

Análisis del impacto de la Gestión de la Calidad Total en la Fabricación de Alto Rendimiento

Raquel Sanchis¹, Raul Poler¹, Josefa Mula¹, David Peidro¹

¹ Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP). Universidad Politécnica de Valencia. Plaza Ferrándiz y Carbonell, 2. 03801 Alcoy (Alicante). rsanchis@cigip.upv.es, rpoler@cigip.upv.es, fmula@cigip.upv.es, dapeipa@cigip.upv.es

Keywords: Gestión de la Calidad Total, Fabricación de Alto Rendimiento.

1. Introducción

El incremento de la competencia mundial en plantas industriales, desvela la necesidad de una mayor focalización en la gestión de los procesos de fabricación con el objetivo de incrementar el rendimiento de la fabricación. Schroeder y Flynn (2001) definen la Fabricación de Alto Rendimiento (HPM, *High Performance Manufacturing*) como un conjunto integrado de procesos diseñados para alcanzar una ventaja competitiva mundial sostenible por medio de la mejora continua de la capacidad de fabricación. La mejora continua implica la utilización de prácticas avanzadas de producción y la HPM, mediante dichas prácticas, permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Schonberger (1986) propone en su modelo que la búsqueda constante de la HPM, también conocida como Fabricación de Clase Mundial (WCM, *World Class Manufacturing*), abarca las prácticas avanzadas de P1) Justo a Tiempo (JIT, *Just In Time*), P2) Gestión de la Calidad Total (TQM, *Total Quality Management*), P3) Gestión de los Recursos Humanos y P4) Mantenimiento Productivo Total (TPM, *Total Productive Maintenance*). Dicho modelo es ampliado (Schroeder y Flynn, 2001) mediante la inclusión de prácticas adicionales como los P5) Sistemas de información (Forza y Salvador, 2001) y P6) la Estrategia de Fabricación. Ésta última práctica es el punto de conexión entre las diferentes prácticas avanzadas y el entorno (político, social, económico,...) que rodea a las plantas industriales que persiguen los objetivos de la HPM. El modelo actual de HPM, además de las prácticas avanzadas de producción de los modelos propuestos anteriormente, también incluye P7) Desarrollo de Nuevos Productos, P8) Gestión de la Cadena de Suministro y P9) Gestión de la Tecnología.

El presente artículo se centra en el estudio de la relación existente entre la HPM y los métodos de TQM en plantas industriales de Europa, Asia y Estados Unidos. La naturaleza industrial de las plantas incluye tanto a Plantas de Alto Rendimiento (PAR) como Plantas de Rendimiento Estándar (PRE). TQM es un sistema integrado para continuamente desarrollar, mantener y mejorar la calidad a todos los niveles de la organización, con el propósito de maximizar la satisfacción del cliente (Snee, 1986). La HPM usa TQM como medio para controlar y mejorar el proceso de producción con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes y así ganar

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Proyecto DPI2006-05531 "HPM Project-Spain: Proyecto para la Manufactura de Alto Rendimiento (*High Performance Manufacturing*)" del Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Investigación.

una ventaja competitiva (Flynn et al., 1999), además de eliminar defectos y reducir la reelaboración de productos, ayudando a mejorar la calidad y la entrega de dichos productos y servicios (Cua et al., 2001).

2. Marco metodológico

Para lograr la medición de HPM, se ha definido una serie de escalas formadas por numerosas preguntas que proporcionan una medición exacta utilizando la escala de Likert (1932), junto con medidas objetivas utilizando preguntas abiertas. Por cada planta se recopilan 21 cuestionarios, cumplimentados por empleados de diferente nivel organizativo y con diversas funciones, siendo estos:

Tabla 1. Distribución de los cuestionarios.

No. de cuestionarios	Puesto	Función
1	Director de Planta	Responsable máximo de una compañía, director de fábrica o director técnico.
1	Director de Producción	Responsable de toda el área de producción, inspector de la fábrica.
1	Director de Contabilidad	Responsable del departamento de contabilidad y finanzas.
1	Director de Recursos Humanos	Responsable del departamento de recursos humanos.
1	Director del Control de Producción	Responsable de control del proceso industrial.
1	Director de Calidad	Responsable de la calidad en una planta.
1	Director de Sistemas de Información	Responsable del departamento de tecnologías de información y comunicación, planificación y control de los sistemas de información.
1	Director de Materiales (Inventario)	Responsable del suministro, logística y mantenimiento de existencias y administración de materiales.
1	Ingeniero de Procesos	Director/Ingeniero de procesos de producción, responsable para la automatización de la producción y los procesos de montaje.
1	Responsable de Desarrollo de Productos	Responsable del desarrollo de productos.
6	Jefe de Sección o Supervisor	Responsable que supervisa a varios empleados del área de producción.
5	Mano de obra directa	Empleado de mano de obra directa del área de producción.

Junto con la cumplimentación de los cuestionarios, se realizaron visitas a las diferentes plantas participantes con el objetivo de proporcionar soporte en la resolución de dudas e inconsistencias, y apoyar las tareas de recopilación de la información. Además la información adicional obtenida mediante dichas entrevistas, será de vital importancia para una interpretación más completa y detallada de los resultados obtenidos.

La etapa de análisis de resultados trata de describir, visualizar, resumir e interpretar los datos recopilados mediante la cumplimentación de los diferentes cuestionarios de los métodos relacionados con la práctica avanzada de TQM. Cua et al., (2001), tras realizar una comparación de los métodos de TQM de seis estudios empíricos, destaca nueve aspectos relacionados con la práctica de TQM, que sirven de base para corroborar que los métodos considerados en el presente estudio, están alineados con estudios anteriores, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Alineamiento de los métodos de la práctica avanzada de TQM.

Cua et al., (2001)	Presente estudio
Diseño del producto participativo	Participación de proveedores en el proceso de calidad
	Participación de clientes
Gestión de procesos	Control de procesos
	Énfasis en los procesos
Gestión de la calidad de proveedores	Asociación con proveedores
Participación de clientes	Orientación al cliente
	TQM conectada a clientes
	Satisfacción de los clientes
Compromiso de la dirección	Enfoque amplio organizativo
Planificación estratégica	Prevención
	Gestión de la calidad desde nivel estratégico
Formación a través de los límites funcionales	Mejora continua y aprendizaje
Participación de los empleados	Limpieza y organización
Información y retroalimentación	Retroalimentación

Por último, se desarrolla la etapa de conclusiones en la que se extraen las determinaciones hechas mediante el estudio de los resultados anterior, para determinar el grado de implementación de métodos de TQM, y cuantificar el rendimiento global de las diferentes plantas y comparar dicho rendimiento entre PAR y PRE.

3. Muestra analizada

El estudio está enmarcado dentro de la tercera ronda de investigación internacional sobre HPM para la creación de una base de datos intercontinental. El marco teórico se basa en las experiencias obtenidas de las dos rondas anteriores así como en la revisión extensa de la literatura relevante sobre HPM. El método de recopilación de la información queda establecido mediante cuestionarios y visitas a las diferentes plantas participantes, ya que es el instrumento más utilizado en el área de operaciones (Malhotra et al., 1998). Los cuestionarios son desarrollados a partir de las dos experiencias anteriores de HPM internacional, donde el estudio de encuestas fue definido, desarrollado y estandarizado. La validez del contenido y de las escalas de medición de los cuestionarios fue testeado por un panel de expertos así como por pruebas piloto en diferentes plantas industriales a nivel internacional. Dichas pruebas piloto sirvieron para clarificar ciertas preguntas, y modificar ciertos aspectos como lenguaje y escalas con el objetivo de aumentar su fiabilidad y validez. La última etapa de esta primera fase, es la traducción y revisión de los cuestionarios originales para adecuarlos al contexto y a los sectores del presente estudio.

El estudio completo abarca a 265 plantas industriales de los sectores componentes de la automoción, maquinaria y electrónica en Alemania, Austria, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Finlandia, Italia, Japón y Suecia. El equipo español está formado por grupos de investigación de cuatro universidades: Universidad de Sevilla, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Complutense de Madrid y Universidad Pública de Navarra, abarcando todas las zonas geográficas del país. Se analiza el grado de implementación de los diferentes métodos de TQM tanto a Plantas de Alto Rendimiento (PAR) como Plantas de Rendimiento Estándar (PRE) con el fin de cuantificar el rendimiento global de las diferentes plantas y comparar ambos tipos. El estudio expuesto en este artículo utiliza la información proporcionada por 179 plantas, debido a que las plantas industriales alemanas, austriacas y suecas no fueron clasificadas según su tipología en PAR y PRE.

Tabla 3. Número de plantas participantes en el estudio clasificadas por país, sector y naturaleza.

	Automoción		Maquinaria		Electrónica		Total
	PAR	PRE	PAR	PRE	PAR	PRE	
Corea del Sur	5	5	6	4	7	4	31
España	5	6	4	4	5	4	28
Estados Unidos	4	5	6	5	5	4	29
Finlandia	2	8	2	4	6	8	30
Italia	4	3	4	6	6	4	27
Japón	6	7	6	5	5	5	34
Total	26	34	28	28	34	29	179

La Tabla 4 muestra una comparativa de las Plantas de Alto Rendimiento (PAR) como Plantas de Rendimiento Estándar (PRE) a través de los promedios de una serie de medibles económicos y de capacidad. Como se deriva de esta comparativa, si bien las PAR arrojan un tamaño medio mayor, la muestra de PRE se compone de empresas de un tamaño suficiente para minimizar la influencia de esta característica.

Tabla 4. Número de plantas participantes en el estudio clasificadas por país, sector y naturaleza.

Medible	PAR	PRE
Valor de las ventas por producción anuales (\$ 000)	757.766	403.001
Costes de fabricación anuales (\$ 000)	437.372	331.103
Porcentaje de los costes de fabricación = mano de obra directa (%)	11,3%	16,5%
Porcentaje de los costes de fabricación = Materiales (%)	66,7%	60,3%
Porcentaje de los costes de fabricación = Gastos generales (%)	16,5%	17,9%
Porcentaje de los materiales procedentes de fuera de la empresa	77,0%	86,0%
Porcentaje de los materiales procedentes de fuera del país	28,5%	25,7%
Valor de los inventarios (promedio anual) = Productos terminados (\$ 000)	12.901	6.808
Valor de los inventarios (promedio anual) = trabajo en proceso (\$ 000)	12.914	6.895
Valor de los inventarios (promedio anual) = Materias primas (\$ 000)	36.794	9.619
Inversión neta en planta y equipo (\$ 000)	80.745	62.881
Inversión anual en instalaciones y equipo (\$ 000)	27.551	10.921
Número anual de horas de operación de la planta	4.167	3.495
Número de personal temporal empleado	507	281
Número de personal fijo empleado	469	316
Tiempo de ciclo total (días)	30	33
Tiempo medio de entrega (días)	39	30
Porcentaje de órdenes entregadas a tiempo	91%	88%
Espacio utilizado por la planta (pies cuadrados)	6.832.714	889.073

4. Análisis de los resultados

Los cuestionarios de cada planta son agregados para obtener las valoraciones definitivas sobre cada método. Se realizan diferentes análisis estadísticos con la finalidad de averiguar la relación existente entre la implementación de determinados métodos y el rendimiento de las plantas. La Tabla 5 recoge los resultados porcentuales de las tablas de contingencia entre las variables tipo de planta (PAR, PRE) y los diferentes métodos de TQM. Los niveles se establecieron definiendo 3 puntos de corte para la agrupación de la escala según la media de los valores +/-1 desviación típica. Los métodos en **negrita** y **subrayados** aparecen como los más correlacionados con el alto rendimiento.

Tabla 5. Resultados comparativos entre plantas PAR y PRE de métodos de TQM.

Métodos	Tipo	Nivel			
		1	2	3	4
Limpieza y organización	PRE	18,5%	40,2%	31,5%	9,8%
	PAR	10,3%	36,8%	33,3%	19,5%
Mejora continua y aprendizaje	PRE	19,6%	25,0%	40,2%	15,2%
	PAR	13,8%	34,5%	36,8%	14,9%
Orientación al cliente	PRE	20,7%	42,4%	26,1%	10,9%
	PAR	10,3%	33,3%	35,6%	20,7%
Participación de clientes	PRE	21,7%	30,4%	32,6%	15,2%
	PAR	11,5%	35,6%	35,6%	17,2%
Satisfacción de los clientes	PRE	20,7%	32,6%	33,7%	13,0%
	PAR	13,8%	28,7%	40,2%	17,2%
Retroalimentación	PRE	22,8%	33,7%	34,8%	8,7%
	PAR	14,9%	13,8%	54,0%	17,2%
Enfoque amplio organizativo	PRE	20,7%	31,5%	33,7%	14,1%
	PAR	14,9%	27,6%	36,8%	20,7%

Métodos	Tipo	Nivel			
		1	2	3	4
Prevención	PRE	20,7%	22,8%	44,6%	12,0%
	PAR	9,2%	35,6%	42,5%	12,6%
Control de procesos	PRE	20,7%	33,7%	37,0%	8,7%
	PAR	12,6%	19,5%	46,0%	21,8%
Énfasis en los procesos	PRE	9,8%	46,7%	30,4%	13,0%
	PAR	20,7%	28,7%	32,2%	18,4%
Asociación con proveedores	PRE	19,6%	37,0%	29,3%	14,1%
	PAR	8,0%	34,5%	37,9%	19,5%
Participación de proveedores en el proceso de calidad	PRE	19,6%	33,7%	31,5%	15,2%
	PAR	10,3%	29,9%	39,1%	20,7%
Gestión de la calidad desde nivel estratégico	PRE	19,6%	35,9%	30,4%	14,1%
	PAR	15,1%	31,3%	38,5%	15,1%
TQM conectada a clientes	PRE	14,1%	31,5%	47,8%	6,5%
	PAR	16,2%	29,1%	39,7%	15,1%

Del mismo modo, se realiza el análisis de los datos anteriores realizando una comparativa entre plantas PAR y PRE de los métodos de TQM según los diferentes países del estudio, tal y como puede observarse en la Tabla 6.

Corea del Sur es el país que presenta una mayor diferenciación entre el grado de implantación de métodos de TQM entre las plantas industriales PAR y PRE, seguido de Estados Unidos y España. Japón se encuentra en un puesto intermedio, mientras que Italia y Finlandia se localizan en las últimas posiciones, teniendo una menor diferenciación del nivel de práctica de los métodos TQM entre la diferente tipología de plantas.

Corea del Sur presenta diferencias significativas en los métodos de retroalimentación y control de procesos, mientras que Estados Unidos centra todo su interés en los métodos de TQM orientados a los procesos como son su control y énfasis, aunque cabe destacar que es el país que mayor cantidad de métodos de TQM se encuentran diferenciados entre plantas PAR y PRE, aunque el porcentaje de diferenciación no es muy elevado. Las técnicas de participación de clientes y gestión de la calidad desde el nivel estratégico, son las más implementadas por las plantas PAR españolas respecto a su grado de implementación en plantas industriales PRE. Las plantas industriales PAR de Japón también presentan un grado de implementación significativamente mayor que sus plantas PRE en la implicación desde el nivel estratégico en la gestión de la calidad, presentando también diferencias relevantes en la asociación con proveedores. El estudio muestra que Italia presenta diferencias significativas en los métodos de retroalimentación y enfoque amplio organizativo. Finalmente, Finlandia presenta diferencias en aquellos métodos de TQM relativos a la gestión de la cadena de suministro como son la orientación al cliente y la asociación con proveedores. Sus plantas industriales PAR tienen una mayor consideración de la participación de clientes y proveedores que sus plantas PRE.

Tabla 6. Resultados comparativos entre plantas PAR y PRE de métodos de TQM según los diferentes países del estudio.

Métodos	Tipo	Corea del Sur				España				Estados Unidos				Finlandia				Italia				Japón			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza y organización	PRE	0,0%	7,7%	53,8%	38,5%	14,3%	50,0%	28,6%	7,1%	28,6%	21,4%	35,7%	14,3%	40,0%	50,0%	5,0%	5,0%	7,1%	42,9%	50,0%	0,0%	11,8%	58,8%	29,4%	0,0%
	PAR	0,0%	16,7%	27,8%	55,6%	21,4%	42,9%	21,4%	14,3%	6,7%	13,3%	60,0%	20,0%	20,0%	50,0%	20,0%	10,0%	15,4%	23,1%	53,8%	7,7%	5,9%	76,5%	17,6%	0,0%
Mejora continua y aprendizaje	PRE	0,0%	38,5%	53,8%	7,7%	7,1%	28,6%	50,0%	14,3%	21,4%	28,6%	28,6%	21,4%	0,0%	15,0%	50,0%	35,0%	7,1%	42,9%	42,9%	7,1%	76,5%	5,9%	17,6%	0,0%
	PAR	0,0%	38,9%	55,6%	5,6%	14,3%	21,4%	50,0%	14,3%	6,7%	26,7%	33,3%	33,3%	0,0%	30,0%	30,0%	40,0%	15,4%	38,5%	38,5%	7,7%	41,2%	47,1%	11,8%	0,0%
Orientación al cliente	PRE	0,0%	61,5%	23,1%	15,4%	28,6%	14,3%	50,0%	7,1%	0,0%	28,6%	35,7%	35,7%	30,0%	55,0%	5,0%	10,0%	14,3%	50,0%	35,7%	0,0%	41,2%	41,2%	17,6%	0,0%
	PAR	0,0%	33,3%	44,4%	22,2%	14,3%	21,4%	50,0%	14,3%	0,0%	6,7%	40,0%	53,3%	10,0%	50,0%	20,0%	20,0%	7,7%	46,2%	30,8%	15,4%	29,4%	47,1%	23,5%	0,0%
Participación de clientes	PRE	30,8%	38,5%	23,1%	7,7%	7,1%	64,3%	21,4%	7,1%	14,3%	14,3%	35,7%	35,7%	15,0%	0,0%	55,0%	30,0%	14,3%	42,9%	35,7%	7,1%	47,1%	35,3%	17,6%	0,0%
	PAR	16,7%	38,9%	38,9%	5,6%	7,1%	14,3%	42,9%	35,7%	6,7%	13,3%	26,7%	53,3%	0,0%	20,0%	70,0%	10,0%	7,7%	61,5%	30,8%	0,0%	23,5%	58,8%	17,6%	0,0%
Satisfacción de los clientes	PRE	30,8%	46,2%	15,4%	7,7%	0,0%	21,4%	64,3%	14,3%	7,1%	35,7%	21,4%	35,7%	20,0%	20,0%	40,0%	20,0%	21,4%	28,6%	50,0%	0,0%	41,2%	47,1%	11,8%	0,0%
	PAR	5,6%	38,9%	38,9%	16,7%	7,1%	21,4%	42,9%	28,6%	0,0%	20,0%	40,0%	40,0%	20,0%	20,0%	60,0%	0,0%	15,4%	38,5%	30,8%	15,4%	35,3%	29,4%	35,3%	0,0%
Retroalimentación	PRE	15,4%	38,5%	30,8%	15,4%	42,9%	14,3%	42,9%	0,0%	14,3%	35,7%	42,9%	7,1%	10,0%	55,0%	35,0%	0,0%	50,0%	21,4%	7,1%	21,4%	11,8%	29,4%	47,1%	11,8%
	PAR	0,0%	11,1%	72,2%	16,7%	7,1%	21,4%	57,1%	14,3%	13,3%	26,7%	33,3%	26,7%	7,1%	30,0%	20,0%	40,0%	10,0%	30,8%	7,7%	53,8%	7,7%	17,6%	0,0%	58,8%
Enfoque amplio organizativo	PRE	0,0%	15,4%	30,8%	53,8%	7,1%	35,7%	42,9%	14,3%	28,6%	35,7%	21,4%	14,3%	5,0%	45,0%	45,0%	5,0%	57,1%	21,4%	21,4%	0,0%	29,4%	29,4%	35,3%	5,9%
	PAR	0,0%	5,6%	33,3%	61,1%	7,1%	21,4%	50,0%	21,4%	33,3%	46,7%	20,0%	0,0%	40,0%	30,0%	20,0%	10,0%	23,1%	23,1%	38,5%	15,4%	0,0%	41,2%	52,9%	5,9%
Prevención	PRE	7,7%	7,7%	61,5%	23,1%	7,1%	28,6%	64,3%	0,0%	64,3%	21,4%	14,3%	0,0%	0,0%	10,0%	60,0%	30,0%	14,3%	21,4%	50,0%	14,3%	35,3%	47,1%	17,6%	0,0%
	PAR	0,0%	11,1%	50,0%	38,9%	7,1%	35,7%	57,1%	0,0%	33,3%	40,0%	20,0%	6,7%	0,0%	0,0%	70,0%	30,0%	0,0%	61,5%	38,5%	0,0%	11,8%	58,8%	29,4%	0,0%
Control de procesos	PRE	7,7%	53,8%	30,8%	7,7%	14,3%	35,7%	50,0%	0,0%	35,7%	28,6%	28,6%	7,1%	30,0%	25,0%	35,0%	10,0%	21,4%	28,6%	35,7%	14,3%	11,8%	35,3%	41,2%	11,8%
	PAR	0,0%	16,7%	61,1%	22,2%	21,4%	14,3%	35,7%	28,6%	26,7%	13,3%	26,7%	33,3%	20,0%	20,0%	60,0%	0,0%	7,7%	23,1%	46,2%	23,1%	5,9%	29,4%	47,1%	17,6%
Énfasis en los procesos	PRE	0,0%	30,8%	53,8%	15,4%	0,0%	57,1%	21,4%	21,4%	14,3%	50,0%	28,6%	7,1%	0,0%	40,0%	40,0%	20,0%	21,4%	42,9%	28,6%	7,1%	23,5%	58,8%	11,8%	5,9%
	PAR	5,6%	16,7%	38,9%	38,9%	28,6%	21,4%	28,6%	21,4%	13,3%	13,3%	66,7%	6,7%	10,0%	30,0%	30,0%	30,0%	23,1%	30,8%	30,8%	15,4%	41,2%	58,8%	0,0%	0,0%
Asociación con proveedores	PRE	46,2%	38,5%	0,0%	15,4%	21,4%	14,3%	42,9%	21,4%	21,4%	35,7%	35,7%	7,1%	15,0%	30,0%	40,0%	15,0%	7,1%	57,1%	35,7%	0,0%	11,8%	47,1%	17,6%	23,5%
	PAR	11,1%	55,6%	27,8%	5,6%	7,1%	28,6%	28,6%	35,7%	13,3%	20,0%	46,7%	20,0%	0,0%	20,0%	40,0%	40,0%	0,0%	53,8%	30,8%	15,4%	11,8%	23,5%	52,9%	11,8%
Participación de proveedores en el proceso de calidad	PRE	15,4%	23,1%	38,5%	23,1%	28,6%	14,3%	42,9%	14,3%	35,7%	28,6%	28,6%	7,1%	15,0%	35,0%	35,0%	15,0%	7,1%	50,0%	21,4%	21,4%	17,6%	47,1%	23,5%	11,8%
	PAR	0,0%	38,9%	33,3%	27,8%	14,3%	14,3%	50,0%	21,4%	20,0%	26,7%	26,7%	26,7%	0,0%	30,0%	40,0%	30,0%	7,7%	46,2%	30,8%	15,4%	17,6%	23,5%	52,9%	5,9%
Gestión de la calidad desde nivel estratégico	PRE	46,2%	15,4%	15,4%	23,1%	7,1%	42,9%	42,9%	7,1%	7,1%	14,3%	50,0%	28,6%	15,0%	45,0%	30,0%	10,0%	28,6%	42,9%	21,4%	7,1%	17,6%	47,1%	23,5%	11,8%
	PAR	11,1%	44,4%	38,9%	5,6%	7,1%	0,0%	64,3%	28,6%	6,7%	13,3%	40,0%	40,0%	20,0%	50,0%	30,0%	0,0%	23,1%	30,8%	38,5%	7,7%	0,0%	23,5%	64,7%	11,8%
TQM conectada a clientes	PRE	7,7%	23,1%	53,8%	15,4%	14,3%	35,7%	50,0%	0,0%	21,4%	14,3%	57,1%	7,1%	10,0%	30,0%	45,0%	15,0%	14,3%	50,0%	35,7%	0,0%	17,6%	35,3%	47,1%	0,0%
	PAR	5,6%	5,6%	61,1%	27,8%	14,3%	7,1%	35,7%	42,9%	20,0%	33,3%	13,3%	33,3%	0,0%	50,0%	30,0%	20,0%	23,1%	46,2%	15,4%	15,4%	41,2%	29,4%	23,5%	5,9%

Con objeto de comprobar para qué métodos de TQM las dos muestras de PAR y PRE presentan medias diferenciadas en, se aplicó la prueba de Levene para la igualdad de varianzas y la prueba T para la igualdad de medias obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7. Prueba T para la igualdad de medias de métodos de TQM.

Métodos de TQM	Prueba T para la igualdad de medias						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
<u>Limpieza y organización</u>	2,62	177	<u>0,009</u>	0,11021	0,04200	0,02731	0,19310
Mejora continua y aprendizaje	0,75	177	0,457	0,05153	0,06915	-0,08494	0,18800
<u>Orientación al cliente</u>	2,78	177	<u>0,006</u>	0,15277	0,05501	0,04420	0,26134
Participación de clientes	1,03	177	0,306	0,06009	0,05854	-0,05543	0,17561
Satisfacción de los clientes	1,88	173	0,062	0,10390	0,05542	-0,00548	0,21328
<u>Retroalimentación</u>	3,08	177	<u>0,002</u>	0,39784	0,12931	0,14265	0,65303
Enfoque amplio organizativo	1,61	177	0,108	0,10380	0,06430	-0,02309	0,23069
Prevención	1,32	173	0,190	0,08490	0,06456	-0,04252	0,21231
<u>Control de procesos</u>	3,05	177	<u>0,003</u>	0,40926	0,13419	0,14445	0,67407
Énfasis en los procesos	0,17	177	0,865	0,01006	0,05932	-0,10701	0,12714
<u>Asociación con proveedores</u>	2,49	177	<u>0,014</u>	0,17221	0,06929	0,03546	0,30896
<u>Participación de proveedores en el proceso de calidad</u>	2,03	177	<u>0,044</u>	0,14602	0,07206	0,00381	0,28823
<u>Gestión de la calidad desde nivel estratégico</u>	2,61	177	<u>0,010</u>	0,23039	0,08833	0,05608	0,40471
TQM conectada a clientes	0,73	156	0,468	0,06072	0,08341	-0,10404	0,22547

De estos resultados se desprende que los métodos para los que se aprecia una diferencia en las medias (en negrita y subrayados) coinciden con el análisis comparativo anterior, obteniendo además que los métodos de limpieza y organización junto con la gestión de la calidad desde el nivel estratégico son métodos utilizados en mayor medida por las plantas PAR.

Se realizó la misma prueba para los diferentes sectores y el resultado mostró que el grado de implantación de los métodos de TQM depende del tipo de industria. El sector de automoción sigue las pautas generales del estudio, mientras que el nivel de implementación de métodos de TQM en plantas industriales PAR del sector de electrónica respecto a las plantas industriales PRE, tan sólo ofrece diferencias significativas en los métodos de retroalimentación y gestión de la calidad desde el nivel estratégico. Por último, el sector de maquinaria no presenta distinciones relevantes entre sus plantas PAR y PRE en ninguno de los métodos de TQM. Por tanto es el sector de la automoción el que presenta una mayor diferenciación de nivel de implantación de métodos relativos a TQM entre la distinta tipología de plantas industriales.

Se realizaron las mismas pruebas estadísticas para los diferentes medibles de rendimiento de las plantas industriales, estudiando las diferencias de rendimiento entre plantas industriales PAR y PRE, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8. Prueba T para la igualdad de medias de las diferentes medidas de rendimiento.

Medidas de rendimiento	Prueba T para la igualdad de medias						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
Fabricación por unidad de coste	1,76	153	0,08	0,23202	0,13160	-0,02798	0,49201
<u>Conformidad con las especificaciones del producto</u>	2,55	161	0,012	0,28345	0,11131	0,06364	0,50327
<u>Rendimiento en el tiempo de entrega</u>	2,57	161	0,011	0,33554	0,13037	0,07810	0,59299
Entrega rápida	0,63	162	0,532	0,08333	0,13314	-0,17958	0,34625
<u>Flexibilidad en los cambios en el mix de productos</u>	2,46	159	0,015	0,28684	0,11672	0,05632	0,51736
No se han asumido varianzas iguales	1,57	161	0,119	0,19643	0,12543	-0,05127	0,44413
<u>Rotación de inventarios</u>	2,31	156	0,022	0,31346	0,13563	0,04555	0,58137
Ciclo de vida (desde las materias primas hasta la entrega de productos)	1,71	156	0,089	0,20032	0,11723	-0,03125	0,43189
Velocidad en la introducción de nuevos productos en la planta	1,93	158	0,056	0,27500	0,14258	-0,00660	0,55660
<u>Capacidad y rendimiento de los productos</u>	2,15	159	0,033	0,25864	0,12060	0,02046	0,49682
<u>Lanzamiento a tiempo de nuevos productos</u>	2,29	156	0,024	0,31987	0,13995	0,04343	0,59631
<u>Innovación de los productos</u>	2,98	157	0,003	0,43354	0,14549	0,14618	0,72091
<u>Apoyo y servicio al cliente</u>	2,64	162	0,009	0,35476	0,13447	0,08921	0,62031

Las medidas de rendimiento según el sector siguen la misma tendencia observada en el análisis de la implantación de métodos TQM. El rendimiento de los diferentes sectores sigue las mismas pautas y está alineado a las diferencias entre el grado de implementación de los métodos de TQM entre PAR y PRE.

En el sector de automoción, las medidas de rendimiento en las cuales las plantas industriales PAR poseen una eficiencia mayor que las PRE son flexibilidad en los cambios en el mix de productos, lanzamiento a tiempo de nuevos productos, innovación de los productos y apoyo y servicio al cliente.

El sector de electrónica es el que presenta mayor cantidad de medidas de rendimiento diferenciadas según la tipología de las plantas industriales. La conformidad con las especificaciones del producto, la rotación de inventarios, la velocidad en la introducción de nuevos productos en la planta, la capacidad y rendimiento de los productos, el lanzamiento a tiempo de nuevos productos, la innovación de los productos y el apoyo y servicio al cliente, son las variables de rendimiento más diferenciadas entre plantas industriales PAR y PRE.

Finalmente, el sector de maquinaria no presenta diferencias significativas entre la distinta tipología de plantas industriales. Por ello, el estudio revela que el rendimiento entre las plantas PAR y PRE es muy similar.

5. Conclusiones

El análisis realizado muestra que existen diferencias significativas entre el grado de implementación de métodos TQM entre la diferente tipología de plantas industriales. Dichas diferencias varían según el sector analizado siendo más relevantes en el sector de la automoción, siendo menores en el sector de la electrónica y muy escasas en el sector de la

maquinaria. Dichas diferencias también varían según el país estudiado, siendo Corea del Sur y Estados Unidos los que presentan un mayor porcentaje de diferenciación en términos absolutos. Países como España, Japón, Italia y Finlandia, presentan diferencias en ciertos métodos de TQM entre sus plantas industriales PAR y PRE aunque la diferencia entre el grado de implementación de los métodos TQM entre sus plantas PAR y PRE están más próximos.

También se encuentran diferencias significativas en las diferentes variables de rendimiento, encontrando mayores diferencias en el sector de la automoción, seguido del sector de la electrónica y siendo casi inexistentes en el sector de maquinaria. Las diferencias siguen la misma tendencia que el grado de implementación de métodos TQM, aunque las diferencias en el rendimiento entre plantas PAR y PRE, a parte del impacto de los métodos de la práctica avanzada de TQM, también pueden ser debidas al grado de implementación de otras de las prácticas avanzadas de producción consideradas en la HPM.

Líneas futuras de trabajo

El desarrollo del presente estudio revela el interés de analizar las relaciones existentes entre los diferentes métodos de TQM y su impacto directo en las variables de rendimiento. Además, el estudio de las variables contextuales de las plantas industriales (tamaño medio de las plantas, porcentajes de utilización de las plantas, tipos de procesos de fabricación y tipo de equipos utilizados en las plantas entre otros) y su relación con los diferentes métodos de la práctica avanzada de TQM, puede ayudar a describir la situación contextual de la muestra analizada por sectores.

Por otro lado, el estudio HPM completo se compone de las nueve prácticas descritas en el apartado de introducción del presente artículo. Un análisis combinado de la implantación de todas las prácticas ofrecería una mejor explicación de su impacto en el rendimiento de las plantas y de las diferencias observadas entre las PAR y las PRE.

Finalmente un análisis iterativo de los métodos de TQM, serviría para validar la clasificación inicial de las plantas en PAR y PRE y de este modo corroborar que la clasificación se ajusta a la realidad.

Referencias

- Cua, K.O., McKnoe, K.E., Schroeder, R.G. (2001). Relations between implementation of TQM, JIT and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, Vol. 19, pp. 675- 694.
- Flynn, B.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.
- Forza, C., Salvador, F. (2001). Information flows for high-performance manufacturing. *International Journal Production Economics*, Vol. 70, pp. 21-36.
- Likert, Rensis. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, Vol. 140, pp. 1-55.
- Malhotra, M.; Grover, V. (1998). An assessment of Survey Research in POM: From Constructs to Theory. *Journal of Operatins Management*, Vol. 16, pp. 407-425.
- Snee, R.D. (1986). In Pursuit of Total Quality. *Quality Progress*, Vol. 19, pp. 25-31.
- Schonberger, R.J. (1986). *World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied*. Free Press.
- Schroeder, R.; Flynn, B. (2001). *High Performance Manufacturing*, John Wiley & Sons, Inc.