship from MS to TM in the three sectors, but the inverse relationship just appear for machinery and automotive components sectors. This is consistent with Trecey et al. (1999), who mention that an improved understanding of technology and increased participation in the formulation of the strategy have helped manufacturing managers to implement technology successfully in manufacturing. Therefore, the implementation of the MS should lead TM implementation in a competitive environment.

An additional analysis with chi-square, demonstrate that the high implementation of the MS is related to the high implementation TM, and vice versa, in machinery and electronics industry. This is consistent with the results of the canonical correlation analysis. When we compare the high and low implementation of the MS with context variables, we find that no relationship exists for both industries. The reason may be that the MS should be linked to the competitive strategy, and its aim is to direct the decisions in operations management and supply chain responsible for planning and coordinating the people, processes, inventory and plant (Chase et al., 2004).

Moreover, by performing the same analysis but with high and low implementation of TM, we again detected no association with high or low level of contextual variables, in both sectors. It might be important to note that age of the equipment shown related to TM in the electronics industry. This result may be due to the characteristics of the sector, since the constant changes in technology suggest that companies have updated equipment to be competitive process.

In conclusion, to be competitive, plants from all three sectors should implement and interrelate both the MS and the TM. The effective implementation of new technology products also demonstrates a significant influence on competitiveness in technology of products. Therefore, we can conclude that, in aggregate, the TM affects the dimensions of MS for the three sectors. This confirms what Schroeder and Flynn (2001) stated that in order to be competitive companies and generate competitive advantages must link manufacturing practices. Thus, the MS and TM should be related to face the challenges of a global, changing and intensely competitive business environment.

7.2.5 Conclusions of objectives 5 and 6: Interaction fit between MS, TM and OP

To analyze the interaction between MS, TM and OP, we use two perspectives of fit, moderation and matching. In fit as moderation, we find no effect of MS on the relationship of TM-OP in two of the three sectors, machinery and electronics. This confirms that the lack

of MS can affect the performance of electronics and auto suppliers companies, not so for the machinery industry.

On the other hand, there is a positive and significant relationship as moderating effect of TM on the relationship of MS-OP in electronics and auto suppliers industry. These results indicate that sectors with high innovation environments and constant changes, such is the case of the electronics and auto suppliers, the implementation of TM influences the relationship between MS and OP. Accordingly, an MS integrated with market-based and aspects based on TM seems to be the appropriate response to a challenging environment with high competitive intensity (Barney, 1991), such as the electronics and auto suppliers sectors. However, in more stable markets, like the machinery industry, the impact of TM in the relationship of MS with OP is lower.

The following perspective evaluated was matching. We found that there is significant positive correlation between MS and TM for HP plants in auto suppliers and electronics sector. However, in the machinery sector, the relationship is not significant. The correlation of MS and TM in plants SP is positive and significant in all three sectors, confirming congruency.

When we tested the correlation between high and low implementation of MS or TM with a high or low OP, using the t-student and chi-square test, the results showed that there is a difference subgroup of high and low implementation of MS on the OP in machinery sector, not so for the electronics industry. Therefore, the high implementation of MS may be a competitive difference in machinery industry to improve the OP. In the case of the TM, the subgroups are statistically similar to the OP in both industrial sectors, confirming the results obtained in the universal model and moderation, which TM does not affect the OP.

Moreover, regarding the fit between subgroups of MS or TM on HP and SP plants, the results indicate that there is no significant difference between high and low implementation of the MS or TM on HP and SP plants for machinery and electronics sectors. This would imply that, in these sectors, the implementation of the MS and TM is important to be competitive.

In summary, our study found some differences and similarities between industries, such as MS affects the OP in the electronics and auto suppliers sectors. This is not the case for the machinery sector. It also shows that the TM has not any significant positive effect on the OP in the three sectors. However, companies agree on the importance of implementing both PAP and its interrelation to be competitive.

It is also noted that there are some misfits between some scales MS and TM in the three sectors, this can be by the characteristics of each sector, since different environments processes have different goals manufacturing and this affects the development of technology (Markland *et al.*, 1998;. Boyler *et al.*, 1996; Das and Narasimhan 2001). For example, industries with low volumes of demand, and consequently, low production, efficiency and low production cost is probably not feasible for firms with these characteristics to be competitive. However, superior flexibility, product quality, innovation and quick response may be reasonable for companies that follow this strategy.

7.4 FINAL REMARKS

7.4.1 Contributions of research

The contributions of this research are part of the objectives outlined in chapter one as explained in the following:

Contribution 1. Analysis of the literature on the relationship between MS and TS, within and without the HPM project. This led us to justify the importance of examining the relationship between MS and TM on the OP in specific sectors such as machinery and electronics.

Contribution 2. Design a research model based on contingencies and interrelation aspects to study the different relationships of MS and TM and its impact on the OP, as well as if contextual variables affecting this relationship in different industrial contexts (machinery and electronics). This model can be used for future research to measure the interconnection of some PAP and its effect on the OP, and how contextual factors are related.

Contribution 3. Analysis of the effect of the relationship between MS, T and OP, and how contextual variables affect this relationship in machinery and electronics industries. Thus, our research supports the literature that shows that the implementation of MS impacts the OP and specifically in the electronics and auto suppliers. However, we also found evidence to the contrary, as in machinery sector, the MS does not affect the OP. This demonstrate the effect of industrial context in the behavior of the MS on the OP.

Contribution 4. Analysis of the effect of the interrelationships of MS, TM and contextual variables in machinery and electronics sectors. This analysis provides empirical evidence that MS affects the TM in the three sectors, and TM affects the MS just in machinery and auto suppliers sectors.

Contribution 5. Analysis of the effect of the interaction of MS and TM in OP for different industries (machinery and electronics). This contribution provides empirical evidence of interaction of MS and TM and its effect on OP, because no studies found in machinery and electronics sectors.

Contribution 6. Comparison of the relationship of MS, TM and contextual variables in three industrial sectors (machinery, electronics and auto suppliers) to achieve high OP. This comparison provides evidence on whether the relationship between MS and TM and its effect on OP behaves similarly or differently in the three industries.

In the industrial sector, empirical evidence for managers about the importance of having implemented both the MS and the TM, with different sectorial nuances, are showed. This shows to the managers that the PAP studied are important to achieve competitive advantage as well as the effects of interconnect them. It also illustrates to the managers about how factors that are beyond their control (such as national culture and national economic policies) aren't sufficient cause to deter them from achieving high performance status at their plants.

7.4.2 Limitations of the study

One limitation of the study is the size of the database HPM project in its third round, a sample of 88 companies per sector, being this small sample, the characteristic that can limit the obtained results to test the hypotheses established in this thesis. Besides, the information were collected in the years 2006-2009, before the global crisis that began in 2009. This crisis has affected different sectors, although with different density, as statistics show that we have discussed in Chapters 4 and 5. The machinery sector is the one that has had the least growth. Also, the business environment has changed since the creation of the database of the third round. This could have generated a change in the detected relationships. The replication of the analysis with the fourth round data is going to allow obtain great interest conclusions to know the effect, or no, of the crisis in relations discussed.

Another limitation of the study is that, due the sample size, a study by countries has not been done, in order to know its possible effect on relationships.

7.5 FUTURE LINES OF RESEARCH

Considering the above limitations, in future research might be interesting to check in what measure the values of MS and TM are adjusted in an unbalanced state, using the models of difference and logistic regression in order to check the coexistence of the two advance practices and their possible effect on the OP. As well, compare the effects of MS and TM in the OP for other industrial sectors. Also a test using the method of “Two-Stage least squares” (2SLS) and “Three Stage least square” (3SLS) can be used to prove the selection bias by combining the different scales of the two PAP.

On the other hand, this study with a larger sample size, could be replicated across countries and sectors to examine intersectorial and cross country comparisons. Also, is considered the interest of doing longitudinal studies to know if the interrelationships of the PAP have changed. This could have a great potential to identify certain developments in the field of MS and TM. In this sense, projects with many iterations over many years built a good foundation for such research (Hallgren and Olhager, 2006).

Also, the model proposed in this research can be replicated in new rounds of HPM project to analyze the impact of the crisis on the different aspects analyzed.

On the other hand, the companies whose products are never physically touched by any of its employees are increasingly. With micro/nanotechnology advances and the development of new contractual arrangements, many companies have stopped seeing in manufacturing process the essence of your business. They prefer to focus on research, design and sell the products, leaving the manufacturing in the hands of new specialists: the contract manufacturers. Therefore, it would be interesting perform studies of relations between the MS, TM and developing new products to meet their relationship and impact on the OP in the three industrial sectors.

REFERENCIAS

Abernethy, M. A. y Brownell, P. (1999), "The role of budgets in organizations facing strategic change: an exploratory study." *Accounting, Organizational and Society*, Vol. 24, pp.189-204.

Abernethy, M. A. y Lillis, A. M. (1995), "The Impact of Manufacturing Flexibility on Management Control System Design." *Accounting, Organizational and Society*, Vol. 20, pp. 241-258.

Acha, V. (2000), "The role of technological capabilities in determining performance: The case of the upstream petroleum industry." *The DRUID Conference on Industrial Dynamics*. Hillerod.

Acur, N., Gertsen, F., Hongyi, S., & Frick, J. (2003), "The formalisation of manufacturing strategy and its influence on the relationship between competitive objectives, improvement goals, and action plans", *International Journal of Operations & Production Management Science*, Vol. 23, No.10, pp. 1114-1141.

Ahmad, Soheli y Schroeder, Roger G. (2001), "The impact of electronic data interchange on delivery performance", *Production and Operations Management*, Vol. 10, No. 1, pp. 16-30.

Ahmad, S. y Schroeder, R. G. (2003), "The impact of human resource management practices on operational performance: Recognizing country and industry differences", *Journal of Operations Management*, Vol. 21, No. 1, pp. 19-43.

Amahad, S. y Schroeder, R. (2002), "Refining the product-process-matrix", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22, No. 1, pp. 103-124.

Ahmad, S., Schroeder, R. G. y Mallick, D. N. (2010), "The relationship among modularity, functional coordination, and mass customization: Implications for competitiveness", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 13, No. 1, pp. 46-61.

Amoako-Gyampah, Kwasi y Acquah, Moses. (2008), "Manufacturing strategy, competitive strategy and firm performance: An empirical study in a developing economy environment", *International Journal Production Economics*, Vol. 111, pp. 575-592.

Anderson, J.C., Cleveland, G. y Schroeder, R.G. (1989), "Operations strategy: A literature review", *Journal of Operations Management*, Vol. 8, No. 2, pp. 133-157.

Anderson, J.C. y Schroeder, R.G. (1991), "The process of manufacturing strategy: Some empirical observations and conclusions", *International Journal of Operations & Production Management Science*, Vol. 11, No. 3, pp. 86–110.

Arana, Ivan, Ortega, Cesar H., Machuca, Jose A. D. y Perez, Jose Luis. (2010), *Manufacturing strategy and technology operations practices: An empirical study for machinery plants*. Paper presented at the 21th annual conference of POMS 2010 Operations in Emerging Economies, Vancouver, Canada.

Arana-Solares, Ivan, Garrido-Vega, Pedro, Jimenez, César H. Ortega y Machuca, José A.D. (2011), *La estrategia de fabricación y la gestión de la tecnología: su interrelación en empresas de electrónica*. Paper presented at the XXV Congreso Anual de AEDEM: "Los Mercados del Mañana: Bases para su análisis hoy", Valencia, Spain.

Arnold, H. (1982), "Moderator variables: A clarification on conceptual, analytic and psychometric issues", *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol. 29, pp.143-174.

Artail, H.A. (2006), "Application of KM measures to the impact of a specialized groupware system on corporate productivity and operations", *Journal of Information & Management*, Vol. 43, pp. 551-564.

Aw, B. Y. y Batra, G. (1998), "Technological capability and firm efficiency in Taiwan", *World Bank Economic Review*, Vol. 12, No. 1, pp. 59-79.

Badri, M.A., Davis, Donald y Davis, Donna (2000), "Operations strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model of industries in developing countries", *Omega*, Vol. 28, pp. 155-173

Barney, J. (1991), "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, Vol. 17(1), pp. 99–120.

Bates, K., Amundson, S., Morris, W. y Schroeder, R.G. (1995), "The crucial interrelationship between manufacturing strategy and organizational culture", *Management Science*, Vol. 41, No. 10, pp. 1565–1580.

Bates, K, Blackmon, K., Flynn, E.J. y Voss, Chris. (2001), "Manufacturing Strategy: Building Capability for Dynamic Markets". In R. G. Schroeder & B. B. Flynn (Eds.), *High Performance Manufacturing-Global Perspectives* (pp. 59-72). New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Bates, Kimberly A y Flynn, E James (1995), "Innovation history and competitive advantage: A resource-based view analysis of manufacturing technology innovations", *Academy of Management Journal*, pp. 235-245.
- Beaumont, N.B. y R.M. Schroder, (1997), "Technology, manufacturing performance and business performance amongst Australian manufacturers." *Technovation 17*, No. 6, pp. 297-307.
- Beckman, Sara y Sinha, Kingshuk K. (2005), "Conducting Academic Research with an Industry Focus: Production and Operations Management in the High Tech Industry", *Production and Operations Management*, Vol. 14, No. 2, pp. 115-124.
- Bergeron, Francois, Raymond, Louis y Rivard, Suzanne. (2001), "Fit in strategic information technology management research: an empirical comparison of perspective", *OMEGA*, Vol. 29, pp 125-142.
- Bettis, R.A. y Hitt, M.A. (1995), "The new competitive landscape", *Strategic Management Journal*, Vol. 16, pp. 7-19.
- Bower, J.L. y Hout, T.M. (1988), "Fast-cycle capability for competitive power", *Harvard Business Review*, Vol. 66, No. 6, pp. 110–118.
- Boyer, K., Ward, P.T. y Leong, K.G. (1996), "Approaches to the factory of the future: an empirical taxonomy", *Journal of Operations Management*, Vol. 14, pp. 297–313.
- Boyer, K., Leong, K.G., Ward, P.T. y Krajewski, L.J. (1996), "Unlocking the potential of advanced manufacturing technologies", *Journal of Operations Management*, Vol. 15, pp. 331-347.
- Boyer, Kenneth K., G. Keong Leong, Peter T. Ward, y Lee J. Krajewski. (1997), "Unlocking the potential of advanced manufacturing technologies." *Journal Of Operations Management* 15, No. 4, pp 331-347.
- Boyer, K.K., y Lewis, M.V. (2002). "Competitive priorities: investigating the need for trade-off in operations strategy", *Production and Operations Management*, Vol. 18, No. 4, pp. 356-373.
- Boyer, K.K., y Pagell, M. (2000). "Measurement issues in empirical research: improving measures of operations strategy and advanced manufacturing technology", *Journal of Operations Management*, Vol. 18, pp. 361–374.

Bozarth, C., y McDermott, C. (1998), "Configurations in manufacturing strategy: a review and directions for future research", *Journal of Operations Management*, Vol. 16, pp. 427–439.

Bradi, Masood A., Davis, Donald, y Davis, Donna. (2000), "Operations strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model of industries in developing countries", *OMEGA*, Vol. 28, pp. 155±173.

Brown, Steve. (1998), "Manufacturing strategy, manufacturing seniority and plant performance in quality", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 18, No. 6, pp. 565–587.

Brown, Steve, & Bessant, John. (2003), "The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing – an exploratory study", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23, No. 7, pp. 707-730.

Brown, Steve, Squire, Brian, & Blackmon, K. (2007), "The contribution of manufacturing strategy involvement and alignment to world-class manufacturing performance", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 27, No. 3, pp. 282-302.

Bruning, J. L., & Kintz, B. L (1987), "Computational handbook of statistics", Glenview, IL: Scott, Foresman.

Burgos, J. (2001), "Environmental performance as an operations objective", *International Journal Operations & Production Management*, Vol. 25, No. (7/8), pp. 701-718.

Cagliano, R., Acur, N., & Boer, H. (2005), "Patterns of change in manufacturing strategy configurations", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 7, pp. 701–718.

Cagliano, Raffaella, and Gianluca Spina. (2000), "Advanced manufacturing technologies and strategically flexible production." *Journal of Operations Management* 18, No. 2, pp. 169-190

Chan, Yolanda E., Huff, Sid L., Barclay, Donald W., y Copeland, Duncan G. (1997), "Business Strategic Orientation, Information System Strategic Orientation, and Strategic Alignment", *Information Systems Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 125-150.

Chandler, A.D., Jr. (1962), *Strategy and Structure*. Cambridge, MA: MIT Press.

Chase, Richard B., Jacobs, F. Robert, y Aquilano, Nicholas J. (2004), *Operations Management for Competitive Advantage* (10 ed.). New York: McGraw Hill.

Chenhall, R.H. (2003), "Management control systems design within its organizational context: findings from contingency based research and directions for the future", *Accounting, Organizational and Society*, Vol. 28, pp. 127-168.

Chenhall, R.H., & Morris, D. (1986), "The impact of structure, environment and interdependencies on the perceived usefulness of management accounting systems", *Accounting, Organizational and Society*, Vol. 61, pp. 16-35.

Cherrington, E., Reitz, H. y Scott, W. (1971), "Effects of Reward and Contingent Reinforcement on Satisfaction and Task Performance", *Journal of Applied Psychology*, Vol. 55, pp. 531- 536.

Chin-Fu, H. 1996, "A contingency theoretical model of manufacturing strategy", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, No. 5, pp. 74-98.

Choy, K.L., Lee, W.B., Lau, C.W., y Choy, L.C. (2005), "A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing", *Knowledge-based System*, Vol. 18, pp. 1-17.

Christiansen, Thomas, Berry, W.L., Bruun, Peter, y Ward, P. (2003), "A mapping of competitive priorities, manufacturing practices, and operational performance in groups of Danish manufacturing companies", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23, No. 10, pp. 1163-1183.

Cimento, Arthur P., y Knister, Russell J. (1994), "The High-Productivity Electronics Company", *The Mckinsey Quarterly*, Vol. 1, pp. 21-32.

Clark, K.B. (1989), "What strategy can do for technology" *Harvard Business Review*, Vol. 67, No. 6, pp. 94-98.

Cole, R.E. (1981), "The Japanese Lesson in Quality", *Technology Review*, Vol.83, pp.29-40.

Congden, S.W. (2005), "Firm performance and strategic fit of manufacturing technology", *Competitiveness Review*, Vol. 15, No. 1, pp. 14-32.

Corbett, Lawrence M. (2008), "Manufacturing strategy, the business environment, and operations performance in small low-tech firms", *International Journal of Production Research*, Vol. 46, No. 20, pp. 5491-5513.

Cramer, E. M., y Nicewander, W. A. (1979), "Some symmetric, invariant measures of multivariate association", *Psychometrika*, Vol. 44, pp. 43-54

Christiansen T, Berry WL, Bruun P, Ward P. (2003), "A mapping of competitive priorities, manufacturing practices, and operational performance in groups of Danish manufacturing companies", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23, No. 10, pp. 1163-1183.

Cronbach, L.J. (1951), "Coefficient alpha and the internal structure of tests", *Psychometrika*, Vol. 16, pp. 297-334.

Croteau, A., & Bergeron, F. (2001), "An information technology trilogy: business strategy, technological deployment and organisational performance", *Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 10, pp. 77-99.

Cua, K., Ketokivi, M., y Schroeder, R. (2002), "A perceptual measure of the degree of development of proprietary equipment", *Structural Equation Modeling*, Vol. 9, No. 4, pp. 579-598.

Cua, K., McKone, K., y Schroeder, R. (2001), "Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, No. 6, pp. 75-94.

da Silveira, Giovanni J.C. y Sousa, Rui S. (2010), "Paradigms of choice in manufacturing strategy: Exploring performance relationships of fit, best practices, and capability-based approaches", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 30 No. 12, pp. 1219-1245

Dangayach, G.S., y Deshmukh, S.G. (2001), "Manufacturing strategy literature review and some issues", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, No. 7, pp. 884-932.

Dangayach, G.S., & Deshmukh, S.G. (2003), "Evidence of manufacturing strategies in Indian industry", *International Journal of Production Economics*, Vol. 83, No. 3, pp. 279-299.

Das, A., y J. Jayaram. (2003), "Relative importance of contingency variables for advanced manufacturing technology." *International Journal Of Production Research* 41, No. 18, pp. 4429-4452.

Das, A., y Narasimhan, R. (2001), "Process-technology fit and its implications for manufacturing performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, pp. 521-540.

Datar, S., Jordan, C.C., Kekre, S., Rajiv, S., & Srinivasan, K. (1997), "Advantage of time-based product development in a fast cycle industry", *Journal of Marketing Research*, Vol. 34, pp. 36-49.

Dean, J. W., & Snell, S. A. (1996), "The strategic use of integrated manufacturing: An empirical examination", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, pp. 459-480.

Delery, John E., & Doty, D. Harold. (1996), "Modes of theorizing in strategic human resource management: test of universalistic, contingency and configurational performance predictions", *Academy of Management Journal*, Vol. 39, No. 4, pp. 802-835.

Demeter, K. (2003), "Manufacturing strategy and competitiveness", *International Journal of Production Economics*, Vol. 81-82, pp. 205-213.

De Meyer, A. y Ferdows, K. (1990), "Influence of Manufacturing Improvement Programmes on Performance", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 10, No. 2, pp. 120-131.

De Meyer, A., Nakane, J., Miller, J.G. & Ferdows, K. (1989), "Flexibility: The Next Competitive Battle the Manufacturing Futures Survey", *Strategic Management Journal (1986-1998)*, Vol. 10, No. 2, pp. 135.

Deshpande, R., Farley, J.U., & Webster, F.E. Jr. (1993), "Corporate culture, customer orientation, and innovativeness in Japanese firms: a quadrad analysis", *Journal of Marketing*, Vol. 57, No. 1, pp. 23-37.

Devaraj, S., Hollingworth, D. , & Schroeder, R. G. (2001), "Generic manufacturing strategies: an empirical test of two configurational typologies", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, pp. 427-452

Devaraj, S., Hollingworth, D. , & Schroeder, R. G. (2004), "Generic manufacturing strategies and plant performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 22, pp. 313-333.

Díaz-Garrido, E., Martín-Peña, M.L., y García-Muiña, F.E. (2007), "Structural and infrastructural practices as elements of content operations strategy", *International Journal of Production Research*, Vol. 45, No. 9, pp. 2119-2140.

Divan, R., y Chakaborty, C. (1991), *High Technology and International Competitiveness*. New York: Prager.

Dolbeck, Andrew. (2007), "Valuation of the electronic manufacturing industry", *Weekly Corporate Growth Report*(1434), pp. 1-3.

Donaldson, L. (1994), *Contingency theory*. Dartmouth, UK: Aldershot.

Doty, D. H., Glick, W. H., & Huber, G. P. (1993), "Fit, equifinality, and organizational effectiveness: A test of configurational theory" *Academy of Management Journal*, Vol. 36, No. 6, pp.1196-1250.

Drazin, Robert, & Van-de-Ven, Andrew H. (1985), "Alternative Forms of Fit in Contingency Theory", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 30, pp. 514-539.

Dynamic Dean, J., & W. Jr, Snell, S.A. (1996), "The strategic use of integrated manufacturing: an empirical examination" *Strategic Management Journal* ,Vol. 17, No. 6, 59-80.

EU SME Centre. (2011). "The machinery sector in China". Recuperado en octubre del 2014 de http://www.ccilc.pt/sites/default/files/machinery_sectorreport_v3_en.pdf

Ferdows, K., y De Meyer, A. (1990), "Lasting improvements in manufacturing performance:in search of a new theory", *Journal of Operations Management*, Vol. 9, No. 2, pp. 168-184.

Filippini, R., Forza, C. y Vinelli, A., (1996), "Improvement Initiative Paths in Operations", *Integrated Manufacturing System*, Vol. 17, No. 7, pp. 655-670.

Filippini, R., Forza, C. y Voss, C., (2001), "Paths of improvements in plant operations", en Schroeder, R. y Flynn, B. (Eds) *High Performance Manufacturing – Global Perspectives*, Wiley, Nueva York, NY., pp. 19-40.

Fine, C.H. (2000), "Clockspeed-based strategies for supply chain design", *Production and Operations Management*, Vol. 9, No. 3, pp. 213-221.

Fine, C.H., y Hax, A.C. (1985), "Manufacturing strategy: A methodology and an illustration", *Interfaces*, Vol. 15, No. 6, pp. 28-46.

First Research. (2014). "Machinery Manufacturing Industry Profile". Recuperado en marzo del 2015 de <http://www.firstresearch.com/industry-research/Machinery-Manufacturing.html>

First Research. (2015). "Semiconductor & Other Electronic Component Manufacturing Industry Profile". Recuperado en marzo del 2015 de <http://www.firstresearch.com/industry-research/Semiconductor-and-Other-Electronic-Component-Manufacturing.html>

Flynn, B., Sakakibara, S., Schroeder, R., Bates, K. y Flynn, E. (1990), "Empirical Research Methods in Operations Management", *Journal of Operations Management*, Vol. 9, No. 2, pp. 250-284.

Flynn, B.B., y Flynn, E.J. (2004), "An exploratory study of the nature of cumulative capabilities", *Journal of Operations Management*, Vol. 22, No. 5, pp. 439-457.

Flynn, B.B., y Flynn, E.J. (1999), "Information-processing alternatives for coping with manufacturing environment complexity", *Decision Sciences*, Vol. 30, No. 4, pp. 1021-1052.

Flynn, B.B., Schroeder, R.C. and Sakakibara, S. (1994), "A framework for quality management research and an associated measurement instrument", *Journal of Operations Management*, Vol. 11, pp. 339-366.

Flynn, B., Schroeder, R. G., Flynn, E. J. (1999). "World Class Manufacturing: An investigation of Hayes and Wheelwright's foundation", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, pp.249-269.

Flynn, B.B., Sakakibara, S., & Schroeder, R.G. (1995), "Relationship between JIT and TQM: Practices and Performance", *Academy of Management Journal*, Vol. 38, No. 5, pp. 1325-1360.

Flynn, B., Schroeder, R. G., Flynn, E. J., Sakakibara, Sadao, y Bates, Kimberly A. (1997), "World-class manufacturing project: overview and selected results", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17, No. 7, pp. 671-685.

Forbes. "The Global 2000". (Consulta realizada en junio del 2014. <http://www.forbes.com/global2000/>)

Fornell, Claes, & Larcker, David F. (1980), "The use of canonical correlation analysis in accounting research", *Journal of Business Finance & Accounting*, Vol. 7, No. 3, pp. 455-473.

Forza, Cipriano, Tuerk, Kathrin, & Sato, Osam. (2001). "Information Technologies for high-performing processes". In R. G. Schroeder & B. B. Flynn (Eds.), *High Performance Manufacturing-Global Perspectives* (pp. 115-140). New York: John Wiley & Sons, Inc.

Forza, Cipriano, (2002). "Survey research in operations management: a process-based perspective", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22, No. 2, pp. 152-194.

Frantzen, Dirk. (2008), "Technology, competitiveness and specialisation in OECD manufacturing", *Journal of Economic Studies*, Vol. 35, No. 1, pp. 44-68.

- Frohlich, M.T., & Dixon, J.R. (2001), "A taxonomy of manufacturing strategy revisited". *Journal of Operations Management*, Vol. 19, pp. 541-558.
- Fry, L., & Smith, D.A. (1987), "Congruence, contingency and theory building", *Academy of Management Review*, Vol. 12, pp. 117-132.
- Gaimon, C., & Morton, A. (2005), "Investment in facility changeover flexibility for early entry into high-tech markets", *Production and Operations Management*, Vol. 14, No. 2, pp. 232-251.
- Galan, J.I. and Sanchez-Bueno, M.J. (2009), "The continuing validity of the strategy-structure nexus: new findings 1993-2003", *Strategic Management Journal*, Vol. 30, pp. 1234-43.
- Galbraith, J.R. (1973), *Designing complex organizations*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Galbraith, J.R. (1977), *Organization design*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Galunic, D. C., y Eisenhardt, K. M. (1994), Renewing the strategy-structure-performance paradigm. In: Staw, B.M. y Cummings, L. L. (Eds.), *Research in organizational behavior* (pp. 215-255). Greenwich, CT.
- Garvin, D. A. (1993), "Manufacturing Strategic Planning", *California Management Review*, Vol. 35, No. 4, pp. 85-106.
- Germaine, H. Saad, y Samia, Siha, (2000), "Managing quality: critical links and a contingency model", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, No.10, pp. 1146-1164. doi: 10.1108/01443570010343717
- Gianesi, I.G.N. (1998). "Implementing manufacturing strategy through strategic planning", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 18, No. 3/4, pp. 286-99.
- Gindy, N.N.Z., Cerit, B. & Hodgson, A. 2006, "Technology roadmapping for the next generation manufacturing enterprise", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17, No. 4, pp. 404-416.
- Giffi, Craig. & Roth, Aleda V. & Seal, Gregory M. & National Center for Manufacturing Sciences (U.S.). (1990). *Competing in world-class manufacturing: America's 21st century challenge*. Homewood, Ill: Business One Irwin.

Ghiselli, E.E., Campbell, J.P., y Zedeck, S. (1981), *Measurement theory for the behavioral sciences*, W.H. Freeman, San Francisco.

Gonzalez-Benito, Javier. (2005), "A study of the effect of manufacturing proactivity on business performance", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 3, pp. 222-241.

Graybill, F. A. (1961), *An Introduction to Linear Statistical Models* (Vol. 1). New York: McGraw Hill.

Größler, Andreas, & Grübner, André. (2006), "An empirical model of the relationships between manufacturing capabilities", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26, No. 5, pp. 458-485.

Grübner, André y Größler, Andreas. (2004), "An Empirical Model of Accumulation Effects of Manufacturing Capabilities", *EurOMA conference 2004*, Fontainebleau.

Gupta, M.C., & Sharma, K. (1996), "Environmental operations management: an opportunity for improvement", *Production & Inventory Management Journal*, Vol. 37, No. 3, pp. 40-46.

Gupta, Y.P., & Lonial, S.C. (1998), "Exploring linkages between manufacturing strategy, business strategy, and organizational strategy", *Production and Operations Management*, Vol. 7, No. 3, pp. 243-264.

Guimaraes, T., N. Martensson, J. Stahre y M. Igbaria (1999), "Empirically Testing the Impact of Manufacturing System Complexity on Performance", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19, No. 12, pp. 1254-1269.

Hair, Joseph F., Anderson, Rolph E., Tatham, Ronald L., & Black, William C. (1999), *Análisis Multivariante*. Madrid: Prentice Hall.

Hallgren, M., & Olhager, J. (2006), "Quantification in manufacturing strategy: A methodology and illustration", *International Journal of Production Economics*, Vol. 104, No. 1, pp. 113-124.

Hambrick, D.C. (1983), "High profit strategies in mature capital goods industries: A contingency approach", *Academy of Management Journal*, Vol. 26, No. 4, pp. 687-707.

Hayes, R.H. (1985), *Strategic planning-forward in reverse?* , pp. 63, 67-77.

Hayes, R. H., & Pisano, G. P. (1996), "Manufacturing strategy: at intersection of two paradigm shifts", *Production and Operations Management*, Vol. 5, No. 1, pp. 25-41.

Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1979), *Link manufacturing process and product life cycles*. *Harvard Business Review*, 5, pp. 133-140.

Hayes, R.H., & Wheelwright, S.C. (1984), *Restoring our competitive edge: Competing through manufacturing*. New York: Wiley.

Hayes, R.H. , & Wheelwright, S.C. (1985), *Restoring our Competitive Edge: Competing through Manufacturing*. New York: John Wiley & Sons.

Hayes, R. H., Wheelwright, S. C., y Clark, K. B. (1988). *Dynamic manufacturing: Creating the learning organization*. New York: Free Press.

Heine, Michelle Lane, Grover, Varun, y Malhotra, Manoj K. (2003), “The relationship between technology and performance: a meta-analysis of technology models”, *OMEGA*, Vol. 31, pp. 189-204.

Heizer, Jay, y Render, Barry. (2010), *Operations Management* (10 ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Hill T. (1993), *The essence of operations management*, Prentice Hall, New York.

Hobday, Mike (1992), “The European electronics industry: technology and structural change”, *Technovation*, Vol. 12, No. 2, pp. 75–97.

Hofer, C. W., & Schendel, D. (1978), *Strategy Formulation: Analytical Concepts*. St. Paul, MN: West Publishing.

Huang, Tsu-Te Andrew, Stewart, Rodney Anthony, & Chen, Le. (2009), “Identifying key enablers to improve business performance in Taiwanese electronic manufacturing companies”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 30, No. 2, pp. 155-180.

Huge, E. C., y Anderson, A. D. (1989). *El Paradigma de la excelencia en fabricación*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y producción.

Hunter, J.E., y Gerbing, D.W. (1982), “Unidimensional measurement, second order factor analysis, and causal models”, *Research in Organizational Behavior*, Vol. 4, pp. 267-320.

Ibarra-Mirón, Santiago, Sarache_Castro, William Ariel, y Suárez_García., Maidely. (2004), “La estrategia de producción: una aproximación al nuevo paradigma en investigación en manufactura”, *Revista Universidad EAFIT*, Vol. 40, No. 136.

Ingram, P., y Simons, T. (2002), "The transfer of experience in groups of organizations: implications for performance and competition", *Journal of Management Science*, Vol. 48, No. 12, pp. 1517-1533.

Itami, H., y Numagami, T. (1992), "Dynamic Interaction Between Strategy and Technology", *Strategic Management Journal*, Vol. 13, pp. 119–136.

Jaruzelski, Barry, y Dehoff, Kevin (2010), "The Global Innovation 1000: How the Top Innovators Keep Winning", *strategy + business*, Vol. 61. Recuperado en abril de 2014 de http://www.strategyand.pwc.com/media/file/sb61_preprint_Global-Innov1000-10408.pdf.

Joyce, W., Slocum, J. y Von Glinow, M (1982), "Personsituation interaction: Competing models of fit", *Journal of Occupational Behavior*, Vol. 3, pp. 265—280.

Junttila, M.A. y Schroeder, R.G. (2002), Best Practice or Strategic Contingency? An Analysis of the Goal-Practice-Performance Relationship in Manufacturing. Decision Sciences Institute 2002 Annual Meeting Proceedings, pp. 1751-1756.

Karlsson, C., & Ahlstrom, P. (1999), "Techological level and product development cycle time", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 16, pp. 352-362.

Ketokivi, M., & Schroeder, R.G. (2004), "Manufacturing practices, strategic fit and performance. A routine-based view", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, No. 2, pp. 171-191.

Ketokivi, M. y Castaner, X. (2004), "Strategic planning as an integrative device", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 49, pp. 337-65.

Kim, J. O. y Mueller, C. W. (1978), "Factor Analysis: Statistical Methods and Practical Issues", *Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences*, series no. 07-014, Beverly Hills, CA: Sage Publications.

Kim, J.S., y Arnold, P. (1992), "Manufacturing competence and business performance: A framework and empirical analysis" *Int. J. Operations Production Manage.*, Vol. 13, No. 10, pp. 4–25.

Koontz, H., y Weihrich, H. (2004), *Administración, una perspectiva global* (12a ed.). Mexico: Mc. Graw Hill.

Koning, Alex J. y Franses, Philip Hans (2003), "Confidence Intervals for Cronbach's Coefficient Alpha Values", *ERIM Report Series Reference No. ERS-2003-041-MKT*. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=423658>.

Kotha, S., y Orne, D. (1989), “Generic manufacturing strategies: A conceptual synthesis”, *Strategic Management Journal*, Vol. 10, pp. 211–231.

Kotha, S., y Swamidass, P.M. (2000), “Strategy, advanced manufacturing technology and performance: Empirical evidence from U.S. manufacturing firms”, *Journal of Operations Management*, Vol. 18, pp. 257-277.

Kroes, Neelie (2014), “Electronics industry submits plan to make Europe a global leader in micro and nano-electronics”, *European Commission Trade*, Recuperado en noviembre de 2014 de http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-148_en.htm.

Lambert, Zarrel V., Wildt, Albert R., y Durand, Richard M. (1988), “Redundancy Analysis: An Alternative to Canonical Correlation and Multivariate Multiple Regression in Exploring Interset Associations”, *Psychological Bulletin*, Vol. 104, No. 2, pp. 282-289.

Lee, J., Miranda, S., y Kim, Y., (2004), “IT outsourcing strategies: universalistic, contingency, and configurational explanations of success”, *Information Systems Research*, Vol. 15, No.2, pp. 110–131.

Leong, G. K., Snyder, D., y Ward, P. (1990), “Research in the process and content of manufacturing strategy”, *OMEGA*, Vol. 18, No. 2, pp. 109—122.

Liu, Hong, y Barrar, Peter. (2009), “Performance implications of strategy-technology connections: an empirical examination”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 20, No. 1, pp. 52-73.

Liu, P.L., Chen, W.C., y Tsai, C.H. (2005), “An empirical study on the correlation between the knowledge management method and new product development strategy on product performance in Taiwan’s industries”, *Technovation*, Vol. 25, pp. 637-644.

Lujan García, Darkys E. (2014), “La evaluación del rendimiento de las prácticas avanzadas de producción en el marco del proyecto internacional High Performance Manufacturing: Diseño y contraste empírico”. Universidad de Sevilla.

Machuca, José AD, Ortega-Jiménez, Cesar H., Garrido-Vega, Pedro, & Ríos, José Luis Pérez Diez de los. (2011), “Do technology and manufacturing strategy links enhance operational performance? Empirical research in the auto supplier sector”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 133, No. 2, pp. 541-550.

Maidique, M.A., Patch, B.J. (1988), *Corporate Strategy and Technology Policy*. Tushman, M.L.

- Maier, Frank H. y Schroeder, Roger G. (2001), Competitive product and process technology. In R. G. Schroeder & B. B. Flynn (Eds.), *High Performance Manufacturing: Global Perspectives* (pp. 96-116). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Malhotra MK, Heine ML, Grover V. (2001), "An evaluation of the relationship between management practices and computer aided design technology", *Journal of Operations Management*; Vol.19, pp. 307–33.
- Mallick, D. N. y Schroeder, R. G. (2005), "An Integrated Framework for Measuring Product Development Performance in High Technology Industries", *Production and Operations Management*, Vol. 14, No. 2, pp. 142-158.
- Markland, R.E., Vickery, S.K. y Davis, R.A. (1998), *Operations Management: Concepts in Manufacturing and Services*. Cincinnati, OH: South-Western College Publishing.
- Martín-Peña, María de la Luz y Díaz-Garrido, Eloísa. (2008), "A taxonomy of manufacturing strategies in Spanish companies", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 28, No. 5, pp. 455-477.
- Maruchek, A., Pannesi, R., & Anderson, C. (1990), "An exploratory study of the manufacturing strategy process in practice", *Journal of Operations Management*, Vol. 9, No.1, pp. 101–123.
- Matsui, Y. (2002), "Contribution of manufacturing departments to technology development: An empirical analysis for machinery, electrical and electronics, and automobile plants in Japan", *International Journal of Production Economics*, Vol. 80, pp. 185–197.
- Maurer, Andreas y Martén, Iván. (2005), "Reinventando la relación entre fabricantes y proveedores de automoción más allá de la reducción de costes". *Revista Economía Industrial*, pp.51-64.
- McKone, K. E. y Schroeder, R.G. (2002), "A plant's technology emphasis and approach." A contextual view. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22, No.7, pp. 772-792.
- McKone, K. E., Schroeder, R. G. y Cua, K. (1999), "Total Productive Maintenance: A contextual view" *Journal of Operations Management*, Vol. 17, No, 2, 123-144.
- McKone, K., Schroeder, R. y Cua, K. (2001), "The impact of total productive maintenance on manufacturing performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, No. 1, pp. 39–58.

Meilich, O. (2006), “Bivariate Models of Fit in Contingency Theory. Critique and a Polynomial Regression Alternative”, *Organisational Research Methods*, Vo. 9, No. 2, pp. 161-193.

Meilich, Ofer. (2006), “Bivariate Models of Fit in Contingency Theory”, *Organisational Research Methods*, Vol. 9, No.2, pp. 161-193.

Merchant, K. A. (1981), “The design of the corporate budgeting system: influences on managerial behavior and performance”, *The Accounting Review*, Vol. 4, pp. 813-829.

Merchant, Kenneth A. (1985), “Budgeting and the propensity to create budgetary slack”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 10, No. 2, 201-210. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0361-3682\(85\)90016-9](http://dx.doi.org/10.1016/0361-3682(85)90016-9)

Miles, R. E., & Snow, C. C. (1978), *Organizational strategy, structure, and process*. In M. Hill (Ed.). New York.

Milling, P.M., Maier, F.H. y Mansury, D. (1999), *Impact of manufacturing strategy on plant performance – insights from the international research project: world class manufacturing*. Paper presented at the Managing Operations Networks EurOMA Conference, Venice, Italy, 573-580.

Miller, J.G. y Roth, A.V. (1994), “A taxonomy of manufacturing strategies”, *Management Science*, Vol. 40, No. 3, pp. 285–304.

Minor_III, E.D., Hensley, R.L. y Jr., D.R. Wood. (1994), “A review of empirical manufacturing strategy studies”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 14, No.1, pp. 5–25.

Mitchell, Victoria, Mohammad, Hasan, Stock, Tracey y Wei, Xueqi (David). (2007), *Fit perspectives and theory building in information systems*. Paper presented at the 40th Hawaii International Conference on System Science, Hawaii.

Moore, W.L. *Readings in Management of Innovation* Cambridge, MA: Ballinger.

Morita, M., Flynn, E.J. y Milling, P. (2001), *Linking Practices to Plant Performance High Performance Manufacturing-Global Perspectives*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Morita, M. y Flynn, E. J. (1997), “The linkage among management systems, practices and behaviour in successful manufacturing strategy”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17 No. 10, 1997, pp. 967-993.

Muller, K. E. (1982), "Understanding canonical correlation through the general linear model and principal components", *American Statistician*, Vol. 36, pp. 342-354.

Narasimhan, R. y Jayaram, Jayanth. (1998), "An empirical investigation of the antecedents and consequences of manufacturing goal achievement in North American, European and Pan Pacific firms", *Journal of Operations Management*, Vol. 16, pp. 159-176.

National Center for Manufacturing Science, (1990), *Competing in World-class Manufacturing: America's 21st Century Challenge*. Business One Irwin, Homewood, IL.

Navas, J. (2008). ¿Qué está pasando?. Recuperado en octubre del 2014 de <http://www.elmundo.es/especiales/2008/10/economia/crisis2008/queestapasando/index.html>

Nunnally, J.C. (1978), *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill.

Oltra, M.J., C., Maroto, y Segura, B. (2005), "Operations strategy configurations in project process firms", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 5, pp. 429-448.

Oltra, M.J. y Flor, M.L. (2010), "The moderating effect of business strategy on the relationship between operations strategy and firms' results", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 30, No. 6, pp. 612-638.

Ortega, Cesar H. (2008). *Interrelación Estrategia de Operaciones-Tecnología y su Efecto sobre el Rendimiento de Producción: Análisis Empírico Sectorial en el Proyecto HPM Internacional*. (PhD Thesi), University of Seville, Seville.

Ortega, César H., Garrido-Vega, Pedro, Rios, José Luis Pérez Díez de los, & González, Santiago García. (2011), "Manufacturing strategy-technology relationship among auto suppliers", *International Journal of Production Economics*, Vol. 133, No. 2, pp. 508-517.

Ortega, C. H., Garrido-Vega, P., & Dominguez Machuca, J. A. (2012), "Analysis of interaction fit between manufacturing strategy and technology management and its impact on performance", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32, pp. 958-981. doi:10.1108/01443571211253146

Ouchi, W. (1980), "Markets, Bureaucracies and Clans", *Administrative Science Quarterly*. Vol, 25, pp. 129-141.

Phan, C. A., Abdallah, A. B., & Matsui, Y. (2011), "Quality management practices and competitive performance: Empirical evidence from Japanese manufacturing companies", *Int.*

J. Production Economics, Vo. 133, No. 2, pp.518–529.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.01.024>

Parker, Abdul Raulf. (2000), “Impact on the Organisational Performance of the Strategy-Technology Policy Interaction”, *Journal of Business Research*, Vol. 47, pp.55–64.

Parthasarthy, R., & Sethi, S. (1993), “Relating strategy and structure to flexible automation: a test of fit and performance implications”, *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 529–549.

Parthasarthy, R., & Sethi, S. P. (1992), “The impact of flexible automation on business strategy and organizational structure.”, *Academy of Management Review*, Vol. 17, No. 1, pp. 86-111.

Penrose, E. T. (1959), “The theory of the growth of the firm”, Oxford, UK.

Pertusa-Ortega, Eva M., Molina-Azorín, José F., & Claver-Cortés, Enrique. Competitive strategy, contingency approach.

Porter, M.E. (1983), “The Technological Dimension of Competitive Strategy”. *Research on Technological Innovation, Management, and Policy*.

Porter, M. E. (1985), “Competitive Advantage—Creating and Sustaining Superior Performance”, New York: Free Press.

Porter, M.E. (1996), “What is strategy?”, *Harvard Business Review*, Vol. 74, No. 6, pp. 61–78.

Prahalad, C.K., & Hamel, Gary. (1990), “The core competence of the corporation”, *Harvard Business Review*, pp. 79-91.

Prajogo, D.I., & A.S. Sohal. (2006), “The relationship between organization strategy, total quality management (TQM), and organizational performance-the mediating role of TQM”, *European Journal of Operational Research* Vol. 168, pp. 35–50.

Pugh, D.S., Hicksen, D.J., Hinnings, C.R. y Turner, C. (1969), “The Context of Organization Structures”, *Administrative Science Quarterly*, vol.14, pp.112.

PwC, (2010), "Growth reimagined: Prospects in emerging markets drive CEO confidence", *PwC 14th Annual Global CEO Survey*, Recuperado en octubre de 2012 de http://www.pwc.com/gx/en/ceo-survey/pdf/pwc_14th_annual_global_ceo_survey_e.pdf

PwC, (2011), "Delivering results Growth and value in a volatile world", *PwC 15th Annual Global CEO Survey*. Recuperado en octubre de 2012 de <http://www.pwc.com/gx/en/ceo-survey/pdf/15th-global-pwc-ceo-survey.pdf>.

PwC, (2013), "Dealing with disruption Adapting to survive and thrive", *PwC 16th Annual Global CEO Survey*. Recuperado en mayo de 2014 de http://www.pwc.com/gx/en/ceo-survey/2013/assets/pwc-16th-global-ceo-survey_jan-2013.pdf.

PwC. (2014). "Technology industry findings and implications: 6th Annual Digital IQ". *PwC 14th Annual Global CEO Survey*. Recuperado febrero de 2015 de http://www.pwc.com/en_US/us/technology/publications/assets/pwc-technology-institute-6th-annual-digital-iq-survey.pdf.

Raymond, Louis (2005), "Operations management and advanced manufacturing technologies in SMEs: A contingency approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*; Vol. 16, No. 7/8, pp.936-955

Rodríguez, Darío. (2006), *Diagnóstico Organizacional*. Mexico: Alfaomega.

Rose, Raduan-Che, Kumar, Naresh, & Ibrahim, Hazril-Izwar. (2008), "The Effect of Manufacturing Strategy on Organizational Performance", *Performance Improvement*, Vol. 47, No. 1, pp. 8-25.

Rose, R.C., Kumar, N. & Ibrahim, H.I. (2008), "THE EFFECT OF MANUFACTURING STRATEGY ON ORGANIZATIONAL PERFORMANCE", *Performance Improvement*, Vol. 47, No. 1, pp. 18-25.

Rosso, Dan (2014), "Global Semiconductor Sales Increase in April; Sustained Growth Projected for 2014 and 2015", *SIA*, Recuperado en noviembre de 2014 de http://www.semiconductors.org/news/2014/06/04/global_sales_report_2014/global_semiconductor_sales_increase_in_april_sustained_growth_projected_for_2014_and_2015/.

Roth, A., A., De Meyer, & Amano, A. (1989), *International Manufacturing Strategies: A Comparative Analysis*. North-Holland.

Roth, Aleda V; Gray, Ann E; Singhal, Jaya; Singhal, Kalyan. (1997), "International technology and operations management: Resource toolkit for research and teaching", *Production and Operations Management*; Summer 1997, Vol. 6, No. 2, pp. 167-189.

Roth, A.V. y J.G. Miller, (1992), *Success factors in manufacturing*. *Business Horizons* Vol.35, No. 4, pp. 73-81.

Sacristán Díaz, M., Domínguez Machuca, J.A. y Álvarez Gil, M.J. (2002), “Las Tecnologías Avanzadas de Fabricación en la Aeronáutica Andaluza. Hacia una mejora de la competitividad”, *Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía*.

Sakakibara, S., Flynn, B.B., Schroeder, R.G., & Morris, W.T. (1997), “The Impact of Just-In-Time Manufacturing and its Infrastructure on Manufacturing Performance”, *Management Science*, Vol. 43, No. 9, pp. 1246-1257.

Schoenecker, T., y Swanson, L. (2002), “Indicators of firm technological capability: Validity and performance implications”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 49, No. 1, pp. 36-44.

Schonberger, R. (1986). *World class manufacturing: The lessons of simplicity applied*. New York: Free Press.

Schoonhoven, C. B. (1981), “Problems with contingency theory: Testing assumptions hidden with the language of contingency theory”, *Administrative Science*, Vol. 26, pp. 349-377.

Schroeder, D.M. (1990), “A dynamic perspective on the impact of process innovation upon competitive strategies”, *Strategic Management Journal*, Vol. 11, No. 1, pp. 25-41.

Schroeder, R., Bates, K., y Junttila, M. (2002), “A resource-based view of manufacturing strategy and the relationship to manufacturing performance”, *Strategic Management Journal*, Vol. 23, pp. 105-117.

Schroeder, R. G., y Flynn, B. (2001), *High Performance Manufacturing-Global Perspectives*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Schroeder, R. G., Flynn, B. y Flynn, E. (2005), “The High Performance Manufacturing Project”, University of Minnesota, Wake Forest University.

Schroeder, R.J. (1986), *World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied*. New York: Free Press.

Sharma, S., Durand, R., y Gur-Arie, O. (1981), “Identification and analysis of moderator variables”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18, pp. 291-300.

Sharma, Bishnu (2003), "R&iD Strategy and Australian Manufacturing Industry: An Empirical Investigation of Emphasis and Effectiveness", *Technovation*, Vol. 23, pp. 929-937.

Sharma, Bishnu (2008), "Technology Strategy, Contextual Factors and Business Performance: An Investigation of Their Relationship", *South Asian Journal of Management*, Vol. 15 No 3. Pp. 19-39.

Shi, Y., y Gregory, M. (1998), "International Manufacturing Network - To develop global competitive capabilities", *Journal of Operations Management*, Vol. 16, No. 2-3, pp. 195-214.

Simons, R. (1987), "Accounting Control System and Business Strategy: An Empirical Analysis", *Accounting, Organizational and Society*, Vol. 12, pp. 357-374.

Sipper, Daniel, y Bulfin, Robert L. (1998), *Planeación y Control de la Producción* (1er ed.). Mexico: McGraw Hill.

Skinner, W. (1969), "Manufacturing - Missing link in corporate strategy", *Harvard Business Review*, pp. 136-145.

Skinner, W. (1978), "Manufacturing in the Business Strategy", New York: John Wiley & Sons.

Slack, N., & Lewis, M. (2001), *Operations Strategy*. Harlow England and New York: Financial Times Prentice Hall.

Small, M.H. 2006, "Justifying investment in advanced manufacturing technology: a portfolio analysis", *Industrial Management + Data Systems*, Vol. 106, No. 4, pp. 485-508.

Smith, Thomas M., y Reece, James S. (1999), "The relationship of strategy, fit, productivity, and business performance in a services setting", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, pp. 145-161.

Sonntag, Viki. (2003), "The role of manufacturing strategy in adapting to technological change", *Integrated Manufacturing System*, Vol. 14, No. 4, pp. 312-323.

Spencer, J., y Grant, R. (1996), "Knowledge and the firm: Overview", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, No. 1, pp. 5-9.

Stacey, G.S. y Ashton, W.B. (1990), "A structured approach to corporate technology strategy", *International Journal of Technology Management*, Vol. 5, No. 4, pp. 389-407.

Stalk, G., y Hout, T.S. (1990), *Competing against time*. New York: Free Press.

Staw, B.M., y Cummings, L.L. *Research in Organisational Behavior*. Greenwich: JAI Press.

Stoner, James A. F., Freeman, R. Edward, & Gilbert, Daniel R. (1996), *Administración*. Mexico: Prentice Hall.

- Swamidass, P.M., & Kotha, S. (1998), "Explaining manufacturing technology use, firm size and performance using a multidimensional view of technology", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, No.1, pp. 23–37.
- Swamidass, P.M., & Newell, W.T. (1987), "Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: A path analytic model", *Management Science*, Vol. 33, pp. 509-524.
- Swink, M., & Way, M. (1995), "Manufacturing strategy: propositions, current research, renewed directions", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15, No. 7, pp. 4-26.
- Swink, M., Narasimhan, R. y Kim, S.W. (2005), "Manufacturing Practices and Strategy Integration: Effects on Cost Efficiency, Flexibility, and Market-Based Performance", *Decision Sciences*, vol. 36, no. 3, pp. 427-457.
- Taninecz, G. (1997a), "World-class manufacturers", *Industry Week*, vol. 246, no. 22, pp. 44-47.
- Taninecz, G. (1997b), "Best practices & performances", *Industry Week*, vol. 246, no. 22, pp. 28-43.
- Tan, K.C., Kannan, V.R., Handfield, R.B., & Ghosh, S. (1999), "Supply chain management: an empirical study of its impact on performance", *International Journal of Operation & Production Management*, Vol. 19, No. 10, pp. 1034-1052.
- Thamhain, Hans J. (2005), *Management of technology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Thun, Jörn-Henrik. (2008), "Empirical analysis of manufacturing strategy implementation", *International Journal of Production Economics*, Vol. 113, pp. 370–382.
- Todd, Jim. (1995). *World-class manufacturing*. London ; New York : McGraw-Hill Book Co.
- Tracey, M., Vonderembse, M., & Lim, J. (1999), "Manufacturing technology and strategy formulation: keys to enhancing competitiveness and improving performance", *Journal of Operations Management*, Vol.17, pp. 411–428.
- Tsai, Kuen-Hung. (2004), "The impact of technological capability on firm performance in Taiwan's electronics industry", *Journal of High Technology Management Research*, Vol. 15, pp. 183–195.

Tunali, C. (1992), "Manufacturing strategy – plans and business performance", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 12 No. 3, pp. 4-24.

Un Comtrade. (2013). Recuperado en abril del 2015 de <http://comtrade.un.org/db/ce/ceSnapshot.aspx?px=S4&y=2013>

Un Comtrade. (2014). Recuperado en abril del 2015 de <http://comtrade.un.org/db/ce/ceSnapshot.aspx?px=S4&y=2014>

Umanath, N. (2003), "The concept of contingency beyond "It depends": illustrations from IS research stream", *Information & Management*, Vol. 40, pp. 551–562.

Umanath, N., & K., Kyu. (1992), "Task-Structure Relationship of Information Systems Development Subunit: A Congruence perspective", *Decision Sciences*, Vol. 23, No. 4, pp. 819-838.

Upton, D.M. (1994), "The management of manufacturing flexibility", *California Management Review*, Winter, pp. 72–89.

Van Dierdonck, R., & Miller, J.G. (1980), "Designing production planning and control systems", *Journal of Operations Management*, Vo. 1, pp. 37–46.

Van Bruggen, G.,H., Lilien, G.L. y Kacker, M. 2002, "Informants in organizational marketing research: Why use multiple informants and how to aggregate responses", *JMR, Journal of Marketing Research*, vol. 39, no. 4, pp. 469-478.

Vastag, G., Whybark, D.C. (1993), "Global relations between inventory, manufacturing lead time and delivery date promises", *Int. J. Production Economics* pp. 30–31, pp. 563–569.

Vastag, G., Whybark, D.C. (1994), "American and European manufacturing practices: An analytical framework and comparisons", *Journal of Operations Management*, Vol. 12, pp. 1–11.

VDMA, (2009) "The German Machine Tool Industry in 2009", VDM Publishing. Recuperado en Mayo de 2014. <http://reports.dmgmoriseiki.com/en/2009/business-report/business-environment/development-of-the-machine-tool-industry>

Venkatraman, N. (1989), "The concept of fit in strategy research: toward verbal and statistical correspondence", *Academy of Management Review*, Vol. 14, No. 3, pp. 423-444.

Vickery, S.K., Droge, C., Markland, R.E. (1993), "Production competence and business strategy: Do they affect business performance?", *Decision Sciences*, Vol. 24, No. 2, pp. 435–455.

Voss, C. y Blackmon, K. (2001), "From Complacency to Competence: Lessons from the United Kingdom", *High Performance Manufacturing-Global Perspectives*, Capítulo 12, New York: John Wiley & Sons, Inc

Wallison, P. J. y Burns, A.F. (2011), "Financial Crisis Inquiry Commission", *Financial Crisis Inquiry Commission (FCIC)*, pp. 443-538. Recuperado en enero 2015 de: http://fcic-static.law.stanford.edu/cdn_media/fcic-reports/fcic_final_report_wallison_dissent.pdf.

Ward, P.T., Bickford, D.J., & Leong, G.K. (1996), "Configurations of manufacturing strategy, business strategy, environment and structure", *Journal of Management*, Vol. 22, No. 4, pp. 597-626.

Ward, P.T., & Duray, Rebecca. (2000), "Manufacturing strategy in context: environment, competitive strategy and manufacturing strategy", *Journal of Operations Management*, Vol. 18, pp. 123–138.

Ward, P.T., Duray, Rebecca, Leong, G. K., & Sum, Chee-Chuong. (1995), "Business environment, operations strategy, and performance: An empirical study of Singapore manufacturers", *Journal of Operations Management*, Vol. 13, pp. 99-115.

Ward, P.T., Leong, G. K., & Boyer, K.K. (1994), "Manufacturing proactiveness and performance", *Decision Sciences*, Vol. 25, No. (3), pp. 337–358.

Webster, J. y Martocchio, J.J. (1992) "Microcomputer playfulness: development of a measure with workplace implication", *MIS Quarterly*, Vol. 16, pp.201-226.

Wernerfelt, B. (1984), "A resource-based view of the firm", *Strategic Management Journal*, Vol. 5 No. 2, pp. 171-80.

Werther, W.B. Jr, Berman, E., y Vasconcellos, E. (1994), "The future of technology management", *Organizational Dynamics*, Vol. 22, No. 3, pp. 20-32.

Wheelwright, S.C. (1984), "Manufacturing strategy: Defining the missing link", *Strategic Management Journal*, Vol. 5, No. 1, pp. 77-91.

Wheelwright, S.C., & Bowen, H. K. (1996), "The challenge of manufacturing advantage", *Production and Operations Management*, Vol. 5, pp. 59-77.

Williams, F.P., D'Souza, D.E., Rosenfeldt, M.E., & Kassae, M. (1995), "Manufacturing strategy, business strategy and firm performance in a mature industry", *Journal of Operations Management*, Vol. 13, pp. 19–33.

Xiaosong, D., Peng, Gensheng (Jason) Liu & Heim, G.R. (2011), "Impacts of information technology on mass customization capability of manufacturing plants", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 31, no. 10, pp. 1022-1047.

Yen, H.R., & Sheu, C. (2004), "Aligning ERP implementation with competitive priorities of manufacturing firms: an exploratory", *International Journal of Production Economics*, Vol. 92, pp. 207–220.

Yeung, Andy C. L., Cheng, T. C. Edwin, & Lai, Kee-hung. (2005), "An Empirical Model for Managing Quality in the Electronics Industry", *Production and Operations Management*, Vol. 14, No. 2, pp. 189-204.

Youndt, M.A., Snell, S.A., Dean, J.W. Jr., & Lepak, D.P. (1996), "Human resource management, manufacturing strategy and firm performance", *Academy of Management Journal* Vol., 39, pp. 836–866.

Zahra, S., & Covin, J. (1993), "Business Strategy, Technology Policy, and Firm Performance", *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 451–478.

ANEXOS

ANEXO 1. SITIOS WEB RELACIONADOS CON EL SECTOR DE LA MAQUINARIA.

A continuación se listan los sitios Web relacionados con el sector de bienes de equipo, principalmente asociaciones internacionales y de los países líderes del sector. Así mismo, se presentan algunos websites donde se puede encontrar información estadística del sector.

| Descripción | País | Sitio web |
|---|---|---|
| Asociación de productores de maquinaria especializada | Alemania y Unión Europea | http://www.vdma.org/wps/portal/Home/en |
| Asociación de productores y comerciantes de maquinaria | EEUU | http://trade.gov/mas/manufacturing/OAAI/Machinery_Associations.asp |
| Directorio que provee a pequeñas empresas información de redes. | Japón | http://goliath.ecnext.com/coms2/product-compint-0001336413-page.html |
| Federación de la industria maquinaria | China | http://jjw.mei.gov.cn/english/1cmif/ama.html |
| Revista enfocada al sector manufacturero metalúrgico | Canadá | http://www.cimindustry.com/ |
| Asociación nacional de fabricantes bienes y equipo | España | http://www.sercobe.es/ |
| Comité europeo de las asociaciones nacionales de fabricantes de maquinaria | Francia, Alemania , Italia , Países Bajos , España y Suiza | http://www.europama.org/ |
| Comité Europeo de constructores de máquinas textiles | Belgica, Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, España, Suecia, Suiza Reino Unido | http://www.cematex.com/ |
| Plataforma profesional de negocios de maquinaria | China | http://www.machinery-industry.com/ |
| Representantes de los intereses de la Unión Europea en cuanto a maquinaria industrial | Unión Europea | http://ec.europa.eu/trade/creating-opportunities/economic-sectors/industrial-goods/machinery/ |
| Asociación de suministros industriales | EEUU | http://www.isapartners.org/ |
| Observatorios industriales de fabricantes de bienes de equipo | España | http://www.minetur.gob.es/industria/observatorios/SectorBienes/Paginas/miembros.aspx |

ANEXO 2. SITIOS WEB RELACIONADOS CON EL SECTOR DE LA ELECTRÓNICA.

Para conocer avances, tendencias, informes y estadísticas de la industria de la electrónica, listamos, a continuación, algunos sitios Web relacionados con el sector, principalmente asociaciones internacionales y de los países líderes del sector. Asimismo, se muestran algunas páginas Web donde se puede encontrar información estadística del sector.

| Descripción | País | Sitio web |
|---|-----------|---|
| Asociación de la industria electrónica | Alemania | http://www.zvei.de/en/homepage/ |
| Organización de empresas dedicadas al desarrollo, ventas, producción, etc. en el área electrónica. | China | http://www.ceea.org.cn/bar/english/index.htm |
| Asociación nacional de la industria electrónica | China | http://www.cepea.com/English/index.asp |
| Asociación de la industria electrónica en Estados Unidos | EEUU | http://www.ecaus.org/eia/site/index.html# |
| Asociación de empresa de electrónica, tecnologías de información, telecomunicaciones y contenidos digitales | España | http://www.ametic.es/ |
| Asociación Española de la Industria Eléctrica | España | http://www.unesa.es/ |
| Federación Española de Centros Tecnológicos encargada de innovación, desarrollo e investigación. | España | http://www.fedit.com/Spanish/Paginas/AcercaFedit.aspx |
| Asociación de la industria electrónica en Hong Kong | Hong Kong | http://www.hkeia.org/index_e.html |
| Asociación de la industrias electrónicas como de tecnologías de información | Japón | http://www.jeita.or.jp/english/ |
| Asociación de la industria electrónica | Singapur | http://www.aeis.org.sg/ |
| Asociación Europea de Fabricantes de Componentes Electrónicos | Bélgica | http://www.eeca.eu/ |
| Asociación comercial global de industrias electrónicas | EEUU | http://www.ipc.org/Default.aspx |
| Promotor autorizado de componentes electrónicos | EEUU | http://www.eciaonline.org/ |

| | | |
|--|---------------|---|
| Asociación de componentes electrónicos | EEUU | http://ec-central.org/index.cfm |
| Dedicados al desarrollo de estándares abiertos para la industria de la microelectrónica | EEUU | http://www.jedec.org/ |
| Iniciativa internacional de industria electrónica | EEUU | http://www.inemi.org/ |
| Asociación de tecnologías de información y comunicación | Irlanda | http://www.ceia.ie/ |
| Representantes de los intereses de la Unión Europea en cuanto a bienes y servicios | Unión Europea | http://ec.europa.eu/trade/creating-opportunities/economic-sectors/industrial-goods/electronics/ |
| Asociación de suplementos industriales | EEUU | http://www.isapartners.org/ |
| SIA (Semiconductor Industry Association) | EEUU | http://www.sia-online.org/iss_economy.cfm |
| La “Yearbook Series” es el marco de referencia para la industria de la electrónica cubriendo 53 países y 13 asociaciones | Global | http://www.instat.com/abstract.asp?id=184&SKU=IN0804337RE |
| El Observatorio Industrial del sector de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones | España | http://www.minetur.gob.es/industria/observatorios/sectorelectronica/paginas/miembros.aspx |

ANEXO 3.- ÍTEMS CORRESPONDIENTES A LAS ESCALAS DE MS Y TM

| Ítems de las escalas |
|--|
| Alcance de la integración funcional |
| <ul style="list-style-type: none">• Las funciones en nuestra planta están bien integradas.• Los problemas entre las funciones, en esta planta, son resueltos fácilmente.• La coordinación funcional funciona bien en nuestra planta.• Nuestra estrategia de negocios está implementada sin conflictos entre las funciones. |
| Integración entre funciones |
| <ul style="list-style-type: none">• Las funciones en nuestra planta trabajan bien juntas.• Las funciones en nuestra planta cooperan para resolver los conflictos entre ellas, cuando estos se presentan.• Las áreas de marketing y finanzas saben mucho acerca de la fabricación.• Nuestras funciones de planta coordinan sus actividades.• Nuestras funciones de planta trabajan interactivamente con otras. |
| Liderazgo para la integración funcional |
| <ul style="list-style-type: none">• Nuestra alta dirección hace hincapié en la importancia de las buenas relaciones inter- funcionales.• Nuestros gerentes hacen un buen trabajo resolviendo conflictos inter- funcionales.• Se nos alienta a comunicarnos bien con diferentes funciones en esta planta.• Nuestros gerentes se comunican efectivamente con otros los administradores de otras funciones. |
| Manufactura como recurso competitivo |
| <ul style="list-style-type: none">• En nuestra compañía, la fabricación es considerada para ser una fuente de ventaja competitiva• La fabricación está activamente involucrada en las decisiones de producción-vs-compra de nuevos productos.• Las decisiones sobre materiales, sistemas y servicios externos a nuestra compañía son examinados para ver que tengan consistencia con nuestra estrategia de fabricación.• Nuestra competencia de manufactura es una fuente sustancial de valor añadido.• Nuestras decisiones de producción-vs-compra son hechas para mantener o fortalecer la competencia del fabricante. |

Vínculo de estrategia de operaciones-estrategia empresarial

- Tenemos una estrategia de operaciones que se sigue activamente.
- Nuestra estrategia empresarial se traslada a términos de fabricación.
- Las posibles inversiones en producción se analizan para asegurar la consistencia con la estrategia empresarial.
- En nuestra planta, la fabricación se mantiene de acuerdo con nuestra estrategia empresarial.
- Los directores de producción no tienen conocimiento de nuestra estrategia empresarial.
- A menudo se toman decisiones corporativas sin tener en consideración la estrategia de operaciones.

Coordinación organizacional de integración

- Nuestro sistema de planeación genera planes de operaciones que no dan lugar a conflictos funcionales.
- La coordinación desde arriba ayuda a resolver nuestros conflictos funcionales.
- No interactuamos con otras funciones, con el fin de alcanzar nuestros objetivos.
- Nuestro sistema de medida nos ayuda a evitar conflictos funcionales.
- Otras funciones no necesitan saber sobre la fabricación en esta planta.

Gestión de la tecnología

Ítems de las escalas

Esfuerzos de diseño interfuncional

- Se implica a la mano de obra directa, en un alto grado, antes de introducir nuevos productos o hacer cambios en productos existentes.
- Los ingenieros de fabricación participan en gran medida antes de la introducción de nuevos productos.
- Hay poca participación de la gente de producción y de calidad en el diseño preliminar o antes de que los productos lleguen a planta.
- Trabajamos en equipos con miembros de diversas áreas (marketing, producción, etc.) para introducir nuevos productos.

Implementación eficaz de procesos

- Con frecuencia fallamos en lograr todo el potencial de las nuevas tecnologías de proceso.
- Una vez que un nuevo proceso está funcionando, lo dejamos así de forma permanente.
- Prestamos especial atención a los cambios en la organización y las habilidades que requieren los nuevos procesos.

- Tras la instalación de nuevos equipos, buscamos el continuo aprendizaje y mejora.
- Nuestros procesos están eficazmente desarrollados e implementados.

Introducción de nuevos productos de la corporación

- En comparación con nuestra industria, nosotros introducimos nuevos productos con mayor lentitud.
- Hemos reducido el tiempo para introducir los productos mediante el diseño de productos y procesos juntos.
- La velocidad introducción es nuestra principal prioridad en el desarrollo de nuevos productos.
- Logramos una ventaja competitiva mediante la introducción de nuevos productos más rápidamente que nuestros competidores.
- Nunca somos los primeros en nuestra industria para introducir un nuevo producto.

ANEXO 4. COMPARACIÓN DE MODELOS DE AJUSTE

| Modelo | Supuestos y formas funcionales del ajuste | Métodos de evaluación | Enfoque de investigación | Ventajas | Inconvenientes |
|-------------------------|---|---|---|---|--|
| Selección o congruencia | <p>Combinaciones de desajuste de la estructura y contingencia tienden a desaparecer.</p> <p>Organizaciones que sobreviven son aquellas en las que las características estructurales son congruentes con las contingencias de la organización.</p> | <p>1) Correlación entre variables contingentes y estructurales o regresión de la contingencia sobre la variable estructural.</p> <p>2) MMRA</p> <p>3) Análisis de correlación canónica.</p> | <p>Examina el ajuste de la relación entre las variables independientes y otra variable criterio.</p> | <p>Procedimiento simple.</p> <p>No requiere medición de la salida.</p> | <p>El ajuste puede ser indetectable si la fuerza de selección no es lo suficientemente fuerte.</p> <p>Imposición de una correspondencia lineal entre las variables contingentes y estructurales.</p> |
| Moderación | <p>Correspondencia lineal entre la variable estructural y el resultado. La pendiente está determinada por la variable contingente.</p> | <p>1) Regresión del término de interacción entre las variables contingente y estructural sobre el resultado.</p> <p>2) Modelo multiplicativo.</p> <p>3) Correlación de subgrupos.</p> | <p>Examina el ajuste de como intervienen la(s) variable(s) que afectan a la simple relación entre una variable predictor y una variable criterio.</p> | <p>Procedimiento simple.</p> <p>Solamente un término de interacción es agregado a la regresión.</p> | <p>Multicolinealidad entre las variables contingentes y estructurales y entre esas variables y el término de interacción.</p> <p>El término de interacción puede ser confundido con el término cuadrático.</p> <p>Imposición de una correspondencia lineal entre las variables estructurales y el resultado.</p> |

| | | | | | |
|-----------------|--|--|---|--|--|
| <i>Matching</i> | Correspondencia curvilínea (U o V invertida) entre la desviación y el resultado. El valor de la variable estructura en la cual el pico del resultado ocurre depende de la variable contingente. | 1) Análisis de la desviación. 2) Análisis residual 3) Análisis de varianza | Examina el ajuste de como intervienen la(s) variable(s) que afectan a la relación simple entre una variable predictora y una variable criterio. | Modelo realista de ajuste. Atenuación de problemas de multicolinealidad | Confusión de la medición con el término de error. Cada combinación de estructura-contingencia puede producir dos desviaciones diferentes. |
|-----------------|--|--|---|--|--|

ANEXO 5.- LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICAS.

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1.1 RELACIONES MS, TM Y VARIABLES CONTEXTUALES SOBRE EL OP..... | 8 |
| FIGURA 1.2 INTERRELACIONES DE MS, TM Y VARIABLES CONTEXTUALES..... | 8 |
| FIGURA 1.3 INTERACCIONES DE MS, TM Y OP..... | 9 |
| FIGURA 1.4 ESQUEMA DE LA TESIS | 11 |
| FIGURA 2.1 MARCO DE REFERENCIA DE HPM..... | 28 |
| FIGURA 2.2 MS BASADA EN EL MERCADO. | 34 |
| FIGURA 2.3 MS BASADA EN RECURSO..... | 34 |
| FIGURA 3.1. MODELO DE LA RELACIÓN DE MS, TM Y VARIABLES CONTEXTUALES SOBRE EL OP..... | 69 |
| FIGURA 3.2. MODELO DE INTERRELACIÓN ENTRE LA MS, TM Y LAS VARIABLES CONTEXTUALES..... | 70 |
| FIGURA 3.3. MODELO DE INTERACCIÓN ENTRE LA MS, TM Y OP. | 70 |
| FIGURA 3.4. MODELO GENERAL | 71 |
| FIGURA 3.5 CONGRUENCIA MS-TM..... | 73 |
| FIGURA 3.6 AJUSTE DE MODERACIÓN. | 79 |
| FIGURA 4.1 RELACIONES ENTRE LA MS, TM, VARIABLES CONTEXTUALES Y OP..... | 96 |
| FIGURA 4.2 LAS RELACIONES ENTRE LA MS, TM, VARIABLES CONTEXTUALES Y OP. | 99 |
| FIGURA 4.3 LAS INTERRELACIONES ENTRE LA MS, TM Y VARIABLES CONTEXTUALES..... | 102 |
| FIGURA 4.4 LAS INTERACCIONES ENTRE LA MS, TM Y OP..... | 105 |
| FIGURA 4.5 RESUMEN DE HIPÓTESIS RESULTANTES CON RELACIONES POSITIVAS Y SIGNIFICATIVAS ENTRE LA MS, TM, VARIABLES CONTEXTUALES Y OP DEL SECTOR DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA. | 126 |
| FIGURA 5.1 RESUMEN DE HIPÓTESIS RESULTANTES CON RELACIONES POSITIVAS Y SIGNIFICATIVAS ENTRE LA MS, TM, VARIABLES CONTEXTUALES Y OP DEL SECTOR DE ELECTRÓNICA. | 176 |
| | |
| TABLA 1.1 ACTIVIDADES Y METODOLOGÍAS | 12 |
| TABLA 2.1 PROYECTOS ENFOCADOS A MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL | 25 |
| TABLA 2.2 ESTUDIOS SOBRE LA MS Y OP EN EL PROYECTO HPM..... | 38 |
| TABLA 2.3 ESTUDIOS SOBRE LA MS Y OP FUERA DEL PROYECTO HPM..... | 42 |
| TABLA 2.4 ESTUDIOS SOBRE LA TM Y LA OP EN EL PROYECTO HPM..... | 47 |
| TABLA 2.5 ESTUDIOS SOBRE LA TM Y OP FUERA DEL PROYECTO HPM..... | 52 |
| TABLA 3.1 LISTA DE VARIABLES DE CONTROL Y SUS ESCALAS. | 61 |
| TABLA 3.2 MUESTRA POR SECTOR Y PAÍS. | 63 |
| TABLA 3.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS CUESTIONARIOS (ORTEGA, 2008)..... | 64 |
| TABLA 3.4 DIMENSIONES DE LA ESTRATEGIA DE FABRICACIÓN Y LA TECNOLOGÍA. | 75 |
| TABLA 4.1 PRINCIPALES EMPRESAS DEL SECTOR DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA A NIVEL MUNDIAL. | 89 |
| TABLA 4. 2 VARIABLES CONTEXTUALES DEL SECTOR DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA. | 94 |
| TABLA 4.3 ASOCIACIÓN DE LAS HIPÓTESIS CON LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN. | 106 |
| TABLA 4.4 DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS DEL SECTOR DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA POR PAÍS . | 106 |
| TABLA 4.5 ESCALAS Y MEDICIONES PARA LA FIABILIDAD. | 108 |
| TABLA 4.6 MS, TM Y OP..... | 109 |
| TABLA 4.7 MS, TM, OP Y VARIABLES DE CONTROL. | 110 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 4.8 MS COMO PREDICTOR EN EL SECTOR DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA; TEST MULTIVARIANTES. | 111 |
| TABLA 4.9 RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE MULTIVARIANTE, TM EN FUNCIÓN DE LA MS. | 111 |
| TABLA 4.10 TM COMO PREDICTOR EN EL SECTOR DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA. TEST MULTIVARIANTES. | 112 |
| TABLA 4.11 RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE MULTIVARIANTE, MS EN FUNCIÓN DE TM. | 113 |
| TABLA 4.12 CORRELACIONES Y COEFICIENTES CANÓNICOS ESTANDARIZADOS ENTRE MS Y TM. | 115 |
| TABLA 4.13 COMPARACIÓN DE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE LA TM SOBRE LA MS. | 115 |
| TABLA 4.14 COMPARACIÓN DE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE LA MS SOBRE LA TM. | 116 |
| TABLA 4.15 ANÁLISIS DE LA CHI-CUADRA DE LOS SUBGRUPOS DE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE LA MS Y DE LA TM. | 116 |
| TABLA 4.16 COMPARACIÓN ENTRE SUBGRUPOS DE LA MS Y VARIABLES CONTEXTUALES. | 117 |
| TABLA 4.17 COMPARACIÓN ENTRE SUBGRUPOS DE LA TM Y VARIABLES CONTEXTUALES. | 118 |
| TABLA 4.18 CORRELACIONES DE LA TM CON OP. | 119 |
| TABLA 4.19 CORRELACIONES DE LA MS CON OP. | 120 |
| TABLA 4.20 RESULTADOS REGRESIÓN MULTIPLICATIVA DE LAS PAP. | 121 |
| TABLA 4.21 INTERCORRELACIÓN DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES. | 122 |
| TABLA 4.22 COMPARACIÓN DE PLANTAS HP Y SP SOBRE LA MS Y LA TM. | 123 |
| TABLA 4.23 COMPARACIÓN DEL OP ENTRE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE MS Y TM. | 124 |
| TABLA 4.24 ANÁLISIS DE LA CHI-CUADRA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MS CON OP ALTO O ESTÁNDAR. | 124 |
| TABLA 4.25 ANÁLISIS DE LA CHI-CUADRA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TM CON OP ALTO O ESTÁNDAR. | 125 |
| TABLA 5.1 PRINCIPALES EMPRESAS DEL SECTOR DE LA ELECTRÓNICA A NIVEL MUNDIAL. | 138 |
| TABLA 5.2 VARIABLES DE CONTROL CONTEXTUALES DEL SECTOR DE LA ELECTRÓNICA. | 145 |
| TABLA 5.3 DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS DE ELECTRÓNICA POR PAÍS. | 153 |
| TABLA 5.4 ESCALAS Y MEDICIONES PARA LA FIABILIDAD. | 155 |
| TABLA 5.5 RELACIONES ENTRE MS, TM Y OP. | 156 |
| TABLA 5.6 MS, TM, OP Y VARIABLES DE CONTROL. | 156 |
| TABLA 5.7 MS COMO PREDICTOR EN EL SECTOR DE ELECTRÓNICA, TEST MULTIVARIANTES. | 158 |
| TABLA 5.8 RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE MULTIVARIANTE TM EN FUNCIÓN DE LA MS. | 158 |
| TABLA 5.9 TM COMO PREDICTOR EN EL SECTOR DE ELECTRÓNICA; TEST MULTIVARIANTES. | 159 |
| TABLA 5.10 RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE MULTIVARIANTE. MS EN FUNCIÓN DE TM. | 159 |
| TABLA 5.11 CORRELACIONES Y COEFICIENTES CANÓNICOS ESTANDARIZADOS ENTRE MS Y TM. | 161 |
| TABLA 5.12 COMPARACIÓN DE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE LA TM SOBRE LA MS. | 161 |
| TABLA 5.13 COMPARACIÓN DE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE LA MS SOBRE LA TM. | 162 |
| TABLA 5.14 ANÁLISIS DE LA CHI-CUADRO DE LOS SUBGRUPOS DE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE LA MS Y DE LA TM. | 162 |
| TABLA 5.15 COMPARACIÓN ENTRE SUBGRUPOS DE LA MS Y VARIABLES CONTEXTUALES. | 163 |
| TABLA 5.16 COMPARACIÓN ENTRE SUBGRUPOS DE LA TM Y VARIABLES CONTEXTUALES. | 163 |
| TABLA 5.17 CORRELACIONES DE LA TM CON OP. | 165 |
| TABLA 5.18 CORRELACIONES DE LA MS CON OP. | 166 |
| TABLA 5.19 RESULTADOS REGRESIÓN MULTIPLICATIVA DE LAS PAP. | 167 |

| | |
|--|-----|
| TABLA 5.20 INTERCORRELACIONES DE LA MS Y TM..... | 167 |
| TABLA 5.21 COMPARACIÓN DE ALTO Y ESTÁNDAR RENDIMIENTO SOBRE LA MS Y LA TM..... | 168 |
| TABLA 5.22 COMPARACIÓN DEL OP ENTRE ALTA Y BAJA IMPLEMENTACIÓN DE MS Y TM..... | 169 |
| TABLA 5.23 ANÁLISIS DE LA CHI-CUADRO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MS CON EL OP ALTO O ESTÁNDAR..... | 169 |
| TABLA 5.24 ANÁLISIS DE LA CHI-CUADRO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TM CON OP ALTO O ESTÁNDAR..... | 170 |
| TABLA 6.1 COMPARACIÓN ENTRE SECTORES INDUSTRIALES..... | 185 |
| TABLA 6.2 PORCENTAJE DE ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS AVANZADAS DE MANUFACTURA PARA TRES SECTORES INDUSTRIALES (SCHROEDER & FLYNN, 2001)..... | 186 |
| TABLA 6.3 MEDIAS DE LAS VARIABLES DE CONTROL DE LOS TRES SECTORES..... | 189 |
| TABLA 6.4 MS, TM, OP Y SECTORES INDUSTRIALES..... | 190 |
| TABLA 6.5 RELACIÓN DE MS, TM, OP Y VARIABLES DE CONTROL EN TRES SECTORES INDUSTRIALES..... | 191 |
| TABLA 6.6 CORRELACIONES Y COEFICIENTES CANÓNICOS ESTANDARIZADOS ENTRE MS Y TM PARA LOS SECTORES DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA, ELECTRÓNICA Y COMPONENTES DE AUTOMOCIÓN..... | 193 |
| TABLA 6.7 CORRELACIONES DE LA TM-OP CON BAJA O ALTA IMPLEMENTACIÓN DE MS EN LOS TRES SECTORES..... | 195 |
| TABLA 6.8 CORRELACIONES DE LA MS-OP CON BAJA O ALTA IMPLEMENTACIÓN DE TM EN LOS TRES SECTORES..... | 195 |
| TABLA 6.9 RESULTADOS REGRESIÓN MULTIPLICATIVA DE LAS PAP EN LOS TRES SECTORES..... | 196 |
| TABLA 6.10 INTERCORRELACIONES DE LA MS Y TM EN LOS SECTORES DE BIENES DE EQUIPO/MAQUINARIA, ELECTRÓNICA Y AUTOPARTES..... | 197 |
| TABLA 6.11 RESUMEN DE HIPÓTESIS TESTADAS, MÉTODOS UTILIZADOS Y RESULTADOS DE LOS TRES SECTORES INDUSTRIALES..... | 202 |
| | |
| GRÁFICA 4.1 INGRESOS ANUALES DE LA INDUSTRIA DE LA MAQUINARIA POR PAÍSES PRINCIPALES..... | 87 |
| GRÁFICA 4.2 INGRESOS ANUALES DEL SECTOR DE MAQUINARÍA..... | 88 |
| GRÁFICA 5.1 INGRESOS ANUALES INDUSTRIA ELECTRÓNICA (SIC 85) POR PAÍSES PRINCIPALES..... | 135 |
| GRÁFICA 5.2 INGRESOS ANUALES INDUSTRIA ELECTRÓNICA (SIC 85)..... | 136 |