

ENSAYOS SOBRE EXCELENCIA OPERACIONAL: UNA INTERPRETACIÓN EVOLUCIONISTA DEL PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LOS RETOS MEDIOAMBIENTALES

Antonio Sartal Rodríguez

Per citar o enllaçar aquest document:

Para citar o enlazar este documento:

Use this url to cite or link to this publication:

<http://hdl.handle.net/10803/405476>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



TESIS DOCTORAL

**ENSAYOS SOBRE EXCELENCIA OPERACIONAL: UNA INTERPRETACIÓN
EVOLUCIONISTA DEL PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y DE LOS RETOS MEDIOAMBIENTALES**

D. Antonio Sartal Rodríguez

2015



TESIS DOCTORAL

**ENSAYOS SOBRE EXCELENCIA OPERACIONAL: UNA INTERPRETACIÓN
EVOLUCIONISTA DEL PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y DE LOS RETOS MEDIOAMBIENTALES**

D. Antonio Sartal Rodríguez

2015

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN TURISMO, DERECHO Y EMPRESA DE LA
UNIVERSITAT DE GIRONA**

Dirigida por:

Dr. Josep Llach Pagés

Dr. Xosé H. Vázquez

Memoria presentada para optar al título de doctor por la Universidad de Girona

El Dr. **Josep Llach Pagés** de la Universidad Girona y el Dr. **Xosé H. Vázquez Vicente** de la Universidad de Vigo,

DECLARAMOS:

que el trabajo titulado **ENSAYOS SOBRE EXCELENCIA OPERACIONAL: UNA INTERPRETACIÓN EVOLUCIONISTA DEL PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LOS RETOS MEDIOAMBIENTALES**, que presenta D. **Antonio Sartal Rodríguez** para la obtención del título de doctor por la Universidad de Girona, se ha realizado bajo nuestra dirección.

Y para que así conste y tenga los efectos oportunos, firmamos el presente documento.



Dr. Josep Llach Pagés



Dr. Xosé H. Vázquez Vicente

Girona y Vigo, a 1 de abril de 2015

El Dr. **Josep Llach Pagés**, el Dr. **Xosé H. Vázquez**, el Dr. **Rodolfo de Castro Vila**, la Dr. **Ana I. Martínez Senra**, el Dr. **Miguel Rodríguez Méndez**, coautores en los siguientes artículos:

Artículo 1: Una perspectiva evolucionista de las Tecnologías de la Información en la Excelencia Operacional: planificación, emergencia y aleatoriedad en el desarrollo de sistemas industriales adaptativos *Sartal A., Vázquez X.H.*

Artículo 2: El compromiso con el medioambiente y la Excelencia Operacional: ¿Deberíamos hacer “más verde” nuestra estrategia Lean? *Sartal A., Rodríguez M., Vázquez X.H.*

Artículo 3: The role of Environmental and Information Technologies in Operational Excellence: an evolutionary approach. *Sartal A., Llach, J., Vázquez, X.H., de Castro Vila, R.*

Artículo 4: Balancing offshoring and agility in “traditional Lean supply chains”: a grounded theory approach based on Benetton and Inditex organizational innovations.

Sarta, A., Martinez-Senra A. I., Vázquez, X. H.

Aceptamos que D. **Antonio Sartal Rodríguez** presente los artículos citados como **autor principal y como parte de su tesis doctoral**, y que dichos artículos no puedan, por consiguiente, formar parte de ninguna otra tesis doctoral.

Y para que así conste y tenga los efectos oportunos, firmamos el presente documento.

Dr. Josep Llach Pagés

Dr. Xosé H. Vázquez

Dr. Rodolfo de Castro Vila

Dr. Ana I. Martínez Senra

Dr. Miguel Rodríguez Méndez

Girona y Vigo, a 1 de abril de 2015

Otras contribuciones

En el periodo de elaboración de la presente Tesis Doctoral el doctorando ha presentado, de manera adicional, las siguientes publicaciones científicas y publicaciones en libros:

- Martínez-Senra, A. I., **Sartal, A.**, Vázquez, X. H. (2012). "Tintorerías de posguerra" e innovación organizativa en Inditex: una perspectiva contractual de la gestión lean de la cadena de suministro. *Universia Business Review*, (34), 36-51.
- **Sartal, A.** (2013). Extender el uso de las TICs en la vida cotidiana. En X.H. Vázquez (coord.), Ciudades, cambio tecnológico y globalización económica. Hacia un cambio de modelo productivo en el área de Vigo (pp. 215-221). Vigo.
- Martínez-Senra, A. I., Quintás, M. A., **Sartal, A.**, Vázquez, X. H. (2013). ¿Es rentable «pensar por pensar»? Evidencia sobre innovación en España. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 16(2), 142-153.
- Groba, C., **Sartal, A.**, Vázquez, X. H. (2015). Solving the dynamic traveling salesman problem using a genetic algorithm with trajectory prediction: An application to fish aggregating devices. *Computers & Operations Research*, 56, 22-32.
- Martínez-Senra, A. I., Quintas, M. A., **Sartal, A.**, Vázquez, X. H (2015). How Can Firms' Basic Research Turn Into Product Innovation? The Role of Absorptive Capacity and Industry Appropriability. **IEEE Transactions On Engineering Management**.

La actividad investigadora del doctorando se refleja además en las contribuciones a congresos: un total de **doce comunicaciones orales en congresos nacionales e internacionales** durante el período de doctorado (2011-2015). Finalmente, cabe destacar su labor como *referee* de la revista *DYNA Ingeniería e Industria* desde el año 2012, así como su participación en los siguientes **proyectos de investigación**:

- Intensidad, determinantes y repercusión de la generación de tecnologías limpias: la posición gallega. Xunta de Galicia. Duración: 07/08/2010 - 20/09/2013. **Incorporación: 20 de Septiembre de 2012.**
- LIFE11 ENV/ES/000574. "ECORAE", Comisión Europea–Programa Life+, Universidad de Vigo (proyecto institucional) Duración: 07/2012- 06/2015. **Incorporación: 1 de Noviembre de 2013.**
- Eficiencia y sostenibilidad del proceso de innovación en entornos industriales (VALUEINNOVATION). Plan Nacional I+D. Convocatoria de ayudas a Proyectos de I+D+i «RETOS INVESTIGACIÓN» PROGRAMA DE I+D+i ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD 2013. **Duración: 2013-2016.**

Agradecimientos

Resulta difícil expresar con palabras los sentimientos acumulados durante un período de tiempo tan largo e intenso como el que supone la elaboración de una tesis. Considerando además que mi interés por la investigación se inició hace ya más de una década, son muchas las personas con las que me siento en deuda. Quiero utilizar por tanto líneas para expresarles mi gratitud, y pido disculpas de antemano a todas aquellas personas que no aparecen aquí y seguramente merecerían estar.

Empiezo este recorrido con Miguel F. López, profesor y amigo, con el realicé mi primer trabajo de investigación, el Proyecto fin de carrera y que sin saberlo terminaría formando parte, diez años después, de lo que hoy es mi Tesis Doctoral. Gracias por esta semilla.

Si Miguel fue el profesor que un día despertó mi interés por la investigación, Xosé H. Vázquez consiguió transformar este interés en pasión. Sus aportaciones, procedentes siempre del absoluto rigor y buen hacer, han supuesto un aporte difícil de cuantificar; no solo en la realización de esta tesis, sino también en mi desarrollo como investigador y persona. Durante este periodo Kike, más que un director, ha sido un amigo incondicional. Por todo ello le estaré siempre agradecido.

Mi segundo director, Josep Llach, siendo una incorporación más reciente, me ha permitido reforzar estos valores. Su entusiasmo por la investigación, su pragmatismo y su inestimable asesoramiento han supuesto el apoyo necesario en esta última etapa. Desearía hacer extensivo este agradecimiento al Departamento de Organització, Gestió Empresarial i Disseny del Producte de la Universitat de Girona; especialmente a Anna, Andrea, Manel y Rudi que me recibieron, desde el primer día, con los brazos abiertos.

No puedo dejar pasar esta ocasión sin dar las gracias a mis amigos de la Universidad de Vigo: Javi, Manolo, Lucía, Julia, Tucu, Xose, Calu, Pilar, Begoña, Gloria, Pablo... Todos ellos propiciaron, sin saberlo, el entorno adecuado para llevar a cabo esta investigación. Fue también en este grupo donde encontré el apoyo necesario para finalizar esta tesis. Las contribuciones y los consejos de Miguel y, sobre todo, la paciencia y el tiempo que altruistamente me dedicaron María y Ana fueron claves para que este trabajo se presentase en forma y plazo. A todos ellos debo agradecerles además el afecto y confianza que me han permitido superar los momentos de incertidumbre y cansancio.

También quiero dejar constancia de mi agradecimiento a mis amigos, a los de siempre y a los que he conocido en esta aventura: Fátima, Carlos G., Iago M., Ángel, Marta, Alex... Me gustaría destacar aquí a Iago R., Marcos, Ana, y Álvaro, los primeros a los que les comenté, hace ya cuatro años, que iba a iniciar esta "aventura" y que siempre me han apoyado incondicionalmente.

Y por último quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia. A mis padres, que siempre han alentado mi curiosidad; y muy especialmente a César, Almu y mi hija Daniela. A César por mostrarme todos los días que no hay más límites que los que uno mismo se impone. A Almu por todo. A lo largo de todos estos años su amor, su infinita paciencia y comprensión en las etapas más ingratas han sido mi mayor motivación en el día a día. Sin duda nadie mejor que ellos saben lo dura y bonita que ha sido esta aventura. Espero que sepan perdonarme no haberles dedicado todo el tiempo que hubiera querido y que, sin duda, se merecen.

A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

Antonio Sartal

A Daniela, Almu e César

No limits

Presentació

Aquest document sintetitza la tasca d'investigació duta a terme sota el títol: "Assaigs sobre Excel·lència Operacional: una interpretació evolucionista del paper de les Tecnologies de la Informació i dels reptes mediambientals". Seguint els criteris de la Universitat de Girona, i d'acord amb el programa de Dret, Economia i Empresa, es planteja una tesi doctoral amb format tradicional organitzant els resultats en quatre articles. Aquests articles pretenen donar resposta a la següent pregunta de recerca: quins són els reptes als quals s'enfronta el Lean Thinking davant dels nous requeriments del mercat i cap a on haurien d'evolucionar les Rutines Lean per assolir l'Excel·lència Operacional?.

Les pràctiques Lean han demostrat estar associades a un alt rendiment empresarial en termes de productivitat, qualitat o seguretat en el treball tot i que encara queda un llarg recorregut per difondre aquestes pràctiques entre les PIMEs, en general, i en les activitats de suport de la cadena de valor, en concret. De totes formes, aquesta valoració no impedeix afirmar que el Lean Thinking com a paradigma de gestió es pot estar esgotant davant les noves exigències del client en termes de personalització i terminis de resposta.

En aquest context, la present tesi doctoral explora, dins el marc teòric de la Teoria Evolucionista de l'Empresa, el com i el perquè la internalització de determinats "factors de mutació" en les rutines organitzatives (TI, les consideracions mediambientals o la necessitat d'innovació), poden generar noves capacitats que permetin a les empreses adaptar-se a l'entorn i seguir essent competitives. Aquesta tesi s'ha dut a terme en el marc del Grup de recerca REDE (Research in Economics, Business and Environment) de la Universitat de Vigo, i el grup GRADIENT (Grup de Recerca Avançada sobre Dinàmica Empresarial i Impacte de les Noves Tecnologies a les Organitzacions) de la Universitat de Girona.

Presentación

Este documento sintetiza la labor de investigación llevada a cabo bajo el título: "Ensayos sobre excelencia operacional: una interpretación evolucionista del papel de las Tecnologías de la Información y de los retos medioambientales". Siguiendo los criterios de la UdG y conforme al programa de Derecho, Economía y Empresa, planteamos una Tesis Doctoral acorde al formato tradicional incorporando los resultados en forma de cuatro artículos. Estos artículos pretenden dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los retos a los que se enfrenta el Lean Thinking ante los nuevos requerimientos del mercado

y hacia dónde deberían evolucionar las Rutinas Lean para alcanzar la Excelencia Operacional?

Entendiendo que las prácticas Lean han demostrado estar asociadas a un alto rendimiento empresarial en términos de productividad, calidad o seguridad en el trabajo, y de hecho queda todavía un largo recorrido para difundir estas prácticas en las PYMEs y en las actividades de apoyo de la cadena de valor; esta valoración no impide sostener, sin embargo, que el Lean Thinking como paradigma de gestión puede estar agotándose ante las nuevas exigencias del cliente en términos de personalización y plazos de respuesta.

En este contexto nuestra Tesis Doctoral indaga, con la Teoría Evolucionista de la Empresa como marco teórico, en cómo y por qué la internalización de determinados "factores de mutación" (TI, las consideraciones medioambientales o la necesidad de innovación) en las rutinas organizativas, pueden generar nuevas capacidades que permitan a las empresas a adaptarse al entorno y seguir siendo competitivas. Esta Tesis se ha llevado a cabo en el marco del Grupo de investigación REDE (Research in Economics, Business and Environment) perteneciente a la Universidad de Vigo, y el grupo GRADIENT (Grup de Recerca Avançada sobre Dinàmica Empresarial i Impacte de les Noves Tecnologies a les Organitzacions) de la Universidad de Girona.

Presentation

This document summarizes the research work carried out under the title: "Essays on Operational Excellence: an evolutionary interpretation of the role of Information Technology and environmental challenges". Following the UdG criteria and under the program of Law, Economics and Business, we propose a Doctoral Thesis according to the traditional format but incorporating the results in four different chapters that represent the inputs for future articles. These articles are intended to answer the following research question: What are the challenges for Lean Thinking considering recent market trends and how should Lean Routines evolve to achieve Operational Excellence? Lean practices have been associated with high firm performance in terms of productivity, quality and safety at work, and in fact there is still a long way to spread these practices in SMEs and support activities in the value chain. This assessment does not mean, however, that Lean Thinking may be confronting increasing limitations to face new customer requirements in terms of customization and response times.

In this context our Doctoral Thesis investigates, with the Evolutionary Theory of the Firm as theoretical framework, how and why the internalization of certain "mutation factors" (TI, environmental considerations and innovation needs) in organizational routines, can generate new capabilities that allow companies to adapt successfully and remain competitive. This thesis has been carried out under the research Group REDE (Research in Economics, Business and Environment) from the University of Vigo and GRADIENT (Grup de Recerca Avançada sobre Dinàmica Empresarial i Impacte de les Noves Tecnologies a les Organitzacions) from the University of Girona.

Presentación

Este documento resume o traballo de investigación realizado baixo o título: "Ensaio sobre a excelencia operacional: unha interpretación evolucionista do papel das Tecnoloxías da Información e os retos ambientais". Seguindo os criterios da Universidade de Girona e no marco do programa de Dereito, Economía e Empresa, propoñemos unha Tese Doutoral conforme ó formato tradicional, incorporando os resultados a través de catro artigos. Estes artigos perseguen dar resposta a seguinte pregunta de investigación: Cales son os retos ós que se enfronta Lean Thinking ante as novas esixencias do mercado e cara onde deberían evolucionar as Rutinas Lean para acadar a Excelencia Operacional?

Entendendo que as prácticas Lean demostraron estar asociadas a un alto rendemento empresarial en termos de produtividade, calidade e seguridade no traballo, e que de feito aínda queda un longo camiño para difundir estas prácticas nas PEMEs e nas actividades de apoio á cadea de valor; esta avaliación non impide soste, sen embargo, que o Lean Thinking como paradigma de xestión pode estar a esgotándose ante as novas esixencias dos clientes en termos de personalización e tempos de resposta.

Neste contexto, a nosa Tese de Doutoramento indaga, coa Teoría Evolutiva da Empresa como marco teórico, en como e por que a incorporación de certos "factores de mutación" (TI, as consideracións ambientais ou as necesidades de innovación) nas rutinas organizativas, pode xerar novas capacidades que permitan ás organizacións adaptarse ó entorno e seguir sendo competitivas. Esta Tese foi realizada no marco do Grupo REDE (Research in Economics, Business and Environment) pertencente á Universidade de Vigo e o grupo de GRADIENT (Grup de Recerca Avançada sobre Dinàmica Empresarial i Impacte de les Noves Tecnologies a les Organitzacions) da Universidade de Girona.

INDICE DE LA TESIS DOCTORAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	32
1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
1.2 OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS DE DOCTORADO	36
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO: UNA INTERPRETACIÓN EVOLUCIONISTA DEL LEAN MANUFACTURING	42
2.1 TEORÍAS EVOLUTIVAS DE LA EMPRESA (TEE) DESDE LA PERSPECTIVA DE NELSON Y WINTER.....	42
2.1.1 TEE: desde sus orígenes hasta Nelson y Winter	42
2.1.2 Principales conceptos utilizados en la investigación	46
2.1.2.1 La empresa y las rutinas: definición y clasificación.....	46
2.1.2.2 El proceso de aprendizaje y las rutinas organizativas.....	47
2.1.2.3 Competencias y selección	48
2.1.2.4 El porqué de la variedad: la mutación de las rutinas.....	50
2.2 EL LEAN MANUFACTURING COMO PARADIGMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES ..	52
2.2.1 Del origen japonés a la reinterpretación americana de los principios del TPS....	52
2.2.2 Evolución del Lean y principales retos a los que se enfrenta en la actualidad	58
2.2.3 Evaluando el porqué de estas debilidades ante los retos del entorno.....	63
2.2.3.1 La Excelencia Operacional (EO) en un mundo no-ergódico.....	63
2.2.3.2 La necesidad de un marco teórico coherente e integrador.....	67
2.2.3.3 Justificación de la utilización de la TEE como marco teórico.....	68
2.3 INTERPRETACIÓN EVOLUCIONISTA DE LA EXCELENCIA OPERACIONAL: EL LEAN MANUFACTURING Y LA TEE	71
2.3.1 Introducción	71
2.3.2 Las Rutinas Lean como genes de la Excelencia Operacional.....	73
2.3.3 Capacidades estáticas y capacidades dinámicas de mejora y evolutivas	78

2.3.4	Generación de ventajas competitivas.....	80
CAPÍTULO 3. DATOS Y METODOLOGÍA		84
3.1	INTRODUCCIÓN	84
3.2	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA EN CADA ENSAYO	86
3.3	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS CUALITATIVOS: ENSAYO 1 Y 4. .	89
3.3.1	Diseño de la investigación: el estudio de caso.....	89
3.3.2	Selección adecuada del caso de estudio	91
3.3.3	Obtención y análisis de los datos	93
3.4	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS CUANTITATIVOS: ENSAYOS 2 Y 3.	99
3.4.1	Descripción de las variables y constructos utilizados	99
3.4.2	Obtención y análisis de los datos: descripción de las bases de datos y metodología utilizadas	104
CAPÍTULO 4: UNA PERSPECTIVA EVOLUCIONISTA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA EXCELENCIA OPERACIONAL: PLANIFICACIÓN, EMERGENCIA Y ALEATORIEDAD EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS INDUSTRIALES ADAPTATIVOS.....		110
	Resumen.....	110
	Palabras Clave	110
4.1	INTRODUCCION	111
4.2	UNA INTERPRETACIÓN EVOLUCIONISTA DE LA EXCELENCIA OPERACIONAL	113
4.2.1	Rutinas Lean y Excelencia Operacional	113
4.2.2	El porqué de la variedad: mutaciones y entornos de selección	116
4.2.3	Generación de capacidades a partir de las Rutinas Lean.....	119
4.3	METODOLOGÍA.....	120
4.3.1	Diseño de la investigación	120
4.3.2	Análisis de los datos y Cronología	122
4.4	EL PROYECTO LEAN-TI EN JEALSA	124

4.4.1	Incorporación e integración de las TI en la empresa	124
4.4.1.1	La adquisición del Enterprise Resource Planning (ERP)	124
4.4.1.2	La implantación del Manufacturing Execution System (MES)	125
4.4.1.3	La integración del ERP y el MES	126
4.4.2	Cómo afectaron las TI a las rutinas organizativas de Excelencia Operacional... 127	
4.4.2.1	Los inicios del proyecto Lean y la necesidad de las TI.....	127
4.4.3	Un primer cambio de las TI en las rutinas de Excelencia Operacional: la fiabilidad en los datos.	128
4.4.3.1	La gestión de la información en tiempo real: el <i>e-kanban</i>	129
4.4.3.2	Reducción de asimetrías de información a través de las TI.....	131
4.4.4	El efecto de los cambios organizativos sobre el rendimiento y la ventaja competitiva de Jealsa	134
4.5	DISCUSIÓN: GENERALIZANDO LA EXPERIENCIA DE JEALSA RIANXEIRA.....	136
4.6	CONCLUSIONES	143
4.7	AGRADECIMIENTOS.....	145
CAPÍTULO 5. EL COMPROMISO CON EL MEDIOAMBIENTE Y LA EXCELENCIA OPERACIONAL: ¿DEBERÍAMOS HACER “MÁS VERDE” NUESTRA ESTRATEGIA LEAN?.....		148
	Resumen.....	148
	Palabras clave.....	148
5.1	INTRODUCCION	149
5.2	MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	152
5.2.1	La Excelencia Operacional bajo la Teoría Evolucionista de la Empresa.....	152
5.2.2	Las <i>Iniciativas Green</i> como factor de mutación: el efecto moderador del compromiso medioambiental entre las Rutinas Lean y el Rendimiento Industrial.....	156
5.2.2.1	El impacto de las <i>Iniciativas Green</i> (compromiso medioambiental) sobre el Rendimiento Industrial.....	156

5.2.2.2	El efecto moderador del “compromiso medioambiental” sobre JIT: la nueva Rutina JIT-Green	158
5.2.2.3	El efecto moderador del “compromiso medioambiental” sobre Jidoka: la nueva Rutina Jidoka-Green	159
5.2.2.4	El efecto moderador del “compromiso medioambiental” sobre el RfP: la nueva Rutina RfP-Green	161
5.3	DATOS Y METODOLOGÍA.....	162
5.3.1	La base de datos.....	162
5.3.2	Variables de Rendimiento Industrial.....	163
5.3.3	Prácticas de Excelencia Operacional	164
5.3.4	Nivel de compromiso medioambiental (Prácticas Green)	167
5.3.5	Variables de control	168
5.3.6	Modelo y método de estimación	172
5.4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	174
5.5	CONCLUSIONES	183
5.6	AGRADECIMIENTOS.....	186
CAPÍTULO 6. THE ROLE OF ENVIRONMENTAL AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN OPERATIONAL EXCELLENCE: AN EVOLUTIONARY APPROACH.....		188
	Abstract	188
	Keywords.....	188
6.1	INTRODUCTION	189
6.2	THEORETICAL FRAMEWORK AND HYPOTHESES	191
6.2.1	Analysis of Operational Excellence routines from an evolutionary perspective	191
6.2.2	Environmental Technologies (ET) as a factor for mutation: mediation between Lean Routines and Industrial Performance.....	194

6.3	IT as a factor for mutation: mediation between Lean Routines and Industrial Performance.....	199
6.4	DATA AND MEASUREMENTS.....	204
6.4.1	Sample.....	204
6.4.2	Measures.....	207
	Source: Adapted from Yang et al. (2011).....	207
6.4.2.1	Operational Excellence routines: Lean/TPS routines (JIT, Jidoka and RfP)	207
6.4.2.2	Environmental Technologies (ET).....	210
6.4.2.3	Information Technologies (IT).....	210
6.4.2.4	Industrial Performance (IP).....	211
6.5	RESULTS.....	211
6.5.1	Measurement model.....	212
6.5.2	Structural model.....	215
6.6	DISCUSSION OF RESULTS AND CONCLUSIONS.....	218
6.6.1	Discussion of results.....	218
6.6.2	Conclusions.....	219
6.6.3	Limitations and future research.....	221
6.7	ACKNOWLEDGEMENTS.....	222
	CAPÍTULO 7. BALANCING OFFSHORING AND AGILITY IN “TRADITIONAL LEAN SUPPLY CHAINS”: A GROUNDED THEORY APPROACH BASED ON BENETTON AND INDITEX ORGANIZATIONAL INNOVATIONS	224
	Abstract.....	224
	Keywords.....	224
7.1	INTRODUCTION.....	225
7.2	METHODOLOGY.....	227
7.3	RESULTS.....	231

7.3.1	CHANGE IN THE APPAREL SECTOR AND THE NOVEL APPROACH ADOPTED BY BENETTON: <i>TINTO IN CAPO</i>	232
7.3.2	THE EVOLUTION OF EX POST TREATMENT: PRODUCING CUSTOMISED PRODUCTS IN INDITEX	235
7.4	DISCUSSION: GENERALISING THE EXPERIENCE OF BENETTON AND INDITEX.....	241
7.4.1	The trade off in reaching an optimal level of offshoring.	242
7.4.2	Customizing the optimal level of offshoring in each OEM.....	244
7.4.3	The dynamic nature of offshoring.....	247
7.5	CONCLUSIONS	249
	APPENDIX 1. SCRIPT FOR THE SEMI-STRUCTURED INTERVIEWS	251
8	CONCLUSIONES DE LA TESIS DOCTORAL.....	254
8.1	UNA VALORACIÓN GLOBAL DE LOS RESULTADOS	254
8.2	IMPLICACIONES TEÓRICAS	258
8.3	IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN	260
8.4	CONSIDERACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA.....	264
8.5	LIMITACIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	265
8.6	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	267
9	BIBLIOGRAFÍA	271
10	ANEXOS	303
	Anexo 1. Ejemplo de la metodología utilizada en los estudios de caso	304
	Anexo 2. Versión final del guion utilizado en las entrevistas semiestructuradas.....	305

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama del desarrollo de la Tesis Doctoral.....	38
Figura 2.1. Representación de los tres pilares del TPS	55
Figura 2.2. Modelo conceptual de la Tesis Doctoral	72
Figura 2.3. Correspondencia entre las rutinas de EO y las Rutinas Lean bajo la óptica de la TEE	74
Figura 3.1. Ejemplo de la metodología utilizada en los estudios de caso.....	90
Figura 4.1. Análisis de las rutinas TPS bajo una perspectiva evolucionista	116
Figura 4.2. Cronología de eventos.....	124
Figura 4.3. Eventos de parada en líneas de esterilización (Dashboard)	131
Figura 4.4. Evolución de los principales indicadores de desempeño industrial: productividad, rotación de stocks y EBITDA (2004-2011).	135
Figura 4.5. Interpretación evolucionista del estudio de caso	137
Figura 5.1. Correspondencia entre las rutinas de Excelencia Operacional y las Rutinas Lean bajo la óptica de la TEE.....	153
Figura 5.2. Modelo conceptual propuesto.....	162
Figura 5.3. Efecto del nivel de “compromiso medioambiental” de la empresa entre cada Rutina Lean y el Rendimiento Industrial	178
Figura 5.4. Análisis de la variación en el nivel de compromiso medioambiental en la relación entre la Rutina JIT y el Rendimiento Industrial	179
Figura 5.5. Análisis de la variación en el nivel de compromiso medioambiental en la relación entre la Rutina Jidoka y el Rendimiento Industrial	181
Figura 5.6. Análisis del impacto integral de las Rutinas Lean-Green (efecto directo y moderación) en comparación con un entorno Lean.....	182
Figure 6.1. Analysis of Operational Excellence routines from an evolutionary perspective .	192
Figure 6.2. Research model.....	203
Figure 6.3. Structural model: Two-path mediation model	216
Figure 7.1. Regional supply chain.....	233
Figure 7.2. Global “low cost” supply chain	233
Figure 7.3. The challenge of outsourcing to Asia for Inditex: reducing response time	236
Figure 7.4. Reorganisation of the supply chain in Inditex.....	237

Figure 7.5. Examples of basic products customised with different ex post treatments 239

Figure 7.6. Production and transaction costs in terms of the degree of offshoring..... 243

Figure 7.7. Initial proposal by Benetton and Inditex to the trade-offs between specialisation and agility 245

Figure 7.8. The development of Inditex towards a greater degree of specialisation..... 246

Figure 7.9. Move in Inditex towards greater offshoring with specialisation 248

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Principales características de las Teorías Evolutivas de la Empresa	45
Tabla 2.2. Definición y factores generadores de ventaja competitiva	81
Tabla 3.1. Pruebas necesarias para evaluar la calidad de un estudio de caso	943
Tabla 3.2. Operacionalización de las Rutinas Lean (JIT, Jidoka y RfP) en los diferentes ensayos	100
Tabla 3.3. Descripción de las variables moderadoras/mediadoras utilizadas en la Tesis	103
Tabla 4.1. Contraste t entre captura automática de datos y registro manual	129
Tabla 4.2. Comparativa enfoque Lean vs. enfoque Lean-TI.....	131
Tabla 4.3. Generación de nuevas capacidades y capacidades latentes en Jealsa	140
Tabla 5.1. Distribución de las empresas según su tamaño, cifra de ventas y sector.....	163
Tabla 5.2. Descripción de las variables, principales estadísticos descriptivos y soporte de la literatura.....	170
Tabla 5.3. Matriz de correlaciones del modelo.....	171
Tabla 5.4. Resultados de la estimación mediante <i>System GMM</i> y pruebas de validación ..	174
Tabla 5.5. Resumen de resultados	177
Table 6.1. Distribution of firms by R&D intensity and comparison with EUROSTAT	206
Table 6.2. Distribution of firms by size, country and sector	206
Table 6.3. Variables, definition and supporting literature.....	207
Table 6.4. Operationalization of the constructs.....	208
Table 6.5. Validation of measurement of the first-order model: convergent validity and reliability.....	213
Table 6.6. Correlations and Square root of AVE	214
Table 6.7. Validation of measurement of the second-order model: reliability and convergent validity	215
Table 6.8. Structural model assessment	217
Table 6.9. Mediating effect between Lean and Performance	218
Table 7.1. Description of the interviews	229
Table 7.2. Research Protocol.....	230

LISTA DE ABREVIATURAS

AVE Average Variance Extracted

BW Business Information Warehouse

CAM Computer Aided Manufacturing

CDTI Centre for the Development of Industrial Technology

CEO Chief Executive Officer

CIDEM Centre for Innovation and Business Development

CIM Computer Integrated Manufacturing

CIS Community Innovation Survey

CNAE Clasificación Nacional de Actividades Económicas

COV Compuestos Orgánicos Volátiles

DEA Data Envelopment Analysis

DE Germany

DK Denmark

EBITDA Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization

EDI Exchange Data Information

EMS European Manufacturing Survey

EO Excelencia Operacional

E-PRTR European Pollutant Release and Transfer Register

ERP Enterprise Resource Planning

ES Spain

EST Energy Saving Technologies

ET Environmental Technologies

EU European Union

EUROSTAT European Statistics

FR France

GMAO Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador

GRADIENT (Grup de Recerca Avançada sobre Dinàmica Empresarial i Impacte de les Noves Tecnologies a les Organitzacions)

H Hypothesis

HQ Headquarter

HVHV High Volume -High Variety

HVLV High Volume-Low Variety

IMVP International Motor Vehicle Programme

INE Instituto Nacional de Estadística

IP Industrial Performance

ISI Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research

ISO International Organization for Standardization

IT Information Technologies

JIT Just in Time

LCA Life Cycle Assessment

LM Lean Manufacturing

LR Lean Routines

MCYT Ministry of Education and Science

MFA Multifibre Arrangement

MIT Massachusetts Institute of Technology

MMDD Marcas de Distribución

MES Manufacturing Execution System

MPI Manufacturing Performance Institute

NACE Statistical Classification of Economic Activities in the European Community

OECD Organisation for Economic Co-operation and Development

OEE Overall Equipment Efficiency

OEM Original Equipment Manufacturers

PFC Proyecto Fin de Carrera

PLS Partial Least Square

PLS-SEM Partial Least Squares - Structural Equation Modeling

PRTR Pollutant Release and Transfer Register

PRRLL Prevención de Riesgos Laborales

PVD Pantalla de Visualización de Datos

REDE Reseach in Economics, Business and Enviroment (Group)

RL Rutinas Lean

RFID Radio Frequency Identification

RfP Respect for People

R&D Research and Development

RBV Resource-Based View

REDE (Research in Economics, Business and Environment)

ROI Return of Investments

SABI Sistema de Análisis de Balances Ibéricos

SCM Supply Chain Management

SCMIJ Supply Chain Management: An International Journal

SEM Structural Equation Modeling

SEPI Sociedad Estatal de Participaciones Industriales

SIC Standard Industrial Classification

SPC Statistical Process Control

SME Small Medium Enterprise

SMED Single Minute Exchange Die

T Toneladas

TEE Teorías Evolutivas de la Empresa

TEEP Total Equipment Effectiveness Performance

TI Tecnologías de la Información

TOC Theory of Constraints

TPM Total Productive Maintenance

TPS Toyota Production System

TQM Total Quality Management

UdG University of Girona

UNCED United Nations Conference on Environment and Development

US United States

VAF Variance Accounted for

VIF Variance Inflation Factor

VSM Value Stream Mapping

WHS Warehouse Management Systems

WIP Work in Process

WTO World Trade Organization

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El cambio tecnológico y la globalización de los mercados durante las últimas décadas se ha traducido en los entornos fabriles en una preocupación obsesiva por producir con mayor calidad, menor coste y en el menor tiempo posible (Suarez et al., 1995; Cottyn et al., 2011). Es en este contexto en el que, cuestionando buena parte de la sabiduría convencional difundida por la práctica y la literatura de management Fordista, se difundieron distintas filosofías y herramientas de gestión (*Just in Time, Total Quality Management, Toyota Production System,...*) que finalmente fueron englobadas bajo el término *Lean Thinking* (Womack y Jones, 2003). Muchas de las ideas y herramientas englobadas en la filosofía Lean proceden del sentido común, algunas del legado optimizador de Taylor, y otras de la herencia industrial de Henry Ford. Sin embargo, ha sido el Toyota Production System (TPS) el que más ha influido en la generación de herramientas de esta filosofía.

Aunque las prácticas Lean han demostrado estar asociadas a un alto rendimiento empresarial en términos de productividad, calidad o seguridad en el trabajo (Womack y Jones, 2003; Liker, 2004), y de hecho queda todavía un largo recorrido para difundir esas prácticas en SMEs y en las actividades de apoyo de la cadena de valor. Este diagnóstico no impide sostener, sin embargo, que el Lean Thinking como paradigma de gestión presenta ciertas debilidades ante las tendencias estructurales que parece mostrar la evolución del entorno; unas tendencias caracterizadas por la existencia de clientes más exigentes en términos de personalización y plazos de respuesta, una mayor preocupación medioambiental derivada especialmente de la escasez de recursos y el cambio climático, una creciente incertidumbre económica consustancial a la mayor interdependencia financiera de las naciones, así como una mayor intensidad, impacto y velocidad de difusión del cambio tecnológico, particularmente de las Tecnologías de la Información (TI).

En esta situación volátil y de alta personalización los principios y herramientas relativas al paradigma del Lean Thinking parecen mostrar dificultades para adaptarse (Cusumano, 1994; Maccoby, 1997; Cooney, 2002; Suzuki, 2004; Cox y Chicksand, 2005; Moyano-Fuentes y Sacristán-Díaz, 2012) fundamentalmente en tres ámbitos:

1. A pesar de que la filosofía de eliminación de desperdicio típica del Lean Thinking debería ser coherente con la creciente preocupación medioambiental y la necesidad de reducir el consumo energético (Florida, 1996; Hart, 1996; King y Lenox, 2001; Sawhney et al., 2007); el desarrollo y aplicación de las herramientas Lean no ha internalizado las crecientes exigencias de sostenibilidad de las operaciones (Rothenberg et al., 2001; Venkat y Wakeland; 2006). Por el contrario, se focalizan los esfuerzos en el área de fabricación, obviando un análisis integral del ciclo de vida del producto que tenga en cuenta la producción y transporte de materias primas y componentes, la fabricación y distribución, y la gestión de residuos.
2. Otros autores apuntan a que la debilidad de este modelo es su modo de contemplar el papel de los trabajadores en el mismo (Maccoby, 1997; Conti et al., 2006). Si bien una parte esencial del legado del *Lean Manufacturing* tiene que ver con la importancia que adquieren las personas en la gestión diaria de los procesos, existe la sospecha de que la introducción masiva de Tecnologías de la Información (TI) podría desvirtuar el protagonismo toyotiano del factor humano. Sin embargo, las TI están aquí para quedarse: no sólo han evolucionado en prestaciones y facilidad de uso, sino que la digitalización de la sociedad ha facilitado su introducción incluso en entornos industriales con escaso capital humano.
3. En entornos en los que las exigencias de los clientes provocan cambios repentinos en las preferencias y ciclos de vida de productos más cortos, los principios y herramientas Lean diseñados para entornos productivos High Volume-Low Variety (HVLV) (Liker, 2004) encuentran dificultades para adaptarse de forma rápida ante las exigencias de mayor variabilidad y, por tanto, también de menor volumen (De Smet y Gelders, 1998; Katayama y Benett, 1996; Cooney, 2002). Los beneficios de implementar una dirección de operaciones eficiente dependen en buena medida de la gestión que se haya hecho del proceso de innovación en la empresa; una actividad que el Lean Thinking ha subestimado. De hecho, no sólo se industrializan a menudo "*fat products*" en *Lean environments*, sino que el propio Lean Thinking ha sobreponderado la mejora continua de procesos sobre la innovación disruptiva de productos a pesar de que los conceptos

Lean también pueden ser aplicados a este ámbito (Karlsson y Åhlström, 1996; Qudrat-Ullah et al., 2012).

A pesar del carácter evolutivo del Lean Thinking que defienden autores como Hines et al., 2004, el hecho es que algunas de estas dificultades se han convertido en críticas que ya han sido abordadas en la literatura (King y Lenox, 2001; Cooney, 2002; Narashimhan et al., 2006; Bell y Orzen, 2010); y se han utilizado para justificar nuevos paradigmas para la dirección de operaciones (Hallgren y Ollagher, 2009). Diversos autores señalan, en este sentido, la necesidad de integrar los principios del Lean en nuevos modelos híbridos (Hines et al., 2004), tales como el *Lean-Six Sigma* (Sheridan, 2000), el *Mass Customization* (Brown y Bessant, 2003; Bayraktar et al., 2007), el *Leagile* (Naylor et al., 1999, Mason-Jones et al., 2000) o el *LARGE SCM* (Lean, Agile, Resilient y Green Supply Chain Management) propuesto por Carvalho y Cruz-Machado (2011). Todos consideran necesario complementar la filosofía Lean con las aportaciones de “otros modelos” que mitiguen las posibles limitaciones del Lean. Otros autores proponen, incluso, la necesidad de evolucionar del Lean Thinking hacia nuevos sistemas como el World Class Manufacturing (Yamashina, 2000) o el Agile Manufacturing (Poesche, 2002) que se adaptan mejor a los requerimientos actuales del mercado.

En opinión de muchos analistas, sin embargo, estas nuevas aproximaciones son esencialmente descriptivas y divulgativas. Y lo que es más importante, se critica su contribución real al basarse en ciertos principios y prácticas que, aunque con otras denominaciones, siempre han formado parte del cuerpo teórico de la filosofía Lean o las enseñanzas recogidas en el TPS (Richards, 1996; James-Moore y Gibbons, 1997; Bartezzaghi 1999; Sahin, 2000; Jin-Hai, 2003; Suzuki, 2004).

Paralelamente a ese cambio en la actitud empresarial, se ha producido un debate en el ámbito académico, en torno a los fundamentos de la fortaleza competitiva de las empresas. Así, se puede afirmar que es, a partir de la mitad del siglo XX, cuando se acrecienta la preocupación por explicar las razones que justifican la mayor competitividad de algunas empresas en los mercados en donde operan. Pero, ¿qué factores determinan la competitividad empresarial? ¿por qué las empresas menos competitivas son incapaces de imitar o alcanzar a las “excelentes”?

La evolución reciente del mercado, con cambios de preferencias más frecuentes y exigencias de personalización crecientes, está obligando a las organizaciones a redefinir sus procesos de gestión para continuar siendo competitivas. Las empresas necesitan encontrar alternativas que den respuesta a las demandas habituales y a los nuevos requerimientos, esto es, nuevos modelos organizativos que permitan conjugar la reducción de costes de producción con la exigencia de contener los costes de coordinación derivados de las crecientes exigencias de flexibilidad. De forma simultánea, el aumento de los niveles de vida, sobre todo en los países desarrollados, requiere a las organizaciones ir más allá del despliegue de filosofías de gestión basadas exclusivamente en la eficiencia. Los desafíos ambientales o la sostenibilidad de los procesos deben ser ahora considerados (González-Benito y González-Benito, 2006).

Consideramos que este período de cambio se refleja también en el ámbito académico, donde el esfuerzo de investigación relacionado con la gestión eficiente del proceso se está realizando fundamentalmente en las tres grandes áreas que representan el *leit motiv* de esta tesis: (1) una mayor eficiencia y mejor integración de la fase de concepción y diseño con la industrialización y logística con la finalidad de reducir el time to market, aumentar el éxito en el mercado de una mayor variedad de nuevos productos y anticipar el impacto ambiental, tanto de las operaciones como del propio producto; (2) un mayor énfasis en el desarrollo de modelos organizativos en las operaciones que mejoren la eficiencia de los procesos y reduzcan el lead time de nuevos productos, acoplando las Tecnologías de la Información (TI) y las Tecnologías Medioambientales (ET) como elemento clave; y (3) una mayor preocupación por abordar el diseño de la cadena de valor con una perspectiva que complemente las exigencias económicas con las medioambientales, enfatizando la disminución del consumo energético y la reducción de las emisiones de CO₂.

Existe, pues, una necesidad objetiva de abordar las limitaciones del Lean Thinking ante este nuevo entorno y analizar cómo podemos superarlas. Así, desde una perspectiva *lakatosiana* y sin cuestionar el *hard core* de este programa de investigación, actuaremos sobre su "cinturón de seguridad" evaluando cómo afecta la incorporación de los diferentes retos identificados en la actualidad (Lakatos, 1978). Abordaremos el análisis, además, desde una perspectiva sistémica –más allá de la producción y la logística- y orientada por la teoría.

Ambas condiciones son cruciales. Por una parte, la perspectiva sistémica es necesaria porque el entorno está exigiendo *world-class competences* aplicadas a toda la cadena de valor. Por otro lado, incluso aunque esto no estuviese sucediendo, es cada vez más evidente que no se pueden tener unas áreas de producción y logística eficientes y fiables sin una perspectiva integral de los procesos; una perspectiva que comienza en el propio diseño del producto y que termina en la gestión de su retirada del mercado al terminar su vida útil. Por último, esta perspectiva sistémica es especialmente útil en un momento en el que cada vez resulta más evidente que el despliegue de las TI en la empresa no es solamente un reto tecnológico; sino un problema organizativo de estabilización y fiabilización de procesos para evitar la automatización de las ineficiencias.

Por otra parte, la inspiración teórica del análisis es también indispensable, puesto que solo se pueden diagnosticar las limitaciones del Lean Thinking y proponer alternativas a partir de lo que hay de permanente en los fenómenos organizativos. La literatura de management con más impacto en la empresa es excesivamente propensa a generar trabajos de corte divulgativo, cuyos diagnósticos y propuestas suelen basarse en evidencia anecdótica o estudios cuantitativos con sesgos muestrales. En este sentido, si bien es cierto que no existe una única teoría capaz de explicar cualquier problema organizativo, la aproximación evolutiva por la que se ha optado en esta Tesis Doctoral es especialmente apropiada para abordar el análisis de fenómenos organizativos de carácter dinámico.

1.2 OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS DE DOCTORADO

Teniendo en cuenta las justificaciones comentadas anteriormente se formula en este apartado la principal cuestión a investigar y se establecen varias cuestiones derivadas de esta, que serán abordadas de forma independiente en cada uno de los cuatro ensayos de los que se compone la presente Tesis Doctoral.

Esta tesis persigue establecer las bases conceptuales de lo que debería ser la nueva empresa industrial, adaptada a las demandas del cliente en términos de personalización, plazos de respuesta y una mayor preocupación medioambiental. No es sólo una cuestión de combinar inteligentemente máquinas autónomas y procesos eficientes; pretendemos describir las principales características de una empresa sostenible, donde la introducción

de tecnologías avanzadas y la organización eficiente de los procesos industriales están a la misma altura en importancia que las consideraciones sociales y medioambientales.

Queremos evaluar, para el ámbito específico de la planta de fabricación, los mecanismos evolutivos que permitirán transformar las rutinas organizativas presentes en cualquier organización (rutinas de transmisión de información, de resolución de problemas y de gestión del conflicto) (Coriat, 2000), en nuevas capacidades que permitan a las empresas adaptarse con éxito a los nuevos requerimientos del mercado y den lugar a ventajas competitivas sostenibles. En definitiva, pretendemos dar respuesta a siguiente pregunta de investigación: **¿Cuáles son los retos a los que se enfrenta el Lean Thinking ante los nuevos requerimientos del mercado y hacia dónde deberían evolucionar las Rutinas Lean para alcanzar la Excelencia Operacional?**

Utilizaremos para ello los dos pilares básicos del TPS (JIT y Jidoka) (Ohno, 1988; Fujimoto, 1999) y recuperamos un tercer pilar cuya difusión en el pensamiento Lean ha sido prácticamente nula: el Respeto por las Personas (RfP) (Sugimori, 1977; Liker, 2004; Emiliani, 2008; Gajewski, 2014). Así pues, partiendo de estos tres pilares e incorporando como elemento fundamental de esta interpretación el concepto de rutinas organizativas de Nelson y Winter (1982); identificamos las tres Rutinas Lean, que sintetizan los principios que hoy se consideran sabiduría convencional en gestión de operaciones, con los tres grandes ámbitos o tipos de rutinas presentes en cualquier organización (Coriat, 2000): (1) el procesamiento de información para coordinar a los miembros de la organización, (2) la resolución de los problemas técnicos a los que se van enfrentando, y (3) el diseño de soluciones a los conflictos que los cambios internos y externos van generando entre los diferentes stakeholders (Coriat, 2000; Nelson y Winter, 1982; Coriat y Weinstein 1995, 1998; Coriat y Dosi, 1999; Dosi y Marengo, 1994).

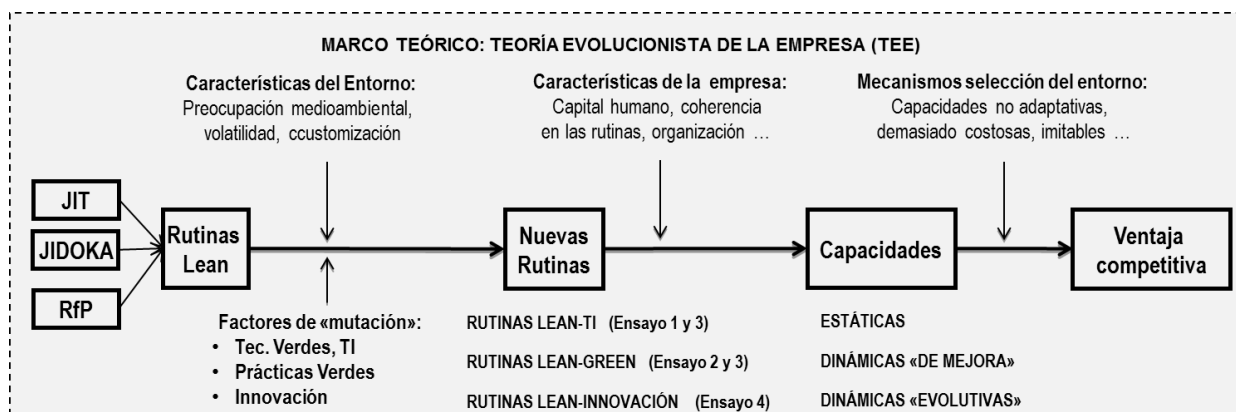
Bajo el marco de la Teoría Evolutiva de la Empresa (TEE) de Nelson y Winter (1982), pretendemos indagar en primer lugar sobre lo que puede haber de permanente en los principios Lean (Womack y Jones, 2003) como aproximación a las prácticas de Excelencia Operacional; para abordar a continuación cómo la influencia (moderación o mediación) de los retos que identificamos en la actualidad (Tecnologías de la Información, capacidades de innovación y consideraciones medioambientales) puede dar lugar a diferentes tipos de

capacidades (Fujimoto 1999, 2000), que dependiendo de su adaptación al entorno podrán convertirse en ventajas competitivas (eficiencia, calidad, innovación y capacidad de satisfacción al cliente) (Hill y Jones, 2001).

A través de cuatro ensayos evaluaremos cómo afectan cada uno de los retos mencionados anteriormente en las rutinas organizativas (Rutinas Lean) y pretendemos generalizar los resultados obtenidos en cada ejercicio y “elevar” el nivel del análisis para generar una base teórica sobre la Excelencia Operacional: en qué consiste y cómo se consigue, cómo es el proceso de transformación y qué papel juegan los retos del entorno.

De la misma manera que el Fordismo continuó utilizando las bases del Taylorismo, y que el Lean Thinking se construyó cuestionando los fundamentos del Fordismo, pero aprovechando sus puntos fuertes, este nuevo paradigma de gestión que perseguimos, debe nacer también del conocimiento de carácter permanente acumulado en management (taylorismo, Fordismo y Lean Thinking) –no de las modas, tan frecuentes en esta área- y de las nuevas exigencias y oportunidades que el entorno tecnológico ofrece. Así, en cada uno de los ejercicios se analizarán, respectivamente, el papel que juegan las TI, el compromiso medioambiental y la necesidad de innovación; todo ello con el propósito de generar distintos tipos de capacidades que permitan a las empresas responder adecuadamente a los requerimientos del entorno (Figura 1.1).

Figura 1.1. Diagrama del desarrollo de la Tesis Doctoral



Fuente: Elaboración propia

De esta forma la pregunta de investigación planteada inicialmente se responderá en los cuatro ensayos cualitativos y cuantitativos, que conforman esta tesis, a través de preguntas tales como: **¿en qué medida deberíamos hacer “más verde” nuestra estrategia Lean?, ¿cómo afectan las TI en el desarrollo de sistemas industriales adaptativos?, ¿Cómo influye la introducción de tecnologías avanzadas en la identificación y gestión de los desafíos que deben afrontar las empresas sostenibles? o ¿cómo nos puede ayudar la innovación cuando las estrategias Lean de cooperación y el JIT se tornan insuficientes?** Se detallan, a continuación, los cuatro ejercicios que la componen explicitando la sub-pregunta que abordan para, a continuación, hacer una breve descripción de su integración dentro de la Tesis de Doctorado.

- **Ensayo 1:** Una perspectiva evolucionista de las TI en la Excelencia Operacional: planificación, emergencia y aleatoriedad en el desarrollo de sistemas industriales adaptativos.
- **Ensayo 2:** ¿Deberíamos hacer “más verde” nuestra estrategia Lean? Influencia del compromiso medioambiental en la Excelencia Operacional
- **Ensayo 3¹:** The role of Environmental and Information Technologies in Operational Excellence: an evolutionary approach
- **Ensayo 4¹:** Balancing offshoring and agility in “traditional Lean supply chains”: a grounded theory approach based on Benetton and Inditex organizational innovations

Así pues, en los Ensayos 1 y 3 evaluamos cómo afectan las nuevas características aportadas por las TI: incremento de la cantidad y velocidad de los datos, información fiable y en tiempo real, y capacidad de integración (Moschella, 1997; Dewett y Jones, 2001) sobre las Rutinas Lean, y cómo pueden llegar a “mutar” las rutinas organizativas de Excelencia Operacional dando lugar a un nuevo tipo evolutivo de sistema de producción, mucho más eficiente, flexible y adaptable al entorno altamente cambiante (Hormozi, 2001).

¹ Los Ensayos 3 y 4 se presentan en inglés ya que, conforme a las normas de la UdG, deben estar en el idioma de la revista a donde se han enviado para su publicación.

Capítulo 1. Introducción

Entendiendo la idoneidad de las Rutinas Lean para equilibrar el trade off entre eficiencia y sostenibilidad; destacamos, sin embargo, su necesidad de evolucionar para adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno. Esta “mutación” la evaluamos de forma empírica en los Ensayos 2 y 3 considerando diferentes aspectos dentro del ámbito medioambiental, primero a nivel estratégico considerando el efecto del “compromiso medioambiental” de la organización, a través de un análisis de moderación y utilizando un panel dinámico (2001-2009); y posteriormente analizamos a nivel operativo el papel mediador que pueden ejercer la introducción de diversas tecnologías avanzadas en la planta, en este caso las “Tecnologías verdes” (ET), conjuntamente con las TI, entre las rutinas organizativas y la mejora del desempeño industrial. Cumplimos así un doble objetivo: evaluar la viabilidad de proyectos Lean-TI-Green y además, contrariamente a lo postulado por Liker (2004) evaluamos la idoneidad de incorporar “no sólo tecnología fiable y absolutamente probada”; si no dando cabida a nuevas alternativas tecnológicas que ayuden a identificar y gestionar con éxito los desafíos que deben afrontarse para obtener una empresa eficiente y sostenible.

Y para finalizar en el cuarto Ensayo nos centramos en la aplicación de innovaciones organizativas en consonancia con los principios Lean y extendemos el análisis a toda la cadena de suministro. Evaluamos cómo se pueden adaptar las empresas a los requerimientos de determinados mercados, como el de la moda, donde las crecientes exigencias de los clientes en términos de personalización, cambios de preferencia y plazos de respuesta les obligan a ser, simultáneamente, ágiles y flexibles; y donde, por otra parte, las actuaciones Lean “clásicas”, como el JIT purchasing o los flujos Pull, ya no son suficientes. Para ello nos centraremos en los casos de Inditex y Benetton. Ambas empresas, aun partiendo de estrategias de negocio diferentes, han conseguido implantar diferentes estrategia de innovación que les han permitido beneficiarse de unos menores costes de producción reduciendo al mismo tiempo el lead time y los costes de coordinación inherentes a la personalización de los productos.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO: UNA INTERPRETACIÓN EVOLUCIONISTA DEL LEAN MANUFACTURING

2.1 TEORÍAS EVOLUTIVAS DE LA EMPRESA (TEE) DESDE LA PERSPECTIVA DE NELSON Y WINTER

2.1.1 TEE: desde sus orígenes hasta Nelson y Winter

Como reacción ante el enfoque estático de las teorías neoclásicas e institucionales han surgido desde los años ochenta nuevas aportaciones que pretenden velar por un mayor realismo y dinamismo en la comprensión de los fenómenos empresariales. Se encuadran aquí las Teorías Evolutivas de la Empresa (TEE) que establecen un concepto de empresa desde una perspectiva dinámica, que le permite considerar cambios adaptativos internos que responden a las variaciones del entorno de selección.

La TEE sintetizan un amplio conjunto de temas de investigación mediante los cuales se pretende construir una teoría de la empresa que permita, por un lado, identificar las deficiencias explicativas de la empresa en la teoría neoclásica, y por otro, explicar el comportamiento de los sistemas económicos y empresariales alejándose de los principios tradicionales de equilibrio o maximización del beneficio.

Este paradigma comienza por rechazar la concepción neoclásica de la empresa como un ente técnico-productivo; es decir, la empresa no puede ser representada únicamente como una función de producción, sino que es necesario ampliar el análisis económico hacia los procesos técnicos y organizacionales que ocurren en su interior. Además, establece la imposibilidad de que las empresas tengan como único objetivo la maximización de sus beneficios a través de una conducta perfectamente racional debido sobre todo a la incertidumbre del ambiente. Por último, afirma que las empresas no se desenvuelven como actores pasivos en su entorno, sino que sus decisiones pueden alterar los mercados en los que participan. Las Teorías Evolucionistas de la empresa ponen más atención en los procesos de aprendizaje y desarrollo dentro de las organizaciones. El agente es explorador y creador antes que maximizador. La empresa es un organismo cambiante, representado por comportamientos reactivos a la vez que por propósitos determinados. Además, existe una clara analogía en la idea de “selección natural” económica: “las condiciones de mercado

proporcionan una definición de éxito a las empresas comerciales, y esa definición se relaciona estrechamente con su habilidad para sobrevivir y crecer” (Nelson and Winter, 1982 p. 9). Esa es precisamente la analogía de la competencia de mercado respecto de la lucha por la existencia en biología.

En este sentido, siguiendo a Dosi (1991, p.354) consideramos que bajo el nombre de Teorías Evolucionistas se engloba “un conjunto heterogéneo de aportaciones que comparten énfasis en las propiedades dinámicas de las economías, caracterizadas por el surgimiento repetido de diferentes formas de innovación, procesos de descubrimiento descentralizado y la persistencia histórica de ciertos modelos de cambio”. De esta forma, el término “evolucionista” se refiere a aquellas contribuciones teóricas que involucran los siguientes supuestos (Coriat y Weinstein, 1995): racionalidad limitada (abandono de la hipótesis de información perfecta), heterogeneidad entre agentes, sustitución de los objetivos maximizadores por objetivos de búsqueda de la satisfacción (satisficing), dependencia de la trayectoria pasada (path dependency) o incertidumbre del ambiente y del proceso de aprendizaje.

En cuanto a los orígenes de la escuela evolucionista, Coriat y Weinstein (1995) consideran la obra de Freeman, y sobre todo la de Nelson y Winter (1982) como las bases de lo que hoy constituye la escuela evolucionista. Creemos que además deben incluirse entre los fundadores a los propios Coriat y Weinstein (1995), y otras obras como las de Teece (1982, 1987, 1988), Dosi (1984, 1988) y Dosi, Teece y Winter (1990). En nuestra Tesis Doctoral utilizaremos como marco teórico el trabajo de Nelson y Winter (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Al igual que otros autores, entendemos que supone la explicación más coherente formulada hasta ahora desde una perspectiva evolutiva, y además sus postulados persisten en todas las aportaciones posteriores (Felin y Foss, 2004).

Nelson y Winter (1982) utilizaron en su obra una metáfora evolucionista para hacer referencia a las analogías procedentes de la biología y la selección natural, permitiéndoles una vía de escape perfecta a la inflexibilidad de la ortodoxia neoclásica y suponiendo una importante fuente de propuestas a partir de la cual se reforzaba el interés por los procesos progresivos e irreversibles en el tiempo, por la evolución en periodos largos, por la variación

y la diversidad, por las situaciones de no equilibrio, y por la posibilidad de incurrir en errores de manera persistente y sistemática, relegando así a un segundo plano el comportamiento optimizador.

Tal y como indican Coriat y Weinstein (1995), Nelson y Winter se apropiaron de tres ideas esenciales de la evolución biológica y los trasladaron al comportamiento de los agentes económicos: (1) debe existir un principio de variación continua (*search*) entre los miembros de una población (provocados por las situaciones de amenaza de la empresa o el entorno que motiva a la evolución de las organizaciones); (2) debe haber elementos de permanencia o herencia que tuvieron el mismo rol que los genes en biología (rutinas aplicadas por los agentes) y (3) aquellos organismos mejor adaptados serán los que sobrevivan y procreen un mayor número de descendientes. Existen por tanto mecanismos de selección (del entorno) que actúan como filtro optando entre las diferentes evoluciones posibles.

Sin embargo, la utilización de estas analogías no significa que la traslación biología-economía sea perfecta. Así, por ejemplo, aunque el comportamiento de las rutinas resulta fácilmente asimilable al de los genes en biología, el proceso de transmisión de la información que contienen, al contrario que el comportamiento darwinista típico de la biología, se convierte en un proceso de corte lamarckiano en el ámbito socioeconómico: cuando las rutinas cambian, otras empresas pueden imitarlas o heredarlas directamente. Además, el evolucionismo en economía no implica necesariamente un proceso gradual como en biología (Dosi, 1991). También permite cambios abruptos, y mutaciones; es decir, existen elementos estocásticos que dan lugar a patrones de comportamiento no predecibles. Este concepto será de gran importancia en la presente Tesis Doctoral al considerar los procesos de moderación provocados por determinados factores (Tecnologías Medioambientales y del a Información, compromiso medioambiental o necesidad de innovación) en las rutinas organizativas de Excelencia Operacional. En la Tabla 2.1 se recogen las principales características de las Teorías Evolutivas.

Tabla 2.1. Principales características de las Teorías Evolutivas de la Empresa

Enfoque de estudio	Características en la Economía Evolutiva
Definición y objetivo de empresa	Conjunto de rutinas, como reglas de decisión y depósito de conocimiento, que se van modificando como respuesta a los eventos aleatorios a los que se enfrenta. Objetivo: adaptarse al entorno
Unidad básica de análisis	Rutinas organizacionales (reglas de decisión)
Principales factores explicativos	<ul style="list-style-type: none"> - Firmas heterogéneas - Racionalidad limitada - Conocimiento tácito y limitaciones en el proceso de información. - Trayectorias dependientes de las decisiones pasadas (path dependency) - Situaciones de no equilibrio
Mercado	Las firmas sobreviven en un mercado cambiante por su capacidad de adaptarse (búsqueda e innovación), no por su tamaño (innovación-selección-adaptación)
Autores representativos	Nelson y Winter (1982), Dosi (1991).

Fuente: Basado en Nelson y Winter (1982)

2.1.2 Principales conceptos utilizados en la investigación

2.1.2.1 La empresa y las rutinas: definición y clasificación

Desde la perspectiva evolutiva la empresa se define como un conjunto de rutinas, como reglas de decisión y depósito de conocimiento, que se van modificando como respuesta a los eventos aleatorios a los que se enfrenta. Se observa, por tanto, que la concepción de la empresa es completamente distinta a la que postula el enfoque neoclásico (Hodgson, 1998), ya que se rechaza la concepción de la empresa como un ente técnico-productivo exclusivamente, en el que incluyendo la cantidad y el tipo de ingredientes necesarios (inputs) obtenemos los resultados (output) deseados. Esta concepción olvida por completo todos los procesos organizacionales que tienen una transcendencia fundamental en el devenir de la empresa.

Por lo tanto, la corriente evolutiva propone empresas diferenciadas tecnológicamente con trayectorias específicas y con diferentes capacidades de aprendizaje asociadas a sus rutinas organizativas. Se abandona además el concepto de maximización y se subraya la racionalidad limitada como un obstáculo para realizar una optimización. Así pues, la finalidad de la empresa consiste en sobrevivir en el mercado obteniendo un cierto nivel de satisfacción (Simon, 1951).

Nelson y Winter emplean el concepto de rutina como núcleo central de la empresa, cuya capacidad para reproducirse, igual que los genes en biología, permite conservar y reproducir la información que contienen a través del tiempo. Los individuos aprenden a resolver problemas a través de patrones estables de comportamiento (rutinas) que se hacen parcialmente tácitos. Además, debido a su carácter duradero y su capacidad para reproducirse, las rutinas se convierten en la “memoria organizacional” actuando como depositarios de estos conocimientos y habilidades (skills), conservando y reproduciendo la información que contienen a través del tiempo y conformando la estructura básica que permite a las empresas aprender y adaptar sus comportamientos (Dosi, 1991).

2.1.2.2 El proceso de aprendizaje y las rutinas organizativas

Desde el punto de vista evolutivo el aprendizaje puede ser definido como un proceso acumulativo por el que la repetición de las tareas no solo reduce la complejidad de las decisiones, sino que permite la mejora de su desempeño y posibilita la aparición de nuevas oportunidades de mejora. De esta forma se enfatiza que el aprendizaje no se adquiere solo externamente, sino que se obtiene con esfuerzo a lo largo del tiempo y sobre la base de lo conocido; en otras palabras, lo que somos capaces de aprender en un momento determinado es consecuencia de lo que ya hemos aprendido con anterioridad.

Este proceso, a priori inherente a cada individuo, está también presente en la base de la configuración de las rutinas organizativas de la empresa (Dosi, 1991). De hecho, Nelson y Winter (1982) plantean que el comportamiento de una organización y, por tanto, el proceso de aprendizaje, es equiparable al comportamiento de los trabajadores que la conforman. En consecuencia, las rutinas organizacionales son el equivalente a las habilidades del individuo. Además destacan que las rutinas organizacionales son incluso más relevantes que las individuales, pues si bien estas últimas son importantes, solo alcanzan el límite de su potencial en entornos organizacionales concretos. Así por ejemplo, podría decirse que una empresa sin las competencias organizacionales adecuadas en el campo de la I+D, el marketing o la dirección, no aprovechará correctamente las potencialidades de sus trabajadores. Estas rutinas también son difícilmente codificables, es decir, su transmisión es muy compleja. Esta es precisamente la característica esencial que diferencia a las organizaciones; este comportamiento tácito es la razón por la que se generan trayectorias específicas y con diferentes capacidades.

Y para finalizar con la caracterización de las rutinas organizativas, conviene señalar que Nelson y Winter (1982) diferencian entre rutinas estáticas y dinámicas. Mientras las primeras facilitan la repetición de procedimientos estándar concerniente a la obtención de satisfacción, las dinámicas existen justamente para lo contrario; es decir, para producir nuevos procedimientos. Se asimila el concepto de “búsqueda” al de mutación en el ámbito de la biología. Si las empresas son suficientemente productivas no realizarán nuevas

búsquedas pero, en caso contrario, las empresas se verán obligadas a considerar otras alternativas para obtener un cierto nivel de utilidad.

Aparece así el concepto de “rutinas de búsqueda”, que son rutinas para evaluar, modificar o sustituir a otras y que al final, desembocarán en innovación. Toda empresa necesita así cierta estabilidad en el día a día para no caer en el caos. No sería posible la producción de un bien o servicio si cada uno de los componentes de la organización estuviese sometido a un cambio continuo en las máquinas, en los sistemas de control, en el tipo de retribuciones, en la organización del trabajo, etc. No obstante, tampoco sería posible la aparición de ninguna innovación si todos los esfuerzos estuviesen destinados a reproducir exactamente los mismos procedimientos que se vienen repitiendo desde que la empresa existe. En definitiva, es necesaria la interacción entre las personas, es decir, las rutinas dinámicas que facilitan la consecución de nuevas o mejoradas ideas que, una vez materializadas y comercializadas, dan lugar a la innovación.

2.1.2.3 Competencias y selección

Una empresa solo sobrevivirá si consigue las rutinas necesarias para enfrentarse a los cambios del entorno. Estas rutinas son el resultado de un proceso de aprendizaje tácito que responde de forma automática a los problemas a los que se va enfrentando la organización. Tal y como indican Coriat y Weinstein (1995) esta dimensión tácita es el resultado de las características cognitivas de los sujetos que funcionan siguiendo rutinas. De esta forma, continuando con la analogía biológica, Nelson y Winter (1982) consideran que la “selección natural económica” opera a través del mercado seleccionando qué empresas y trayectorias son rentables y cuáles no. El entorno no modifica las posibilidades contenidas en una tecnología ni una trayectoria tecnológica determinada, pero discrimina y selecciona las trayectorias dominantes basándose en diversos criterios (Dosi, 1991). Podríamos concluir por lo tanto que el proceso de aprendizaje está en la base de la configuración de las rutinas organizativas, que, a su vez, podrían concebirse como los genes que diferencian a unas especies de otras, a unas empresas de otras. Esta constatación plantea dos interrogantes importantes y relacionados: 1) ¿qué es lo que hace evolucionar a estas “especies” a lo largo

del tiempo? y, 2) ¿qué mecanismos de selección existen para determinar que algunas sobrevivan y otras no?

Sobre la primera cuestión, el paradigma evolucionista plantea una teoría del cambio endógeno. Partiendo del hecho de que las empresas cambian a lo largo del tiempo, y de que estos cambios pueden suceder de manera abrupta o lentamente, se sugiere que la naturaleza de las competencias acumuladas por la empresa históricamente es la que fomenta su evolución en una determinada dirección.

El argumento es sencillo: cuando una empresa nace posee unas competencias primarias que se configuran como su activo fundamental para competir en el mercado; pero también dispone de una serie de competencias secundarias que apoyan su ventaja competitiva esencial. Éstas últimas son las responsables de la evolución de las empresas motivada por cambios en el mercado o, normalmente, por oportunidades tecnológicas. Por lo tanto, las competencias secundarias desarrolladas a lo largo del tiempo, son los instrumentos clave para explicar por qué las empresas deciden asumir una trayectoria u otra. Ésta, de hecho, puede ser la razón por la que, si bien las empresas tienden a concentrarse a nivel productivo en aquellas actividades que mejor conocen –en coherencia con la sabiduría convencional estimulada por Michael Porter–, también tienden a presentar una gran diversidad tecnológica medida por las áreas de conocimiento en que efectúan sus patentes (Brusoni, Prencipe y Pavitt, 2001). De esta forma, la concentración productiva les permite aprovecharse de las economías de escala y alcance, y la diversidad tecnológica escoger la dirección de su evolución entre abanico de posibilidades más amplio.

Sobre la segunda cuestión, el mecanismo de selección, los evolucionistas presentan una opinión que confronta de forma radical con lo normalmente difundido en las facultades de economía. Así, la idea de que el mercado es el mecanismo de selección por excelencia, eliminando a todas aquellas empresas cuyo comportamiento no maximice su beneficio, es radical y rechazada. En su lugar, proponen la existencia de diversos entornos de selección. La explicación también sencilla. Si solo existe un mecanismo de selección y éste es el mercado, entendido como ente abstracto en el que se compra y vende un producto, ¿cómo explicamos la diversidad de conductas empresariales, trayectorias tecnológicas o estructuras

de mercado? El concepto de diversidad de entornos de selección es fundamental para entender el desempeño económico y tecnológico, tanto de las empresas como de los países. Sobre la base de la caracterización de esta diversidad de entornos se construye la distinción evolucionista entre entornos laxos y entornos estrechos. Según podamos describir la estructura del mercado, las barreras de entrada o el acceso a la financiación, se configurará el mecanismo de selección concreto que influye en la evolución de las empresas.

Al inicio toda firma dispone de su activo específico y su competencia principal, a la vez que tiene también una serie de activos específicos secundarios concebidos como complementarios de los activos principales y presentes a lo largo de la cadena de valor del activo principal. En la medida en que se presente alguna oportunidad tecnológica del exterior (cambio abrupto) o si se producen evoluciones tecnológicas internas que descubran ciertas oportunidades (cambio gradual) la firma puede aprovecharlas para generar una nueva actividad, convirtiendo ciertas competencias que inicialmente eran secundarias en competencias principales. Se refleja de nuevo en esta segunda cuestión que “la historia cuenta” (Dosi, Teece y Winter, 1990).

2.1.2.4 El porqué de la variedad: la mutación de las rutinas

Más allá de definir e identificar las rutinas involucradas en la gestión de las operaciones, conviene entender también el porqué de la variedad de contenidos de esas rutinas. Partiendo del hecho de que la variedad de empresas en términos estratégicos y organizativos es muy amplia, como sucede con las especies en biología, la organización de las operaciones debe soportar también algún fenómeno equivalente a la recombinación genética y a las mutaciones (Hodgson y Knudsen, 2006).

Así pues, entendiendo que la organización de las operaciones puede cambiar de forma lenta y con una novedad incremental (recombinando subrutinas) o de manera abrupta y radical (a través de mutaciones en sus rutinas); serían las mutaciones y recombinaciones de rutinas, en todo caso, las que estimularían la variedad organizativa (el foco del esfuerzo innovador de las empresas), siendo las propias rutinas, equivalentes a los genes en biología, las que garantizarían la transferencia de soluciones aparentemente adaptativas a lo largo del tiempo.

La Teoría Evolucionista hace hincapié precisamente en la palabra adaptativa, y no tanto en eficiencia, porque de la misma manera que la evolución biológica no garantiza resultados moralmente buenos o justos, la evolución de las operaciones en una empresa tampoco tiene por qué garantizar resultados óptimos en términos de eficiencia; ni siquiera tendría por qué garantizar una mejora de la eficiencia en comparación con estados anteriores de la misma empresa; dependerá de la evolución del entorno. No es de extrañar, por tanto, que los entornos de selección representen un gran objeto de interés para la Teoría Evolucionista, cuestionando radicalmente que el mercado sea el mecanismo de selección por excelencia. En su lugar, se propone que existen diversos entornos de selección en los que la adaptación requiere de características organizativas que generan capacidades diferentes, tal y como sucede de hecho en el campo de la biología.

En cuanto al origen de estos cambios, se encuentran dos perspectivas aparentemente irreconciliables en el ámbito biológico, pero compatibles en el social: las variaciones aleatorias típicas de la perspectiva darwinista, por un lado; y las variaciones procedentes de los estímulos de la adversidad asociadas a la visión lamarckiana de la evolución, por otro.

Los autores clásicos asociados a la Teoría Evolucionista (Alchian, 1950; Nelson y Winter; 1982) han difundido una perspectiva lamarckiana del cambio en las rutinas. Con un planteamiento global, Alchian (1950) interpretaba el sistema económico como un mecanismo de selección de iniciativas exploratorias que —y esta es la clave— buscaban explícitamente y de manera adaptativa la mayor rentabilidad posible. Descendiendo al ámbito empresarial, Nelson y Winter (1982) explicaban que las variaciones en la población eran provocadas intencionadamente por los gerentes en función de sus creencias y percepciones sobre cómo acompañar los cambios del entorno. Estas mutaciones y recombinaciones tendrían por tanto el objetivo de extender aguas abajo nuevas rutinas que redujesen la incertidumbre socio-técnica provocada por los constantes cambios del entorno. El esfuerzo humano por generar estas variaciones organizativas y controlar las fuentes de incertidumbre causa, a su vez, cambios en esas fuentes que acaban por provocar nuevos retos de adaptación en una suerte de efecto Heisenberg. Todo el proceso de cambio de las rutinas estaría así caracterizado por una gran incertidumbre, una gran dependencia de la

experiencia y del conocimiento tácito y explícito previos, así como por una cierta irreversibilidad, en el sentido de que la trayectoria del cambio se imprime con inversiones específicas en activos y capital humano muy costosas de modificar a posteriori (Nelson y Winter, 1982; Dosi et al., 1988).

Quizá por hundir sus raíces en los clásicos, la perspectiva lamarckiana es probablemente la más difundida entre los analistas que se enfrentan al estudio de los sistemas sociales y, en particular, a la gestión de las empresas. No son pocos los autores, sin embargo, que enfatizan la necesidad de complementar la intencionalidad de los gerentes en el cambio organizativo con el origen estocástico e incluso emergente de muchas otras mutaciones (Fujimoto, 1999; Hodgson y Knudsen, 2006; Aldrich et al., 2008). Si por estocástico entendemos un sistema no determinista cuyo estado futuro depende de las acciones predecibles del sistema y de un componente aleatorio, el hecho de añadir la emergencia en el origen de las mutaciones y recombinaciones de rutinas viene a enfatizar la aparición espontánea de estructuras complejas que se rigen por reglas simples sin recurrir a una inteligencia de tipo centralizado. Desde este punto de vista y al igual que sucede con los sistemas caóticos, los sistemas emergentes son predecibles en cuanto al modelo de funcionamiento (mientras las reglas no cambien), pero no en cuanto a la dirección o trayectoria temporal concreta que siguen (Dooley y Van de Ven, 1999). Por lo tanto, las mutaciones no sólo podrían tener un origen aleatorio y resultados impredecibles, sino que además pueden surgir de la auto-organización de los elementos del sistema sin necesidad de una autoridad planificadora central (tal y como sucede con las moléculas, la biosfera, las ciudades o el mercado bursátil).

2.2 EL LEAN MANUFACTURING COMO PARADIGMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES

2.2.1 Del origen japonés a la reinterpretación americana de los principios del TPS

El *Lean Manufacturing* es una filosofía que reúne buena parte de la sabiduría convencional japonesa y está formada por diferentes herramientas que persiguen la identificación y eliminación sistemática del desperdicio –actividades de bajo o nulo valor añadido– a través de la mejora continua y sobre la base de un flujo *pull* (Womack y Jones, 2003). Muchas de las ideas y herramientas englobadas en la filosofía de reducción del desperdicio proceden del

sentido común, algunas del legado optimizador de Taylor, y otras de la herencia industrial de Henry Ford. Sin embargo, ha sido sin duda el Toyota Production System (TPS) el que más ha influido en la generación de herramientas de esta filosofía.

No en vano, el Lean recoge las enseñanzas impartidas por Ohno en la empresa automovilística Toyota que respondían, en los años 50, a la necesidad de atender mercados con bajos volúmenes y una mayor variedad de vehículos (Womack et al., 1990; Womack y Jones, 2003; Holweg, 2007). En la década de los ochenta llegan a Estados Unidos, como alternativa al tradicional sistema de producción en serie y, pese a las limitaciones que se le atribuyen—y sobre las que profundizaremos más adelante—, se ha convertido, poco a poco, en la ortodoxia en gestión de operaciones (Cooney, 2002; Shah y Ward, 2003; Hines, 2004).

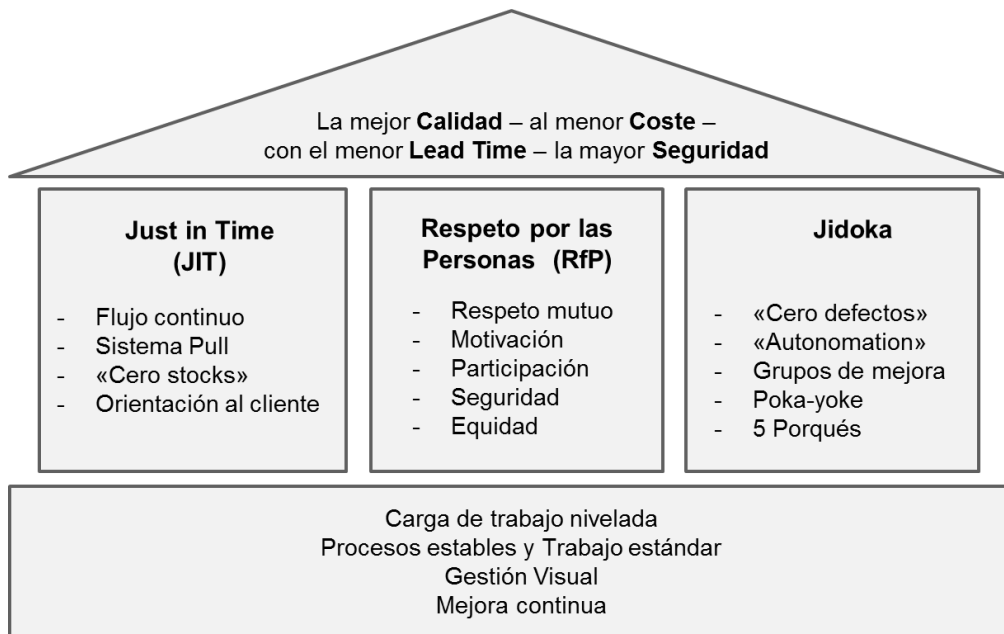
El término *Lean Manufacturing* fue popularizado por el International Motor Vehicle Programme (IMVP), formado por investigadores del Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT) en la década de 1980, para describir el enfoque alternativo a la producción en masa. Sin embargo, fue su análisis posterior y la obra a la que dio lugar, “*The machine that changed the World*” (Womack et al., 1990) el punto de partida de la adopción imparable en occidente del TPS. En la actualidad ambos conceptos, TPS y *Lean Manufacturing*, se utilizan de manera intercambiable (Wilson, 2010). No obstante, además de esta obra, es preciso señalar la importancia que han tenido otros autores en la génesis y desarrollo de lo que actualmente se conoce como Lean Thinking (Shingo, 1990; Ohno, 1988; Liker, 2004).

En cuanto al objetivo principal de esta filosofía existe un consenso absoluto en la literatura: la eliminación sistemática de todas aquellas actividades que no añaden valor (Womack et al., 1990; Womack y Jones, 2003). De hecho coincide con la definición de Ohno (1988) cuando se refería al propósito final del TPS como la eliminación absoluta del desperdicio: todo lo que exceda del mínimo necesario de materiales, equipamiento, partes, espacio y tiempo para el proceso. Sin embargo, a pesar de esta unanimidad, donde no existe acuerdo es cómo medir el grado de *Leanness* (nivel de Lean) de una compañía ni de las prácticas y herramientas que lo conforman.

El carácter ecléctico del término ha propiciado multitud de enfoques en la literatura (Womack et al., 1990; McKone et al., 1999; Linderman et al., 2006; MacDuffie, 1995; Shah y Ward, 2003, 2007; Swink et al., 2005; Yang 2011). Siguiendo la labor de síntesis de Martínez-Jurado y Moyano-Fuentes (2011) podemos encuadrar el *Lean Manufacturing* dentro de dos perspectivas principales: de un lado una perspectiva más práctica (*Lean toolbox*), que incluye un conjunto de prácticas de gestión y herramientas asociadas al *Just in Time (JIT)*, *Total Productive Maintenance (TPM)*, *Total Quality Management (TQM)*, prácticas avanzadas de Recursos Humanos y una serie de prácticas externas relacionadas con el grado de integración con proveedores y clientes (Shah y Ward, 2003 y 2007; Cagliano et al., 2006; Martínez-Jurado y Moyano-Fuentes, 2011). Por otro lado, una segunda perspectiva de naturaleza más esencialista y teórica (que podemos denominar *Lean culture*), se orienta hacia en énfasis en los principios fundamentales de esta filosofía (Liker, 2004; Womack y Jones, 2003). A pesar de esta doble perspectiva, bajo nuestro punto de vista el problema sigue sin resolverse. Por un lado, el conjunto de herramientas y prácticas que se utilizan bajo el término *Lean* es muy amplio, lo que dificulta en gran medida su operacionalización. Por otro lado, las aproximaciones empleadas presentan, bajo nuestro punto de vista, importantes carencias: a) se basan en herramientas (subrutinas) en lugar de centrarse en lo que hay de permanente (rutinas), b) son habitualmente medidas parciales y c) no hay un marco teórico consistente.

Atendiendo a estas limitaciones y con el fin de construir un modelo basado en lo que hay de permanente, en lugar de centrarnos en las herramientas, abordaremos el constructo *Lean Manufacturing* a partir de los pilares del TPS: JIT y Jidoka (Ohno, 1988; Monden, 1983; Suzuki, 2004) e incorporando explícitamente un tercer pilar, el Respeto por las Personas (RfP), muy presente en el TPS pero no tan habitual en la posterior difusión del *Lean Manufacturing* (Emiliani, 2008; Gajewski, 2014). La Figura 2.1, se trata de una adaptación de la conocida *Casa TPS* en la que incluimos los pilares descritos anteriormente con sus principales características. A continuación se explicarán cada uno de ellos en detalle.

Figura 2.1. Representación de los tres pilares del TPS



Fuente: Basado en la “Casa TPS” (Liker, 2004)

El primer pilar, el Just in Time (JIT), es tal vez el más reconocido del sistema Toyota. Este principio responde a un conjunto de herramientas y prácticas de gestión interrelacionadas que persiguen producir sólo los productos demandados (conforme a las expectativas del cliente), en el momento requerido y en la cantidad necesaria (Sugimori, 1977; McLachlin, 1997; Shah y Ward, 2003; Swink et al., 2005; Yang et al., 2011). Tal y como indica el propio Coriat (2000) esto implica dos cambios de percepción fundamentales. Por un lado el cambio de sistema *Push* a sistema *Pull* (cada proceso retira el producto o las piezas del proceso anterior a medida); por otro, la necesidad de un flujo continuo lo implicaría un sistema de producción pieza a pieza, la eliminación de stocks entre procesos, y fabricar conforme al ritmo impuesto por la demanda (*Takt Time*).

Respecto al segundo pilar, Jidoka, se traduce habitualmente como *autonomación* debido a su concepción como la automatización del control de calidad agregándole “un toque humano”. Este principio comprende un conjunto de herramientas y prácticas para asegurar el autocontrol de calidad y dota a los trabajadores de los medios para que, si se produce alguna anomalía, detengan la producción e impidan que las piezas defectuosas avancen. Así se persigue la conocida filosofía “cero defectos”, corrigiendo los problemas en cuanto se

producen (*Built in Quality*) (Ohno, 1988). Este principio rompe, en cualquier caso, con la tradición "tayloriana" anterior, donde sólo el jefe de planta podía detener la cadena de producción. El TPS otorga al trabajador la capacidad y responsabilidad para hacerlo, incluyendo un nuevo aliado en la 'resolución de problemas'. Por otro lado, la inspección de calidad al final de línea, característico de los sistemas tayloristas y fordistas, se sustituye ahora por sistemas de autocontrol y se integra dentro del propio proceso productivo (Ohno, 1988).

Analizamos por último en el tercer pilar del TPS: el Respeto por las Personas (RfP). A pesar de que este pilar es considerado por algunos autores como la clave para hacer funcionar el sistema Lean (Emiliani, 1998; Emiliani y Stec, 2005; Emiliani et al., 2007), y además se incluye explícitamente en las bases del TPS (Sugimori et al., 1977; Monden, 1983; Ohno, 1988; Liker, 2004; Treville y Antonakis 2006), tuvo una difusión prácticamente nula en el pensamiento Lean. Su importancia en Toyota aparece reflejada, sin embargo, ya desde el primer artículo en inglés sobre el TPS, donde Sugimori et al. (1977) defendían, desde su posición como gerentes en Toyota, que el TPS se fundamentaba en dos conceptos básicos: 1) la mejora continua y 2) la plena utilización de las capacidades de los trabajadores ("*Respect-for-human System*"). Del mismo modo, Ohno (1988) comenta en el prefacio de su obra que "este concepto [eliminación de residuos] y el respeto por la humanidad [personas] son, con igual importancia, la base del TPS". Igualmente, en el modelo 4P de Toyota (Liker, 2004), aparece reflejado explícitamente este pilar en una de las 4P (*People and Partners*: respeto, desafío y confianza).

Con el paso de los años, sin embargo, mientras que los pilares de la mejora continua (JIT y Jidoka) han recibido una mayor atención (Womack et al., 1990; Womack y Jones, 2003); este tercer pilar parece haber sido infravalorado por académicos y practicioners (Emiliani, 2008; Gajewski, 2014), existiendo pocos ejemplos documentados de implementaciones que incorporen conjuntamente la mejora continua y las prácticas que podríamos englobar dentro de este tercer pilar (Woollard y Emiliani, 2009; Emiliani et al., 2007).

Sin duda la mayor facilidad del JIT y Jidoka para generar resultados a corto plazo influyeron en esta circunstancia. Por otra parte, no resulta tan fácil comprender ni aplicar un pilar como

el respeto por las personas, ya que debemos interpretarlo desde la óptica toyotiana (Emiliani 2008; Gajewski, 2014). En el TPS el significado de “mostrar respeto a las personas” atiende más a sus capacidades en el trabajo que al individuo en sí mismo. Así lo explica Monden (1983) cuando habla del mayor “respeto por la humanidad”, como aquel que permite que cada trabajador participe en el proceso de producción. También lo hace Sugimori et al. (1977) cuando destacan que la plena utilización de las capacidades de los trabajadores requiere un “sistema de respeto a las personas” mejorando sus condiciones de trabajo y dándoles mayor responsabilidad y autoridad. Incluso en la obra de Liker (2004) aparecen alusiones a este respecto y se explica que no se trata de “amarnos los unos a otros”, sino de potenciar la confianza y cooperación entre trabajadores y directivos para alcanzar el éxito propio y como empresa. Cabe destacar además que, si bien esto se da de forma importante en el TPS, diversos autores (Wood y Albanese, 1995; Osterman, 2000; Green, 2004) han demostrado que las empresas están orientando sus prácticas de recursos humanos para potenciar el esfuerzo y responsabilidad de los trabajadores con el fin de maximizar los resultados de la organización (Arocena et al., 2010).

Podemos observar, por tanto, la doble naturaleza de este pilar dentro del TPS. Por un lado, Toyota nos descubre una particular forma de respeto, que atiende más a razones prácticas que morales, y se basa en el desarrollo mutuo de supervisores y empleados. Respeto es, en este caso, que trabajador y directivo cooperen en el proceso de solución de problemas, ayudándose y confiando mutuamente. Se busca por tanto la participación activa de trabajadores bien formados a los que se otorga la capacidad de decisión (Sugimori, 1977; Monden, 2011). Aquí la cooperación refleja un negocio entre trabajadores y directivos, como "propietarios de parte", con el objetivo de minimizar los costes y maximizar las posibilidades de éxito (Emiliani, 2008). Por otro lado, atendiendo también a esta explicación, observamos como el RfP permite además complementar el empowerment inicial inherente al JIT y al Jidoka con una preocupación explícita por mejorar las condiciones laborales y la motivación del trabajador, equilibrando el desgaste generado por los procesos de mejora (Emiliani, 2008; Gajewski, 2014).

Incluso en un entorno industrial donde la coordinación fuese técnicamente perfecta y los sistemas de aprendizaje resolviesen todos los contratiempos, los grupos de presión tendrían intereses diferentes —a menudo divergentes— que necesitan de un acuerdo estable para evitar colisiones constantes en la organización de las operaciones. Coriat y Weinstein (1995) y Coriat (2000) enfatizan desde este punto de vista el conflicto tradicional entre empresarios y trabajadores por el reparto del excedente y la organización del trabajo como el tercer reto clave al que un tipo específico de rutinas debe prestar atención.

El objetivo será, por tanto, garantizar una tregua estable que facilite el despliegue correcto de las rutinas de transmisión de información y de resolución de problemas. Y esto representa lo que sucedía dentro del propio TPS. El propio Ohno se refería al sistema “JIT+Jidoka” como “management por estrés”; es decir, un tipo de gestión de las personas que probablemente respetaba más a la gente que el Taylorismo o el Fordismo en la medida en que los hacía coprotagonistas de la resolución de problemas (Sugimori, 1977; Monden, 2011), pero que al fin y al cabo podía acabar generando incluso más estrés que el derivado de la repetición sistemática de pocas y sencillas tareas. El hecho es que en los años ochenta y por si quedaba alguna duda de qué significaba “Respeto por las Personas”, Toyota comenzó a tener una rotación de personal muy elevada y a presenciar ciertas dificultades para atraer a los trabajadores más capaces (Fujimoto, 2000). Fue entonces cuando comenzó a plantearse la necesidad de sistemas “Lean-en-equilibrio”, para recuperar el ajuste entre la satisfacción de los empleados y la satisfacción del cliente (Fujimoto 1994).

2.2.2 Evolución del Lean y principales retos a los que se enfrenta en la actualidad

Las prácticas Lean han demostrado estar asociadas a resultados muy satisfactorios en términos de productividad, calidad o seguridad en el trabajo, actuando sobre las causas de variabilidad o despilfarro y, en general, sobre todo aquello que no añade valor desde el punto de vista del cliente (Womack et al., 1990). Existe en este sentido abundante literatura que avala el éxito de su implantación en aspectos tales como la reducción en el tiempo de fabricación y/o entrega, minimización de los inventarios, fiabilidad de las entregas o eliminación de los desperdicios, entre otros (Womack y Jones, 2003; Melton 2005; Cagliano et al. 2006; Liker, 2004; Yang and Su 2007). Así surgirían determinadas capacidades Lean

difícilmente imitables, y en consecuencia posibles fuentes de ventajas competitivas sostenibles (Hill y Jones, 2001).

El éxito de estos resultados ha provocado una importante expansión del *Lean Manufacturing* a lo largo de toda la cadena de valor, desde el diseño de los productos hasta la distribución y comercialización. Así, adaptando sus principios desarrollados originalmente en plantas de producción, ha pasado de emplearse en el ámbito de las operaciones al management general de cualquier función en cualquier organización (Shah y Ward, 2007). La propia evolución de la terminología refleja este hecho, pasando desde el término *Lean Manufacturing* o Lean Production a Lean Management o Lean Thinking en la actualidad (Womack y Jones, 2003).

Esta progresión también se refleja en los sectores en los que se aplica. Aunque tiene sus orígenes en la industria del automóvil, hoy en día se emplea tanto en otros sectores industriales (Womack y Jones, 2003; Hines et al., 2004) como en el de servicios (Swank, 2003; Arfmann y Federico, 2014), ámbito sanitario (Chiocca et al., 2012; Houchens y Kim, 2014) o en la administración pública (Walley et al., 2006). En todos ellos tiene una buena acogida su premisa básica de eliminación sistemática de las actividades que no añaden valor a cualquier actividad o proceso.

No obstante, aún a pesar de sus ventajas y de su creciente implantación (Fane et al., 2003), el concepto es relativamente reciente en Occidente, sobre todo en determinados sectores como el de la alimentación o en general en las PYMEs (Achanga et al., 2006). En este sentido, Bhasin y Peter (2006) señalan como causas de la baja implantación de *Lean Manufacturing* el enfoque equivocado de considerar el Lean como un conjunto de técnicas en lugar de una filosofía. También es una idea equivocada considerarlo como una panacea para resolver cualquier tipo de problema (Cooney, 2002). Algunos autores, aun defendiendo su aplicabilidad en cualquier ámbito, apuntan que deben darse ciertas consideraciones para alcanzar resultados exitosos, como tipología del proceso, el tamaño (Achanga et al., 2006) o la situación inicial de la empresa o su contexto (Abdulmalek et al., 2006; Abdulmalek y Rajgopal, 2007; Fortuny et al., 2008). Sin duda, la elevada dificultad que supone su implantación, especialmente en lo concerniente a los aspectos de organización del trabajo -

más difícilmente replicables que los procesos técnicos- y el carácter integral de esta metodología dificultan su implementación, y lo más importante, su mantenimiento en el tiempo, imprescindible por otra parte para que se articulen adecuadamente los principios Lean y se alcancen los resultados esperados.

En este sentido, aunque las prácticas Lean han demostrado estar asociadas a un alto rendimiento empresarial en términos de productividad, calidad o seguridad en el trabajo (Womack y Jones, 2003; Liker, 2004), y de hecho queda todavía un largo recorrido para difundir esas prácticas en PYMEs y en las actividades de apoyo de la cadena de valor. Este diagnóstico no impide sostener, sin embargo, que el Lean Thinking como paradigma de gestión parece mostrar ciertas debilidades ante las tendencias estructurales que describe la evolución del entorno; unas tendencias caracterizadas por la existencia de clientes más exigentes en términos de personalización y plazos de respuesta, una mayor preocupación medioambiental derivada especialmente de la escasez de recursos y el cambio climático, una creciente incertidumbre económica, así como una mayor intensidad, impacto y velocidad de difusión del cambio tecnológico, particularmente de las TI.

Por otra parte, el impacto positivo de la producción ajustada no siempre se refleja de una forma inmediata sobre los resultados financieros de la empresa (Balakrishnan et al. 1996; Lewis, 2000; Shah y Ward, 2007). Lewis (2000) defiende que es posible sostener una ventaja competitiva basada en las Prácticas Lean siempre y cuando la empresa sea capaz de apropiarse de las mejoras en productividad generadas. No obstante esto no siempre es fácil, ya sea por la dificultad en la descripción de los Principios Lean (Shah y Ward, 2007), su correcta implantación (Liker, 2004) o por factores del entorno (Balakrishnan et al., 1996).

Así pues, a pesar de que el Lean Thinking constituye hoy en día la ortodoxia en gestión de operaciones, los principios y herramientas sintetizadas en el núcleo del paradigma (Lakatos, 1978) muestran una creciente debilidad en tres ámbitos principalmente:

En primer lugar, a pesar de que la filosofía de eliminación de desperdicio típica del *Lean Manufacturing* debería ser coherente con la creciente preocupación medioambiental y la necesidad de reducir el consumo energético (Florida, 1996; King y Lenox, 2001; Sawhney et al., 2007); en la práctica no es así, porque el desarrollo y aplicación de las herramientas Lean

parece no haber internalizado las crecientes exigencias de sostenibilidad de las operaciones (Rothenberg et al., 2001; Venkat y Wakeland; 2006). Por el contrario, se focalizan los esfuerzos se focalizan en el área de fabricación, obviando un análisis integral del ciclo de vida del producto que tenga en cuenta la producción y transporte de materias primas y componentes, la fabricación y distribución, y la gestión de residuos. En otras palabras, el desperdicio al que se refieren ambas filosofías atiende a motivaciones diferentes y, en muchas ocasiones, enfrentadas (Rothenberg et al., 2001; Venkat and Wakeland, 2006; Mollenkopf et al., 2010).

En segundo lugar, diversos autores sugieren que la principal debilidad de este modelo es su modo de contemplar el papel de los trabajadores (Maccoby, 1997; Conti et al., 2006). Si bien una parte esencial del legado del *Lean Manufacturing* tiene que ver con la importancia que adquieren las personas en la gestión diaria de los procesos, existe la sospecha de que la introducción masiva de Tecnologías de la Información (TI) podría desvirtuar el protagonismo toyotiano del factor humano. Sin embargo, las TI están aquí para quedarse: no sólo han evolucionado en prestaciones y facilidad de uso, sino que la digitalización de la sociedad ha facilitado su introducción incluso en entornos industriales con escaso capital humano.

Por último, en entornos en los que las exigencias de los clientes provocan cambios repentinos en las preferencias y ciclos de vida de productos más cortos; los beneficios de implementar una dirección de operaciones eficiente dependen en buena medida de la gestión que se haya hecho del proceso de innovación en la empresa; una actividad que el Lean Thinking ha subestimado. De hecho, no sólo se industrializan a menudo "*fat products*" en *Lean environments*, sino que el *propio Lean Thinking* ha sobreponderado la mejora continua de procesos sobre la innovación disruptiva de productos a pesar de que los conceptos Lean también pueden ser aplicados a este ámbito (Karlsson y Åhlström, 1996; Qudrat-Ullah et al., 2012).

Por lo tanto, en entornos como los actuales caracterizados por una gran volatilidad y personalización, los principios y herramientas Lean concebidos para entornos productivos *HVLV* (Liker, 2004) parecen mostrar ciertas dificultades para adaptarse de forma rápida (Cusumano, 1994; Maccoby, 1997; Cooney, 2002; Suzuki, 2004; Cox y Chicksand, 2005;

Moyano-Fuentes y Sacristán-Díaz, 2012). En este sentido algunos autores (Prince y Kay, 2003; Yao y Carlson, 2003; Narasimhan et al., 2006; Browning y Heath, 2009) reclaman la necesidad de una mayor agilidad del sistema, enfatizando por ejemplo que la aplicación sistemática del nivelado de la producción (Cusumano, 1994; Hines et al., 2004) o el Just in Time (Danese et al., 2012; Bortolotti et al., 2013) reduce la flexibilidad de la empresa.

De hecho, a pesar del carácter evolutivo del Lean Thinking que defienden autores como Hines et al., 2004, algunas de estas dificultades se han convertido en críticas que ya han sido abordadas en la literatura (King y Lenox, 2001; Cooney, 2002; Narashimhan et al., 2006; Bell y Orzen, 2010); y se han utilizado para justificar nuevos paradigmas para la dirección de operaciones (Hines et al., 2004; Hallgren y Ollagher, 2009). Se señala así la necesidad de una evolución de Lean Manufacturing hacia nuevos modelos híbridos, tales como el Lean-Six Sigma (Sheridan, 2000; George, 2002) o el Mass Customization (Brown y Bessant, 2003; Bayraktar et al. 2007), el Leagile (Naylor et al., 1999, Mason-Jones et al., 2000) o el LARGe SCM (*Lean, Agile, Resilient y Green Supply Chain Management*) propuesto por Carvalho y Cruz-Machado (2011). De forma similar, Hines et al. (2004) apuntan que las enseñanzas derivadas de TOC (Teoría de las restricciones) (Goldratt, 1990) pueden ser también útiles para abordar las restricciones de capacidad en los entornos Lean, en particular cuando existe conflicto entre dos o más restricciones en la cadena de valor. Todos consideran necesario, por tanto, complementar la filosofía Lean con las aportaciones de otros modelos que mitiguen las sus posibles “debilidades”.

Otros autores proponen, incluso, la necesidad de evolucionar del Lean Thinking hacia nuevos sistemas como el *World Class Manufacturing* (Yamashina, 2000), el *Agile Manufacturing* (Poesche, 2002), o incluso modelos evolucionados de estos como por ejemplo el *Real agile Manufacturing* (Jin-Hai, 2003). En opinión de muchos analistas, sin embargo, estas nuevas aproximaciones son esencialmente descriptivas y divulgativas. Y lo que es más importante, se critica su contribución real al basarse en ciertos principios y prácticas que, aunque con otras denominaciones, siempre han formado parte del cuerpo teórico de la filosofía Lean o las enseñanzas recogidas en el TPS (Richards, 1996; James-Moore y Gibbons, 1997; Bartezzaghi 1999; Sahin, 2000; Jin-Hai, 2003; Suzuki, 2004).

2.2.3 Evaluando el porqué de estas debilidades ante los retos del entorno

Consideramos que gran parte de estos desajustes entre fuerzas externas del entorno y la propia evolución del Lean Thinking están relacionados sobre todo con dos debilidades presentes siempre en los análisis. Por una parte los esfuerzos de análisis guiados por la teoría suelen tener un enfoque estático y ergódico. Por otra, escasean los análisis orientados por un marco teórico coherente e integrador. A continuación explicamos ambos aspectos partiendo del concepto de Excelencia Operacional, el fin último de esta metodología, para exponer posteriormente cómo pretendemos superarlos a través de las Teorías evolutivas de la empresa (TEE) (Nelson y Winter, 1982).

2.2.3.1 La Excelencia Operacional (EO) en un mundo no-ergódico

A pesar de la creciente utilización en los últimos años del término Excelencia Operacional (OE)¹ por parte de consultores y en el ámbito académico su origen no está claro y, tampoco resulta fácil trasladarlo al ámbito industrial ni medir su efectividad. Tal y como apuntan Jaeger et al. (2014) pueden encontrarse en la literatura hasta más de treinta interpretaciones diferentes; algunas excesivamente complejas otras, sin embargo, se ciñen a slogans vacíos de contenido, tales como "ser el mejor en todo el mundo" o "ser clase mundial". Según el diccionario de la Real Academia Española el adjetivo de excelente se otorga a algo o alguien que sobresale en calidad, bondad, mérito o estimación. Trasladado al ámbito industrial supondría realizar los procesos de forma eficiente y mejor que la competencia. La Excelencia Operacional representaría, por tanto, el punto más alto de desempeño de los procesos de una empresa, alcanzando simultáneamente altos niveles en productividad, seguridad y costes.

Por otra parte, la EO puede observarse desde dos perspectivas: como un objetivo a alcanzar y como el proceso para conseguirlo. Jaeger et al. (2014) identifican esta dualidad del concepto, la primera se centraría en los resultados y trataría de responder a la pregunta

¹ Para más información sobre la evolución histórica del concepto de EO consultar la obra de Jaeger et al., 2014.

¿qué es la excelencia?; y la segunda se focalizaría en contestar a la pregunta ¿cómo se puede lograr la excelencia?

Nosotros utilizaremos una u otra interpretación de la EO dependiendo del contexto². En primer lugar, siguiendo a Treacy y Wiersema (1993, p. 2) entendemos el término Excelencia Operacional como un "enfoque estratégico específico para la producción y entrega de productos y servicios (...). Las empresas que persiguen la Excelencia Operacional tienen un compromiso perseverante en la búsqueda de nuevos procedimientos que permitan reducir costes y optimizar los procesos de negocio a través de toda la organización". Aunque existen diferentes términos para nombrar distintas estrategias (*Six Sigma, Agile Manufacturing, Theory of Constraints, World Class Manufacturing*, etc.), asumimos desde un punto de vista *Lakatosiano* que el Sistema de Producción Toyota (TPS), reinterpretado como Lean Manufacturing por Womack et al. (1990), se puede considerar el Programa de Investigación Dominante y, por tanto, fundamentaremos en él nuestro análisis. Por otra parte, conforme a Hill y Jones (2001) consideramos que cualquier organización alcanza la excelencia, cuando se logran comportamientos superiores en uno o varios de los factores determinantes de una ventaja competitiva: eficiencia, calidad, innovación y capacidad de satisfacer al cliente.

De esta forma, atendiendo al concepto de Excelencia Operacional descrito en los párrafos anteriores, planteamos que una teoría de la Excelencia Operacional debería permitir conectar sucesos aparentemente inconexos. No basta, sin embargo, con que esa teoría sea aplicable (y válida) en un momento del tiempo determinado porque el mundo cambia de forma constante. Dicho de otra forma, no podemos modelizar el cambio en la empresa hacia la excelencia analizando solo el punto de partida o la meta final; sino que necesitamos entender los factores complejos que están involucrados en el proceso de transformación. Además, esos cambios se producen en direcciones nuevas e imprevisibles, que reclaman que las teorías acojan en su seno la posibilidad de desarrollar rutinas organizativas muy diferentes pero adaptativamente eficientes en el entorno para el que fueron diseñadas. En

² En el estudio de caso correspondiente al primer ensayo se observa al EO como el proceso mientras que en el resto de ejercicio se contempla como objetivo.

contraste con las ciencias experimentales, de hecho, la Excelencia Operacional como disciplina —al igual que la historia, la economía o la psicología— tiene una naturaleza no ergódica (North, 2010), es decir, no es posible encontrar una estructura subyacente o unos principios absolutos y uniformes que nos permitan abordar los nuevos retos que el entorno cambiante genera.

Por ejemplo, hasta la llegada del Taylorismo los operarios eran los responsables de planear y ejecutar sus tareas de forma eficiente. Sin embargo, durante los primeros años del siglo XX y particularmente en EE.UU., era necesario incrementar la eficiencia para acompasar el ritmo acelerado de la demanda de productos provocada por la explosión demográfica y las reformas políticas de la *progressive era*. Así, en un mundo de crecimiento económico sostenido, exiguu dinamismo del mercado y escaso cambio tecnológico, el estudio científico del trabajo parecía la receta definitiva para encontrar la mejor combinación de movimientos que maximizase la producción y minimizase los costes. Más adelante, el desarrollo tecnológico y la evolución de la sociedad hacia parámetros de consumo masivo (hasta entonces la demanda de productos estandarizados a gran escala se limitaba al ámbito militar), facilitó la aparición de una nueva sabiduría convencional en la gestión de las operaciones: el Fordismo. Con la estandarización del producto, el diseño de componentes intercambiables, la introducción de máquinas herramientas o la organización del flujo vía líneas de montaje, las economías de escala se multiplicaron hasta alcanzar incrementos de productividad difícilmente previsibles unos años antes. La propia descualificación del operario resultante de este proceso resultó en una homogenización de clase que, unido a la dificultad del sistema para funcionar con elevados grados de conflictividad, acabó por consolidar a los sindicatos como interlocutores colectivos de los trabajadores.

Las innovaciones en la estructura organizativa introducidas con posterioridad por Alfred Sloan en General Motors (M-form) tuvieron un gran impacto en la reducción de los costes burocráticos y en el acceso al mercado, pero apenas afectaron a la organización Fordista básica de las operaciones. No obstante, en los años setenta al confluír la saturación de los mercados, la intensidad del cambio tecnológico, la velocidad en la difusión de las innovaciones, y un consumidor cada vez más exigente en cuanto a calidad y personalización

de producto, surge el TPS; un sistema de organización industrial adaptado en sus orígenes a la realidad japonesa de posguerra (demanda débil, mercados fragmentados, escasez de materias primas y espacio), que en seguida mostró su potencial para un mercado global de parámetros cuantitativos diferentes, pero con exigencias productivas desde el punto de vista cualitativo muy similares (lógica pull, flexibilidad, series cortas, optimización de recursos). Así, en lugar de centrarse en la modernización de los sistemas de control numérico, la robótica o la visión artificial, la principal lección del TPS era que la reducción del desperdicio pasaba por la reorganización de las actividades hacia la sencillez y la autoexigencia (Ohno, 1988). La adquisición de nueva maquinaria podía jugar un papel, pero no era normalmente lo más importante. De aquí surgieron los dos pilares clásicos del TPS, Jidoka y JIT, a los que en los años ochenta se añadió un tercer componente centrado en la mejora de las condiciones laborales, al comprobar que el “*management por stress*” resultante no sólo generaba una elevada rotación de personal sino que además reducía el atractivo de la empresa para las nuevas generaciones (Fujimoto, 2000).

Así pues, la propia evolución de la organización industrial muestra paradigmas organizativos que, cada uno en su momento, representaban la solución adaptativa más eficiente para un entorno dado. Dejando aparte las consideraciones tecnológicas la producción en pequeñas series de una gran variedad de productos no habría sido eficiente a principios del siglo veinte cuando las preferencias eran uniformes y estables. En este sentido, consideramos que la naturaleza de la organización industrial es no ergódica, es decir, no existe un conjunto uniforme de principios cuya aplicación sea suficiente para afrontar con las mismas metodologías entornos imprevisibles con nuevas fuentes de incertidumbre. Puede que sí sea posible en ciencias como la física, donde conocer las propiedades del átomo permite abordar nuevos problemas mecánicos, cuánticos, termodinámicos o astrofísicos. Sin embargo, en el ámbito de la Excelencia Operacional, no sólo existe una incertidumbre exógena con efectos estocásticos sobre la que los seres humanos tenemos poca capacidad para actuar; parte de la incertidumbre procede también de un “efecto observador”. Los gestores crean constantemente nuevas rutinas para enfrentar las fuentes de incertidumbre del entorno y, al mismo tiempo, sus intervenciones cambian poco a poco la naturaleza de esas fuentes (claramente ocurre, por ejemplo, con los costes de información gracias a las TI).

En este sentido parece razonable pensar que las teorías que hemos desarrollado basadas en hechos pasados no se adapten exactamente a las realidades futuras. Se necesitan teorías que informen ex ante sobre el diseño de las rutinas, pero al mismo tiempo precisamos que esas teorías respondan a la naturaleza no-ergódica de la Excelencia Operacional.

2.2.3.2 La necesidad de un marco teórico coherente e integrador

Sin desdeñar el método científico de Toyota (Spear y Bowen, 1999) donde, para cualquier cambio, el TPS aplica un riguroso proceso de solución de problemas que requiere una evaluación detallada del estado actual y un plan de mejora; en multitud de casos la evolución del Lean Manufacturing ha sido resultado de estímulos del entorno y eventos fortuitos que provocaron diseños y cambios organizativos basados principalmente en un método heurístico de "prueba-error" (Fujimoto, 2000).

No es de extrañar, por tanto, que se identifiquen de forma frecuente a las herramientas concretas como la esencia, lo permanente del Lean Manufacturing (aunque realmente son lo accesorio y siempre sometido a cambios), o que muchas de esas mismas herramientas se presenten como alternativas supuestamente distintas cuando en realidad solo son diferentes embalajes para empaquetar la falta de novedad. Las soluciones organizativas que protagonizan los análisis académicos e inspiran la literatura más divulgativa no pueden confundirse con el desarrollo de una teoría sobre el significado de la Excelencia Operacional y el proceso de transformación organizativa necesario para perseguirla. Por ejemplo, sostener que el cálculo del takt time (ritmo de las líneas de producción) reduce las perturbaciones en el flujo que afectan a la eficiencia y la calidad no es una teoría; es un axioma que asumimos como cierto si bien sabemos que muchas empresas consiguen ser Lean sin conocer si quiera el concepto de takt time. Se pueden necesitar varios axiomas para construir una teoría; pero el problema es que la literatura sobre Excelencia Operacional está repleta de axiomas que se trasladan al lector como recetas para la organización de las actividades, cuando realmente las únicas recetas, de haberlas, deberían centrarse en lo que hay de permanente en el análisis conjunto de esos axiomas.

Quizá sea este el motivo por el que se puede encontrar una gran cantidad de literatura divulgativa, en detrimento de la literatura más rigurosa y, por tanto, generalizable. Por lo

tanto, necesitamos generar una teoría científica sobre la Excelencia Operacional, que nos proporcione una estructura para el análisis de los datos; y que nos ayude a aceptar resultados que cumplen los requerimientos de la teoría y a rechazar los que no lo hacen. En ausencia de teoría se acepta que lo más frecuente es lo más eficiente, y se justifican ex post resultados de difícil generalización a otras culturas, sectores o incluso a otras empresas en etapas diferentes de su ciclo de vida.

Por otra parte, abordar los desajustes entre el estado actual del Lean Thinking y las fuerzas del entorno no solo requiere de un marco teórico coherente; sino que también exige el despliegue de un enfoque sistémico e integrador, porque el entorno está exigiendo world-class competences en áreas que van más allá de la logística y la producción. De hecho, no es ya posible tener unas áreas de producción y logística eficientes y fiables, , sin una perspectiva integral de los procesos; que comience en el propio diseño del producto y que finalice en la gestión de su retirada del mercado al terminar su vida útil. Esta perspectiva sistémica es especialmente útiles un momento en el que cada vez resulta más evidente que el despliegue de las tecnologías en la empresa, bien sean Tecnologías de la Información (TI) o Tecnologías Verdes (ET), no es solo un reto tecnológico; es ante todo un problema organizativo de estabilización y fiabilización de procesos para evitar la automatización del muda (actividades sin valor añadido).

2.2.3.3 Justificación de la utilización de la TEE como marco teórico

La inspiración teórica del análisis es indispensable porque solo se pueden diagnosticar las limitaciones del Lean Manufacturing y proponer alternativas, a partir de lo que hay de permanente en los fenómenos organizativos. Bajo esta convicción y aunque difícilmente podemos encontrar una única teoría capaz de explicar cualquier problema organizativo, la Teoría Evolucionista de la Empresa (TEE) (quizá más correctamente Teorías Evolucionistas) provee al analista de unas herramientas metodológicas adecuadas para estudiar el que quizá constituye el problema intelectual central en cualquier empresa: cómo gestionar de manera coherente y simultánea el cambio tecnológico y los procesos organizativos en un entorno turbulento con exigencias de adaptación constantes (Winter, 1991).

Así pues, en un contexto económico donde la volatilidad está siempre presente es necesario desarrollar rutinas de investigación que permitan aprehender el cambio. En este sentido el evolucionismo es una alternativa viable, puesto que dispone de un programa de investigación definido principalmente alrededor de la temática del cambio tecnológico y la innovación, superando las limitaciones de los análisis estáticos de la economía ortodoxa, y considerando la importancia de las tecnologías (Tecnologías de la Información y Tecnologías verdes) dentro de nuestro modelo. Desde este punto de vista y al igual que la biología evolutiva, la TEE analiza cómo se reproducen los modelos organizativos a través del tiempo en un contexto de rotación continua en la población de individuos que transforman esos modelos. Una aproximación evolucionista al mundo de las organizaciones comienza por preguntarse, por tanto, qué es lo que hace evolucionar a las “especies” (empresas) a lo largo del tiempo, y qué mecanismos de selección existen para determinar cuáles sobreviven.

Sobre la primera cuestión, el paradigma evolucionista plantea una teoría del cambio endógeno. Partiendo del hecho de que las empresas cambian a lo largo del tiempo, y de que estos cambios pueden suceder de manera abrupta o lenta, se sugiere que es la naturaleza misma de las competencias acumuladas por la empresa históricamente la que fomenta su evolución en una dirección o en otra. Es lo que se denomina path dependency, una expresión que viene a enfatizar que la historia importa. El argumento es sencillo: cuando una empresa nace posee unas competencias primarias que se configuran como su activo fundamental para competir en el mercado; sin embargo, dispone de una serie de competencias secundarias que apoyan la fuente de su ventaja competitiva esencial. De esta forma, la evolución de las empresas se produciría gracias al desarrollo de las competencias secundarias motivada por cambios en el mercado o, normalmente, por oportunidades tecnológicas. Por lo tanto, serían las competencias secundarias desarrolladas a lo largo del tiempo, los instrumentos clave para explicar por qué las empresas deciden asumir una trayectoria u otra. Ésta puede ser, de hecho, la razón por la que, si bien las empresas tienden a concentrarse a nivel productivo en aquellas actividades que mejor conocen, tienden a presentar, no obstante, una gran diversidad tecnológica medida por las áreas de conocimiento en que efectúan sus patentes (Brusoni, Prencipe y Pavitt, 2001). El resultado es un mix de concentración productiva para aprovechar economías de escala y alcance, así

como una cierta diversidad tecnológica que permita a la empresa escoger entre un mayor abanico de posibilidades la dirección de su evolución.

Sobre la segunda cuestión, qué mecanismos de selección existen para determinar que algunas organizaciones sobrevivan y otras no, la Teoría Evolucionista cuestiona el hecho de que el mercado sea el mecanismo de selección por excelencia. En su lugar, propone la existencia de diversos entornos de selección en los que la adaptación requiere de características organizativas diferentes. Si solo existiese un mecanismo de selección y éste fuese el mercado, entendido como ente abstracto en el que se compra y vende un producto, sería difícil explicar la co-existencia temporal de estrategias empresariales diferentes, trayectorias tecnológicas variadas o estructuras organizativas distintas. Igualmente, esta perspectiva vendría a destacar la inevitabilidad de las decisiones equivocadas que el entorno particular en el que la empresa opera se encarga de evidenciar y eliminar. El concepto de diversidad de entornos de selección es, pues, fundamental para entender las distintas vías que pueden llevar a una empresa hacia la excelencia. Según podamos describir la estructura del mercado, las barreras de entrada o el acceso a la financiación de un entorno, así se configurará el mecanismo de selección concreto que influye en la evolución de las empresas.

Por lo tanto, la TEE propone un modelo teórico de interpretación de la empresa que intenta acercarse al comportamiento realmente observado, sin por ello caer en el relato estrictamente descriptivo. La propia evolución del entorno no ha hecho más que intensificar el poder explicativo de su modelo interpretativo. Aspectos tales como el deterioro del medioambiente o los cambios de preferencias más frecuentes, entre otros, provocan en las organizaciones una situación de permanente desequilibrio, exigiendo a directivos repensar sus procesos para implementar nuevas rutinas. En este contexto, la incorporación de una perspectiva evolucionista con elementos estocásticos refleja con rigor y realismo la diversidad y complejidad organizativas en un entorno en el que las posiciones competitivas de las empresas son cada vez más frágiles.

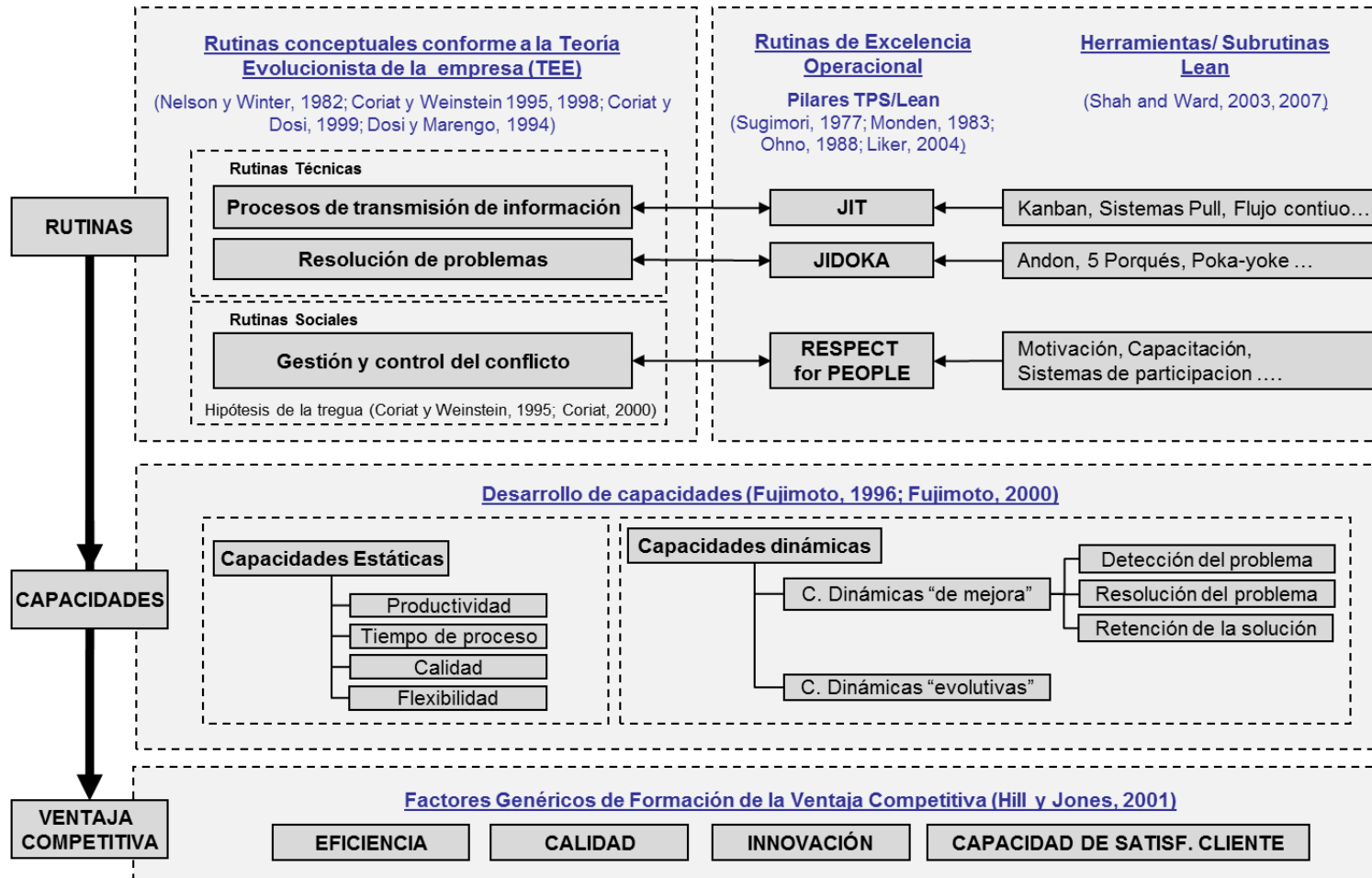
2.3 INTERPRETACIÓN EVOLUCIONISTA DE LA EXCELENCIA OPERACIONAL: EL LEAN MANUFACTURING Y LA TEE

2.3.1 Introducción

En este último apartado del marco teórico desarrollamos lo que supone el núcleo central de la aportación de la Tesis Doctoral al ámbito académico: un modelo conceptual que permita una interpretación evolucionista de la Excelencia Operacional a través de los pilares del Lean Manufacturing. Consideramos que la utilización de una perspectiva evolucionista a los actuales modelos organizacionales permite explicar mejor las situaciones de no equilibrio y de cambio continuo que están aconteciendo en los mercados donde se observa que las posiciones competitivas de las empresas son cada vez más precederas y necesitan ser optimizadas y repensadas continuamente. Así pues, para la construcción de este modelo partimos inicialmente de los pilares del TPS: JIT, Jidoka y RfP (Ohno, 1988; Monden, 1983; Sugimori et al., 1977; Liker, 2004) e incorporando como elemento fundamental de nuestra interpretación el concepto de rutinas organizativas de Nelson y Winter (1982), identificamos estos tres grupos de Rutinas Lean, que sintetizan los principios que hoy se consideran sabiduría convencional en gestión de operaciones, con los tres tipos de rutinas organizativas presentes en cualquier organización (Coriat, 2000; Nelson y Winter, 1982; Coriat y Weinstein 1995, 1998; Coriat y Dosi 1999; Dosi y Marengo 1994).

Esta primera aproximación nos permitiría indagar sobre lo “que puede haber de permanente” en los principios del Lean para, posteriormente, abordar cómo la influencia (moderación o mediación) de los retos que identificamos en la actualidad: las Tecnologías Medioambientales y de la Información, el compromiso medioambiental o las innovaciones organizativas, pueden dar lugar a diferentes tipos de capacidades (estáticas y dinámicas) (Fujimoto, 2000) que, en función de su exclusividad, podrían ser precursoras de una ventaja competitiva sostenible (Hill y Jones, 2001). La secuencia descrita se sintetiza en la Figura 2.2 y cada uno de los pasos explicitados en esta introducción se abordará en detalle en los epígrafes a continuación.

Figura 2.2. Modelo conceptual de la Tesis Doctoral



Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Las Rutinas Lean como genes de la Excelencia Operacional

Para poder interpretar estos principios Lean bajo el prisma evolucionista necesitamos profundizar previamente en una de las ideas más importantes en TEE: el concepto de rutina (Nelson y Winter, 1982). En este sentido, nuestro trabajo diferenciará entre rutinas y subrutinas (Figura 2.3). En contraste con las subrutinas, que se modifican con relativa facilidad para afrontar los estímulos del entorno, las rutinas (agrupaciones de rutinas o en nuestro caso pilares del TPS) no suelen sufrir grandes cambios y, en todo caso, lo hacen de forma lenta; es lo que se podría denominar el conocimiento de carácter permanente.

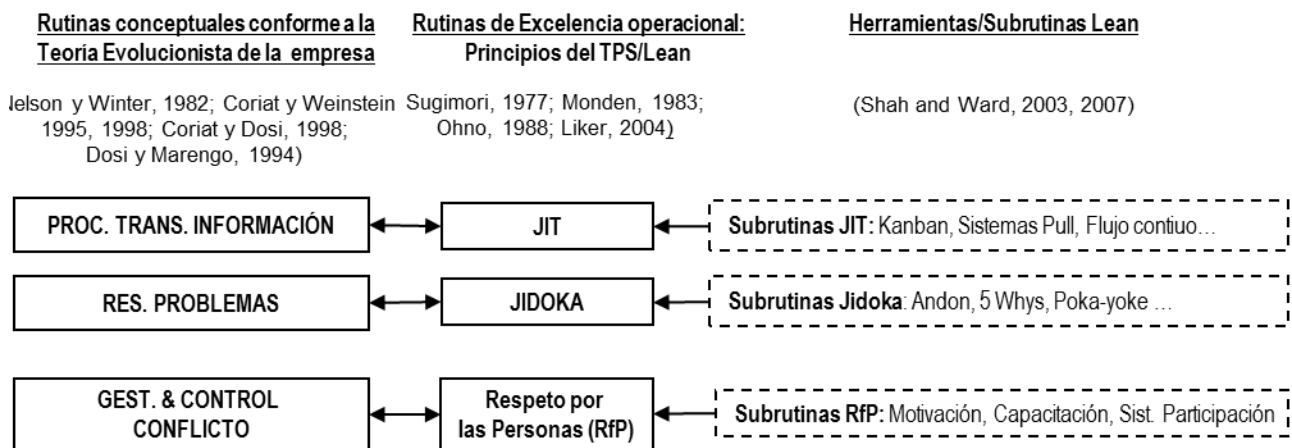
Por ejemplo, dentro del paradigma del Lean Thinking (Shah y Ward, 2003; Shah y Ward, 2007), herramientas tales como las 5S, *Kanban* o los 5 *Porqués* podrían englobarse dentro de alguna de las rutinas atendiendo a su objetivo principal. No son estas subrutinas o herramientas, sin embargo, lo que hay de permanente en el TPS (Spear y Bowen, 1999). Por el contrario, son las rutinas las que, recogiendo herramientas desarrolladas en distintos momentos por diferentes paradigmas de gestión, constituyen el verdadero conocimiento de carácter permanente asociado a filosofías como Total Quality Management (Powel, 1995), Agile Manufacturing (Poesche, 2002), World Class Manufacturing (Yamashina, 2000) o, quizá el que más difusión ha encontrado desde los años noventa, el Lean Thinking. Estas rutinas son, además, las características comunes de los distintos paradigmas de gestión que en cada momento histórico han representado soluciones adaptativas eficientes a sus respectivos entornos (por ejemplo el Taylorismo, Fordismo, TPS).

Por tanto, entendidas las rutinas como protocolos estables de funcionamiento que permiten a las organizaciones coordinar las decisiones y el comportamiento de una multitud de agentes con intereses, know-how e información diferentes, incorporaremos este concepto para intentar identificar lo que hay de permanente en la Excelencia Operacional en un mundo no-ergódico.

Así, tomando como punto de partida los pilares técnicos básicos del TPS (*Jidoka* y *JIT*) (Ohno, 1988; Fujimoto, 1999), y considerando explícitamente el tercer elemento social incorporado por Toyota para alinear intereses divergentes de mandos y trabajadores (Ohno, 1988) que

denominamos Respeto por las Personas (RfP); identificamos las tres Rutinas Lean, que sintetizan los principios que hoy se consideran sabiduría convencional en gestión de operaciones, con los tres grandes ámbitos o tipos de rutinas presentes en cualquier organización: a) el procesamiento de información para coordinar a los miembros de la organización, b) la resolución de los problemas técnicos a los que se van enfrentando, y c) el diseño de soluciones a los conflictos que los cambios internos y externos van generando entre los diferentes stakeholders³ (Coriat, 2000; Nelson y Winter, 1982; Coriat y Weinstein (1995, 1998); Coriat y Dosi 1999; Dosi y Marengo 1994). (Figura 2.3)

Figura 2.3. Correspondencia entre las rutinas de EO y las Rutinas Lean bajo la óptica de la TEE



Fuente: Elaboración propia

Sin duda, la existencia de este paralelismo entre las rutinas conforme a la TEE y el desarrollo histórico del Lean Thinking no responde a un plan premeditado de Taichi Ohno. La evolución del TPS, fruto de la concatenación de sucesos aleatorios, aprendizajes de prueba-error (Fujimoto, 1996), y la posterior incorporación de diversas herramientas de gestión, que darían lugar al Lean Manufacturing (Shah y Ward, 2003; Shah y Ward, 2007), permite interpretar esta filosofía desde

³ Coriat (2000) habla en este caso de forma explícita de la gestión de los intereses en conflicto, derivado principalmente de la creación y distribución del excedente económico entre los agentes económicos que compiten por una parte de ella.

el modelo analítico de la Teoría Evolucionista. En este sentido, Fujimoto (2000) plantea la hipótesis de que el nuevo sistema no fue creado solo por un proceso de planificación estratégica racional sino que fue el fruto de la evolución gradual a través de un proceso acumulativo de creación de capacidades. Un proceso donde también están muy presentes actuaciones de prueba-error, cambios no deseados y se entrelazan conflictos y procesos de aprendizaje: un proceso emergente (Mintzberg y Waters 1985). Aun así, existen diferencias importantes entre ambas posturas que será preciso analizar en profundidad. Por ejemplo, la gestión y control del conflicto en el caso de la teoría evolutiva se basa en canales de negociación ex-post mientras que en el caso de la filosofía Lean se solventa de forma ex ante a través de la estandarización de los procesos (Womack y Jones, 2003).

Para entender cómo las diferentes rutinas conceptuales conforme a la TEE pueden verse reflejadas en las tres grandes rutinas de Excelencia Operacional (Figura 2.3) es necesario contemplar las operaciones como actividades que transforman, transfieren y transportan activos de información compuestos de materiales y energía (Fujimoto, 1999). Así, por ejemplo, las ideas de los diseñadores de carrocerías de automóviles pueden transformarse y evolucionar a lo largo de un proceso de investigación de mercados que termina por transferir la información de esas ideas clave a prototipos. Desde estas primeras fases hasta la industrialización del vehículo, la información continúa transformándose y transfiriéndose a nuevos medios. Los primeros prototipos se transforman en diseños más específicos de componentes de la carrocería que, cuando están listos, se transfieren al diseño de las matrices de estampación, de manera que cuando el material de una bobina de acero pasa por ella se le “transfiere información” procedente originariamente de un diseñador.

La información no puede existir, de hecho, sin los materiales o la energía a los que está asociada. Una vez que esa información está “estampada” en una plancha de acero, se transporta por distintos procesos compuestos también por “activos de información” cuyo objetivo es la distribución final del coche. Así las cosas, cuando se sostiene que el JIT busca producir los productos demandados, en el momento necesario, y en la cantidad requerida (Sugimori et al., 1977), en realidad estamos haciendo referencia a que las rutinas de transmisión

de información deben garantizar la coordinación de las operaciones generando la información acertada en el momento preciso. Comprobamos, pues, que la traslación en este caso entre la rutina de procesos de transmisión de información y la rutina JIT es total puesto que esta definición es equivalente a la definición de JIT: "producir sólo los productos necesarios, en el momento necesario en la cantidad requerida (Sugimori et al., 1977, p. 555).

Siguiendo el mismo razonamiento y aplicando un enfoque de sistemas de información (Fujimoto, 1999) realizamos la segunda equiparación propuesta: rutinas de resolución de problemas técnicos y la rutina Jidoka. Por muy perfecto que parezca el diseño inicial de las rutinas de transmisión de información, sin embargo, su despliegue está sometido a tensiones constantes que entorpecen la coordinación anhelada. El entorno demanda cambios constantes en los activos de información, requiriendo, por ejemplo, de un esfuerzo sostenido de aprendizaje para realizar adaptaciones constantes. Por otro lado, las personas solemos entorpecer la coordinación de las operaciones por limitaciones cognoscitivas relacionadas con nuestra racionalidad limitada (Arruñada y Vázquez, 2013) y tendencia al oportunismo (Vázquez, 2004, 2006).

Así, bien por nuestra falta de comprensión del porqué de las rutinas, por la falta de disciplina que genera una estructura cerebral modular conflictiva o porque podemos caer fácilmente en el engaño —e incluso en el autoengaño— cuando de forma instintiva percibimos algún beneficio en ello, los problemas de coordinación son inevitables incluso en entornos estables. Por tanto, es necesario diseñar rutinas para garantizar la calidad de los procesos de manera que se asegure la precisión en la transmisión de la información a lo largo de la cadena de producción, incorporándola en los productos conforme a lo previsto (Fujimoto, 1999). De este modo, las rutinas de resolución de problemas identificadas por la Teoría Evolucionista (Nelson y Winter, 1982) se ven reflejadas en el segundo gran pilar del TPS: el Jidoka o “automatización con toque humano”, que permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad para, si existiese una anomalía, detener la producción e impedir que las piezas defectuosas avancen a otros puestos de trabajo (Ohno, 1988). Se describe además de forma explícita la necesidad de resolver estos problemas de forma *ex ante*, evaluando continuamente que la información haya

sido incorporada en los productos conforme a lo diseñado. Por tanto, esta traslación es, una vez más, inmediata ya que el Jidoka persigue el autocontrol de calidad y si hubiese alguna no conformidad durante el proceso, este se detendrá (cero defectos).

De esta forma, incluso en un entorno industrial donde la coordinación fuese técnicamente perfecta y los sistemas de aprendizaje resolviesen todos los contratiempos, los grupos de presión tendrían intereses diferentes —a menudo divergentes— que necesitan de un acuerdo estable para evitar colisiones constantes en la organización de las operaciones. Entra aquí en juego la tercera rutina: el diseño de soluciones a los conflictos que los cambios internos y externos van generando entre los diferentes stakeholders, con el objetivo de garantizar una tregua estable que facilite el despliegue correcto de las rutinas de transmisión de información y de resolución de problemas; un argumento que respaldaría la necesidad de este tercer pilar: el denominado “Respeto por las Personas” (Sugimori et al., 1977; Monden, 1983; Ohno, 1988; Liker, 2004).

La introducción de este tercer pilar “social”, unido a las otras dos rutinas técnicas, nos permite evaluar la última identificación propuesta: rutinas de gestión del conflicto entre stakeholders y la rutina de Excelencia Operacional “Respeto por las Personas”. Bajo una perspectiva neo-marxista de la empresa capitalista, Coriat (2000) explicita la necesidad de este tercer nivel de rutinas considerando que, aunque las rutinas definidas por Nelson y Winter (1982) tienen en cuenta los dos primeros niveles de coordinación, se ignora la tercera dimensión asociada a la gestión del conflicto. Coriat y Weinstein (1995) y Coriat (2000) enfatizan, desde este punto de vista, el conflicto tradicional entre empresarios y trabajadores por el reparto del excedente y la organización del trabajo como el tercer reto clave al que un tipo específico de rutinas debe prestar atención. Así pues, en la inevitable confrontación entre subordinados (trabajadores) y capitalistas (directivos) el reparto del excedente y la organización del trabajo, van a ser causa de conflicto permanente. Esta misma reflexión aparece reflejada en Lean Manufacturing. Si bien ambos pilares, JIT y Jidoka abordan la coordinación de los recursos, resultan difíciles de implementar si no se combinan con este tercer elemento que permita reducir el estrés generado. El RfP equilibra el desgaste generado por los otros dos pilares técnicos

complementando el fomento del "esfuerzo voluntario" y la autonomía, con una preocupación explícita por mejorar las condiciones laborales y la motivación del trabajador (Emiliani y Stec, 2005; Emiliani, 2008; Gajewski, 2014).

2.3.3 Capacidades estáticas y capacidades dinámicas de mejora y evolutivas

Las tres rutinas socio-técnicas identificadas buscan gestionar adecuadamente los recursos físicos, económicos y humanos para generar en la organización ciertas capacidades que, en función de su exclusividad, podrían fortalecer el rendimiento de la empresa. Si los recursos son un input y el rendimiento empresarial el output esperado, podemos interpretar las capacidades como un *throughput* organizativo que nos habla del potencial de las rutinas de la empresa para generar una ventaja competitiva sostenible (Amit y Schoemaker, 1993; Makadok, 2001). Siguiendo a Nelson y Winter (1982), Fujimoto (2000) y Zollo y Winter (2002) podemos identificar tres tipos de capacidades que condicionan la supervivencia de las empresas en diferentes entornos de selección: (1) capacidades estáticas, (2) capacidades dinámicas "de mejora", y (3) capacidades dinámicas evolutivas.

Las capacidades estáticas se refieren a la pericia con que las empresas logran desplegar rutinas para abordar estímulos recurrentes. Este tipo de capacidades afectan al nivel de productividad (eficiencia en la transmisión de la información), calidad o servicio al cliente (exactitud en la transmisión de la información) en un momento dado del tiempo, y son difíciles de modificar en el corto plazo, dado que las rutinas que las sostienen no pueden cambiar de forma sustancial el cómo y el cuánto produce una empresa (Fujimoto, 1999). Además, si bien están relacionadas con el stock de recursos tecnológicos y humanos para la producción, dependen sobre todo de la eficiencia y la precisión con que las rutinas organizativas de la empresa logren motivar el cumplimiento de los estándares y la transmisión de la información pertinente. En la medida en que son capacidades para gestionar los mismos estímulos recurrentemente no están, por tanto, tan relacionadas con las rutinas de resolución de problemas, por ejemplo, como con las de procesamiento de la información y gestión de la tregua en relaciones de subordinación inherentemente conflictivas.

Así, en contraste con las capacidades estáticas, pensadas para confrontar estímulos evolutivamente recurrentes, las empresas necesitan también desarrollar capacidades dinámicas⁴; es decir, capacidades que reflejan el potencial de la empresa para crear, desarrollar y recombinar recursos con el objetivo de desplegar nuevas estrategias de generación de valor en áreas tan diferentes como marketing, ventas, producción, logística o I+D, entre otras (Grant, 1996; Pisano, 1994; Teece et al., 1997). Estas capacidades dinámicas pueden tener, sin embargo, dos ámbitos de actuación diferentes que relacionaremos con las capacidades dinámicas "de mejora" y las capacidades dinámicas "evolutivas".

La capacidad dinámica "de mejora" puede vincularse con el ritmo al que progresan los factores clave de competitividad. Se trata de una capacidad crucial teniendo en cuenta la inexorable evolución de las fuerzas del entorno y su elevada incertidumbre. Así, mientras que las capacidades estáticas pueden percibirse a través de indicadores fijos (ratios) de eficiencia, las capacidades "de mejora", vinculada sobre todo al hallazgo y la resolución de problemas y la retención de la solución de los mismos, reflejan la habilidad de la empresa para adaptar y perfeccionar sus rutinas a la evolución del entorno y persiguen la modificación y mejora de estos ratios en el tiempo. Además, son capacidades normalmente basadas en rutinas explícitas que "programan" el procedimiento a seguir para responder de forma eficiente a los nuevos estímulos del entorno que son difíciles de prever. Si las rutinas de procesamiento de información y gestión de la tregua son importantes en este ámbito, las asociadas a la resolución de problemas adquieren una importancia particular en la medida en que su propio diseño refleja el esfuerzo de innovación y mejora continua en cualquier organización.

Finalmente, en lo que respecta a la capacidad dinámica "evolutiva" se refiere a una capacidad de orden superior que permite cambiar capacidades estáticas y de mejora. Se distingue de la capacidad estática en que se trata de una capacidad dinámica, pensada para generar nuevas

⁴ Nelson y Winter (1982) también distinguen en este sentido entre rutinas estáticas que conciernen al *satisficing* y rutinas dinámicas de comportamientos de búsqueda (*search*).

estrategias de generación de valor, y se distingue de ambas, capacidades estática y de mejora, en que es difícilmente "rutinizable". Más bien, tal y como sugiere Fujimoto (1999), la capacidad evolutiva está relacionada con cambios estratégicos poco frecuentes en la empresa conectados con sucesos raros, anecdóticos e impredecibles. De esta forma, si bien puede existir un camino "rutinizado" para internalizar cambios impredecibles pero cualitativamente regulares (preferencias del cliente en diseño de automóviles o de ropa, por ejemplo), la capacidad evolutiva representa la habilidad de la empresa para comportarse como un sistema emergente en el que los agentes descubren el camino a seguir partiendo de reglas muy sencillas pero no escritas; reglas que de alguna forma representan los valores sobre los que se construye una cultura particular de dialéctica con el entorno.

Estas capacidades, aun siendo capacidades dinámicas, se desligan de las rutinas organizativas ya que no son construidas por estas (Fujimoto, 1996; Fujimoto, 1999) y se asemejan más al concepto de competencias secundarias de Nelson y Winter (1982). Dichas capacidades, relacionadas con la capacidad de juicio ex - ante y la capacidad de juicio ex – post, están vinculadas a la acumulación de las capacidades anteriores y a la generación de otras nuevas. Tal y como se explicó con anterioridad Nelson y Winter (1982) defienden que, en cualquier tipo de organización, una gran parte del comportamiento no es esencialmente rutinario y amoldaron este comportamiento irregular e impredecible con la capacidad innovadora de las empresas y la generación de actividades secundarias.

2.3.4 Generación de ventajas competitivas

Continuando con nuestro enfoque evolucionista, de la misma forma que la selección natural actúa para que los organismos mejor adaptados sean los que sobrevivan y procreen, las condiciones de mercado proporcionan una definición de éxito a las empresas, que se relaciona muy estrechamente con su habilidad para sobrevivir y crecer (Nelson and Winter, 1982). Así pues, conforme a nuestro modelo, las capacidades generadas a través de las tres rutinas socio-técnicas descritas, podrán ser precursoras de una ventaja competitiva sostenible siempre y cuando permitan a la empresa adaptarse con éxito a los distintos entornos de selección.

Capítulo 2. Marco teórico

Siguiendo a Hill y Jones (2001) establecemos cuatros factores genéricos que posibilitan el desarrollo de una ventaja competitiva: eficiencia, calidad, innovación y capacidad de satisfacción al cliente (Tabla 2.2). La superioridad en alguno, varios o todos estos factores permitirá a la empresa lograr una mayor rentabilidad.

Tabla 2.2. Definición y factores generadores de ventaja competitiva

Autor	Año	Definición de ventaja competitiva	Ejemplos
Porter	1980	Las empresas tienen una posición única y competitiva en el mercado por un largo período de tiempo. Esto les permite tener una mayor cuota de mercado y beneficios superiores a los competidores.	
	1985	La ventaja competitiva a largo plazo consiste en que las empresas están utilizando planificación estratégica.	Bajo costo y diferenciación en producto o servicio.
	1991	La ventaja competitiva a menudo proviene de proporcionar a los clientes más valor y mejor servicio que los competidores.	
Aaker	1989	La ventaja competitiva consiste en que las empresas tienen habilidades o tecnologías específicas y ratios de beneficio más altos que sus competidores.	Excelente tecnología, reputación de calidad, orientación al cliente, alta satisfacción del cliente y bajos costes de producción.
Hill y Jones	2001	La ventaja competitiva consiste en que la empresa produce con unos costes más bajo que el promedio sectorial u obtiene mayores beneficios que sus competidores para un determinado coste de producción.	Eficiencia, calidad, rápida respuesta de los clientes y la innovación.

Fuente: Adaptada de Chan et al. (2012)

Mientras que un mayor desempeño en eficiencia permitirá a la empresa reducir los costes inherentes a su proceso de fabricación, la capacidad de satisfacción al cliente y la calidad tendrán un impacto en la diferenciación. En el caso de la calidad puede actuar también sobre la reducción de costes por disminución de “no conformes” o reprocesados. Por lo que se refiere al último factor de desarrollo de una ventaja competitiva, la innovación, puede atender a ambos objetivos, ya que por un lado posibilita la generación de nuevos productos (captando la atención del cliente) pero al mismo tiempo la innovación de procesos irá enfocada sobre todo a

Capítulo 2. Marco teórico

reducir los costes de producción. Todos estos aspectos, de forma individual o conjuntamente, permitirán a la empresa adquirir características superiores que la diferencien del resto de las empresas que operan en el mismo sector o segmento.

CAPÍTULO 3. DATOS Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO 3. DATOS Y METODOLOGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

La presente Tesis Doctoral destaca por la variedad de metodologías y herramientas estadísticas utilizadas así como las distintas fuentes de información que se utilizaron tanto para los estudios de caso como los trabajos empíricos. Si bien en cada uno de los ensayos (Capítulo 4: *Resultados de la Tesis Doctoral*) se detalla la metodología adoptada, planteamos en este capítulo una breve síntesis de cada uno para, a continuación, aunar desde una perspectiva integradora los dos tipos de metodologías utilizadas: la cuantitativa en los Ensayos 1 y 4, y la cualitativa correspondiente a los Ensayos 2 y 3. Mientras que la metodología cualitativa dedica su atención a analizar las causas, las motivaciones y los porqués de los sucesos, la metodología cuantitativa se centra en evaluar la intensidad de las relaciones estudiadas. La utilización conjunta de ambas nos permitirá entender mejor la realidad organizativa que nos rodea y atender correctamente los objetivos planteados en el apartado introductorio.

Entendiendo el término “metodología” en su totalidad, como la manera de organizar el proceso de la investigación, es importante destacar aquí, ya desde el inicio, los dos tipos de aproximaciones que utilizamos en la tesis: un enfoque deductivo y un enfoque inductivo. La elección del diseño metodológico atiende, en cada caso, a los objetivos y preguntas particulares de cada investigación, y a los datos disponibles. Con estas premisas, ya sea a través de estudios de caso o mediante la construcción de modelos teóricos, buscamos asentar de manera rigurosa el planteamiento de una serie de hipótesis que guíen nuestra investigación. Perseguimos de este modo responder con rigor a nuestras preguntas de investigación, y buscamos resultados que cumplen los requerimientos de la teoría y rechazamos los que no lo hacen.

Teniendo en cuenta los objetivos perseguidos con esta investigación, así como el estado de la cuestión en los ámbitos que nos atañen (Lean-TI, Lean-Green, entre otras...) el enfoque metodológico seguido para abarcar esta investigación ha sido, tal y como se planteaba anteriormente, de carácter multimétodo. Se ha utilizado la metodología de estudio de caso con el fin de llevar a cabo una primera aproximación a determinados conceptos. Posteriormente,

dichos conceptos se han validado de forma empírica, como por ejemplo en el caso de las TI. Se perseguía, con esta orientación, aprovechar las ventajas derivadas de la complementariedad del enfoque cualitativo y cuantitativo compensando las debilidades de cada uno de ellos con las fortalezas del otro. Por otra parte, el diseño ha tenido un carácter secuencial: en primer lugar se ha aplicado una metodología cualitativa para indagar en el “porqué” y el “cómo” (Yin, 2014) de procesos organizativos complejos; y a continuación un enfoque cuantitativo para el contraste de las proposiciones e hipótesis surgidas.

La Tesis de Doctorado se estructura de este modo en cuatro ensayos: dos ejercicios inductivos y dos deductivos. Así, hemos optado por una investigación más exploratoria y descriptiva para los Ensayos 1 y 4 debido al carácter emergente de nuestra investigación y a su naturaleza exploratoria (Silverman, 2001; Voss et al., 2002; Yin, 2014). Tanto el análisis de las TI como potenciadoras de los efectos Lean sobre el resultado operacional (Ensayo 1), como el análisis de la incorporación de innovaciones organizativas en las cadenas de suministro Lean (Ensayo 4), son áreas poco exploradas. La cantidad de variables involucradas introduce una complejidad en el análisis, además, que hace poco recomendable implementar una metodología exclusivamente cuantitativa (McCutcheon y Meredith, 1993; Yin, 2014).

Por otro lado, los Ensayos 2 y 3 se orientaron hacia la investigación causal a través de, respectivamente, modelos dinámicos de datos de panel y modelización de ecuaciones estructurales. En cuanto a los datos, en el segundo Ensayo se utilizó una base de datos única resultado de unir SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos) y PRTR-España (Pollutant Release and Transfer Register) para el período 2011-2009. Para el tercer Ensayo pudimos utilizar, a través del Fraunhofer Institute, la European Manufacturing Survey (EMS) correspondiente al año 2009.

3.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA EN CADA ENSAYO

En la presente Tesis Doctoral pretendemos, a través de cuatro ensayos y bajo una perspectiva evolucionista, indagar sobre lo “que puede haber de permanente” en las Rutinas Lean para abordar cómo la internalización de los tres principales retos que identificamos en la actualidad: las TI, las consideraciones medioambientales y la necesidad de innovar, pueden modificarlas (mutarlas) para alcanzar la Excelencia Operacional y dar respuesta a las exigencias actuales del mercado. Perseguimos, así pues, describir para el ámbito específico de la planta de fabricación, los mecanismos evolutivos que transforman las distintas rutinas organizativas (de transmisión de información, de resolución de problemas y de gestión del conflicto) en nuevas capacidades que den lugar a ventajas competitivas sostenibles. Con este fin último se detalla a continuación la metodología empleada en cada uno de los ejercicios que componen la Tesis Doctoral:

- **Ensayo 1. LEAN-TI. Una perspectiva evolucionista de las Tecnologías de la Información en la Excelencia Operacional: planificación, emergencia y aleatoriedad en el desarrollo de sistemas industriales adaptativos**

En este primer ensayo buscamos profundizar en las sinergias y disfunciones entre Tecnologías de la Información (TI) y prácticas de Excelencia Operacional. Sugerimos que las TI provocan mutaciones en las prácticas organizativas de la empresa (Rutinas Lean) que, en presencia de determinados componentes estructurales y de capital humano, pueden convertirse en capacidades cuya adaptabilidad no depende de una supuesta eficiencia intrínseca sino de los mecanismos de selección del entorno al que se enfrente la empresa.

Con esta convicción presentamos un estudio de caso utilizando como fuente de datos la implantación de un proyecto Lean-TI en la principal planta industrial de la cuarta conservera del mundo durante un período de 10 años (2003-2013). Esta labor de "antropología industrial" supone, sin duda, una posibilidad de acceso inusual a la información en aquellas investigaciones que indagan en el “porqué” y el “cómo” de los fenómenos observados; evaluar la importancia de la secuencia y el ritmo de despliegue Lean-TI, guiando la ruta de integración

hacia objetivos relacionados con el tiempo y el rendimiento de los esfuerzos de mejora continua, así como con la escalabilidad y difusión de los resultados obtenidos.

- **Ensayo 2. LEAN-GREEN. El compromiso con el medioambiente y la Excelencia Operacional: ¿Deberíamos hacer “más verde” nuestra estrategia Lean?**

En este segundo ensayo se evalúa, bajo un marco teórico evolucionista, cómo las crecientes exigencias medioambientales están afectando a las prácticas de Excelencia Operacional. Para contestar a esta pregunta planteamos un modelo que, utilizando las Rutinas Lean (JIT, Jidoka y Respeto por las Personas) como ejemplo de prácticas que viabilizan las rutinas de Excelencia Operacional nos permita analizar el efecto moderador que ejerce el “compromiso medioambiental”, como medida de éxito de la estrategia *green* de la empresa, entre cada una de estas rutinas y el rendimiento empresarial. Empleamos, para el contraste de las hipótesis, un panel de datos único que integra los registros ambientales de 1209 plantas industriales españolas (E-PRTR) con sus datos económicos (SABI) para el período 2001-2009. En lo que respecta a la explotación estadística se utilizó un estimador basado en el Método Generalizado de Momentos (GMM) propuesto para paneles dinámicos (Arellano y Bond, 1991).

- **Ensayo 3. LEAN-TI-ET. The role of Environmental and Information Technologies in Operational Excellence: an evolutionary approach**

El tercer ensayo, también de carácter empírico, pretende evaluar en un único modelo la posible influencia de dos tecnologías de planta diferentes: las Tecnologías Medioambientales (ET) y las Tecnologías de la Información (TI), sobre las rutinas de Excelencia Operacional. Así pues utilizando las Rutinas Lean como ejemplo de prácticas que viabilizan las rutinas de Excelencia Operacional evaluamos el efecto mediador de estas dos tecnologías (TI&ET) en relación con el rendimiento empresarial. Mediante la metodología PLS-SEM (Partial Least Squares - Structural Equation Modeling), y con la TEE como marco teórico, utilizamos los datos de 763 empresas de fabricación internacionales pertenecientes a la EMS (European Manufacturing Survey 2009)

para testar nuestras hipótesis. Conseguimos de este modo evaluar la viabilidad de proyectos Lean-TI-Green y además, contrariamente a lo postulado por Liker (2004) considerar la idoneidad de incorporar nuevas tecnologías en los entorno Lean, no sólo aquellas “absolutamente probadas”.

- **Ensayo 4. LEAN-INNOVACIÓN: Balancing offshoring and agility in “traditional Lean supply chains”: a grounded theory approach based on Benetton and Inditex organizational innovations**

Las crecientes exigencias de los clientes en términos de personalización, cambios de preferencia y plazos de respuesta obligan a las empresas a ser, simultáneamente, ágiles y flexibles. Existen en este sentido determinados sectores (como el de la moda) en los que las actuaciones Lean "clásicas" asociadas a la SCM, cómo el *JIT purchasing* o los flujos *Pull*, ya no son suficientes. Se requieren cambios más profundos en los modelo de gestión. Nuestra hipótesis es que deberían internalizarse las innovaciones organizativas dentro de las propias Rutinas Lean para responder con éxito a estos mercados donde el *time to market* decidirá el éxito o fracaso de cada actuación comercial.

Para ilustrar nuestra intuición se planteó, como en el primer ejercicio, un estudio de caso en el sector textil. En contraste con los estudios cuantitativos, donde la aleatoriedad de la muestra es un factor crucial, hemos elegido el sector textil, y más concretamente las experiencias de Benetton e Inditex, en base a sus características particulares y a cómo contribuyen a abordar nuestra pregunta de investigación. Ambas empresas, aun partiendo de estrategias de negocio diferentes, han incorporado en sus procesos diferentes innovaciones organizativas que les han permitido beneficiarse de unos menores costes de producción reduciendo al mismo tiempo el lead time y los costes de coordinación inherentes a la personalización de los productos.

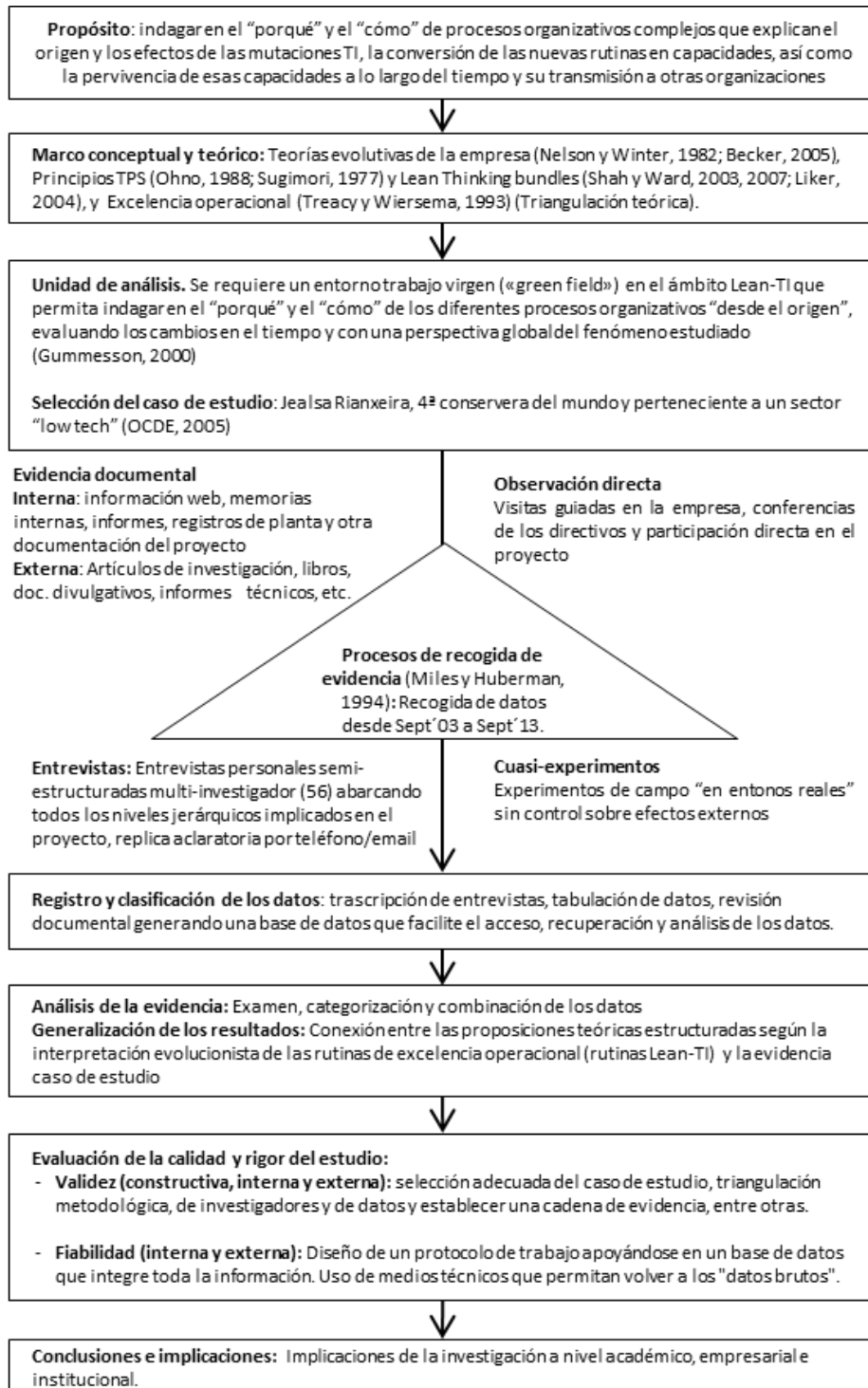
3.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS CUALITATIVOS: ENSAYO 1 Y 4.

3.3.1 Diseño de la investigación: el estudio de caso

El carácter emergente y la naturaleza exploratoria de los Ejercicios 1 y 4 convierten al estudio de caso en la metodología de trabajo más adecuada para abordar las respectivas preguntas de investigación (Silverman, 2001; Voss et al., 2002; Yin, 2014). Por un lado, en el Ejercicio 1, el análisis de la interacción entre las TI y Excelencia Operacional es todavía un área sin explotar. Las variables son todavía desconocidas, y es preciso explicar relaciones demasiado difíciles para abordarse con los métodos cuantitativos exclusivamente (McCutcheon y Meredith, 1993; Yin, 2014). Por otro lado, en el Ejercicio 4 buscamos indagar, explorar, en el “porqué” y el “cómo” (Yin, 2014) se pueden solventar los problemas de coordinación generados al trasladar operaciones de la cadena de suministro al extranjero, y determinar también sus posibles consecuencias en términos de costs y lead time. Así pues, si bien otras alternativas metodológicas con una aproximación conceptual pura podrían cumplir con el mismo propósito, la utilización del estudio de caso nos permite anticipar si las proposiciones planteadas resultan plausibles y, en caso afirmativo, desarrollar una teoría con unas pautas para su traslado concreto a la realidad empresarial (Stuart et al., 2002; Siggelkow, 2007).

La Figura 3.1 describe la metodología que se empleó en ambos ensayos aunque, a modo de ejemplo, se utiliza aquí el estudio de caso de Jealsa Rianxeira (Ejercicio 1), especificando sus distintas etapas y describiendo la secuencia lógica que lo conecta todo: desde la pregunta a investigar, pasando por los datos empíricos a recoger, hasta los resultados y conclusiones obtenidas (Villareal Larrinaga y Landeta Rodríguez, 2010). La aplicación rigurosa de este “plan de acción” (Yin, 1994) otorga el carácter científico a la investigación manteniendo la cadena de evidencia que garantiza la calidad de las conclusiones y que permite generalizar los resultados obtenidos (Helmer, 1983; Sutton, 1997). Se completa además con un protocolo de recogida de datos que permite la definición y estandarización de los procesos de recolección de evidencia (Miles y Huberman, 1994).

Figura 3.1. Ejemplo de la metodología utilizada en los estudios de caso



Fuente: Elaborado a partir de Yin (1994, 1998) y Rialp et al. (2005)

3.3.2 Selección adecuada del caso de estudio

Para poder garantizar la generalización de los hallazgos resulta imprescindible una adecuada selección del caso de estudio. Así pues, lo primero que debe decidirse a la hora de optar por esta metodología es establecer las características que debería tener la unidad de análisis para abordar con éxito la pregunta de investigación (Eisenhardt, 1989; Glaser y Strauss, 1967; Siggelkow, 2007). Seguidamente, atendiendo a estas características se realiza la selección del caso (muestreo teórico) eligiendo aquel caso que ofrezca una mayor oportunidad de aprendizaje (Stuart et al., 2002; Stake, 1995) y que permitan, por tanto, una generalización analítica (que no estadística) de los resultados (Yin, 1994). Así, en la Tesis Doctoral, la selección de los casos de estudio: Jealsa Rianxeira para el Ensayo 1 y en el Ensayo 2 el sector textil a través de Inditex y Benetton, siguió estas premisas básicas.

En el primer caso, conforme a nuestra pregunta de investigación, buscábamos, por un lado, una empresa que nos permitiese indagar en ambos aspectos (Lean-TI) en paralelo y desde el origen. Por otro lado, era necesario un entorno industrial en el que evaluar el proceso durante un periodo suficientemente largo que, a priori, no sabíamos cuánto podría durar. De otra forma, no podríamos observar la influencia del ritmo y secuencia del despliegue en la construcción de capacidades, ni estudiar el efecto de la propia evolución del entorno en el tipo de mutaciones que perviven a lo largo del tiempo.

De esta forma, tras evaluar la viabilidad con CEOs y responsables de operaciones de diferentes organizaciones en el sector textil (Inditex), alimentación (Pescanova y Jealsa Rianxeira), automóvil (PSA Peugeot Citroën) y farmacéutico (Astra Zeneca y Lonza Biologics), decidimos centrar nuestros esfuerzos en la empresa conservera. Jealsa, en plena expansión internacional, había empezado (2013) a incorporar sistemáticamente TI en distintas áreas de negocio para contrarrestar los crecientes costes de coordinación. Por otro lado, de forma independiente, el área industrial estaba diseñando un proceso de transformación Lean en sus fábricas con el fin de mejorar la productividad. Adicionalmente, el hecho de pertenecer a un sector *Low tech* (OCDE, 2005) nos permitía además abordar nuestra pregunta desde el origen, en un *green field* con poca experiencia en los dos aspectos evaluados: tanto en el desarrollo de metodologías de

Excelencia Operacional, como en la implantación de TI (Falk, 2005). Por último, el hecho de trabajar con procesos *High Volume -High Variety* (HVHV) resultaba especialmente interesante ya que es en estos entornos donde los principios y herramientas Lean, diseñados para entornos productivos *High Volume-Low Variety* (HVLV), encuentran más dificultades de implantación (De Smet y Gelders, 1998; Liker, 2004).

De forma similar, en el otro estudio de caso (Ensayo 4), la elección del sector textil responde a las exigencias de este sector por equilibrar costes de producción en países con bajo coste de mano de obra, con la agilidad necesaria para atender a los requerimientos de la demanda. Igualmente, la elección específica de United Colors of Benetton y Zara no procede de una elección aleatoria sino de sus características particulares y de cómo contribuyen a abordar nuestra pregunta de investigación (Eisenhardt, 1989; Glaser y Strauss, 1967; Siggelkow, 2007). Por un lado Benetton es bien conocido por ser el padre del *tinto in capo* (aplazamiento del teñido hasta las últimas etapas de la cadena de suministro; Camuffo et al., 2001), mientras que, por otro, Inditex es especialmente alabada por su elevada rotación de inventarios (Ferdows et al., 2004).

Además presentan diferencias significativas en sus rutinas organizativas que reflejan objetivos diferentes: United Colors of Benetton se dirige al mercado de alta calidad y busca márgenes elevados, mientras que para Zara es tan primordial lograr una respuesta rápida a los cambios en la demanda como ofrecer unos precios contenidos (Barela, 2003; Gavidia y Martínez, 2007). El hecho de tener unas estrategias tan diferenciadas y sin embargo haber logrado, ambas, la introducción de importantes innovaciones organizativas para conjugar los costes de producción con las crecientes exigencias de flexibilidad; es lo que nos permitirá garantizar que los comportamientos observados puedan generalizarse (Kidder y Judd, 1986; Yin, 2014).

3.3.3 Obtención y análisis de los datos

Siguiendo a Kidder y Judd (1986) y a Yin (2014) hemos enfocado ambos ejercicios para garantizar, ya desde el inicio, la fiabilidad (interna y externa) del estudio, así como la validez de los resultados (Tabla 3.1).

Así pues, para asegurar la **fiabilidad** se definieron sendos protocolos de trabajo para los Ensayos 1 y 4 donde se describen las reglas, los instrumentos y cronología de la recogida de datos y los procedimientos de análisis de la evidencia (Yin, 1994). El protocolo tiene una doble función: (1) es la guía de trabajo para el grupo de investigación (fiabilidad interna) y (2) permite el acceso a la información para su contraste por terceros (fiabilidad externa). Contiene, así pues, toda la información necesaria: desde el objetivo y motivación de la investigación; pasando por el procedimiento de campo (fijación de las visitas y entrevistas, experimentos...) hasta finalizar con la guía del informe del caso. Con el fin de validar el protocolo y el guion de las entrevistas debe comenzarse, siguiendo las recomendaciones de Yin (1994) con un caso piloto. En ambos casos se utilizaron además las visitas a la planta para ir mejorando el protocolo con el fin de maximizar la fiabilidad de nuestra investigación (de Weerd-Nederhof, 2001; Yin, 2014).

La otra medida básica para garantizar la fiabilidad es mediante la utilización de entrevistas semiestructuradas con el mismo orden y número de preguntas, y con un protocolo de valoración frente a cada factor. Estas entrevistas fueron enfocadas a los directivos, mandos intermedios y empleados de la organización, y giraron en torno a un guion fijo lo suficientemente abierto como para posibilitar la obtención de respuestas concretas y abrir nuevas vías de información no estructuradas (Yin, 2014). Las entrevistas siguieron en ambos casos un formato multi-investigador y puntualmente fueron complementadas para resolver dudas concretas con encuentros de menor duración y llamadas telefónicas y/o correo electrónico.

La participación de dos o más miembros del equipo de investigación en la entrevista nos permitió tomar notas explicativas, aclarar ambigüedades e identificar las cuestiones de interés durante el proceso de recolección de datos (Eisenhardt, 1989). Además, el formato multi-entrevistador permite tener una visión más completa del entorno (Schein, 1987) y eliminar

posibles sesgos del observador (Handfield y Melnyk, 1998; Eisenhardt, 1989; Voss et al., 2002; Eisenhardt y Graebner, 2007). Para tratar de evitar distorsiones en la investigación inductiva, se evitó utilizar un discurso demasiado “académico” o “especializado” en las entrevistas, en especial en las realizadas a los empleados. Paralelamente la utilización de varios informadores clave ante las mismas cuestiones, unido al uso de grabadora facilitó la codificación de los datos y aportó fiabilidad y exactitud en el mensaje (Yin, 1994) y asegurando el mantenimiento de la cadena de evidencia. El guion de la entrevista utilizado en el Ensayo 1 se incluye en el Anexo 7.4 y el correspondiente al Ensayo 4 forma parte de los anexos del propio artículo (Capítulo 7).

Tabla 3.1. Pruebas necesarias para evaluar la calidad de un estudio de caso

Prueba	Objetivo	Principales tácticas	Fase de la investigación
VALIDEZ: Medida que evalúa si el estudio "investiga lo que se pretende investigar"			
Validez de los constructos	Determina si las medidas operacionales propuestas son conformes.	<ul style="list-style-type: none"> - Triangulación de datos: Utilizamos múltiples fuentes de evidencia, tanto fuentes internas (información web, memorias internas, informes, registros de planta y otra documentación del proyecto), como fuentes externas (artículos de investigación, libros, doc. divulgativos, informes técnicos, etc.) - Diversidad de informadores clave: Las entrevistas realizadas abarcaron todos los niveles jerárquicos de la organización. - Establecer una cadena de evidencia: Las entrevistas fueron grabadas y transcritas inmediatamente a través de diferentes medios técnicos (grabaciones de audio, fotografías, diapositivas, etc.). Además el uso de múltiples fuentes persigue corroborar la evidencia mediante la triangulación de los datos y obtener una cadena de evidencia suficientemente detallada y estable como para asegurar la validez de los constructos. 	Diseño de la investigación y recogida de datos
Validez interna	Evalúa si las relaciones causales propuestas son válidas en el contexto del caso.	<ul style="list-style-type: none"> - Diversidad de informadores clave: ídem a la validez constructiva. - Triangulación de investigadores: utilizamos un formato multi-entrevistador que elimina posibles sesgos del observador. Paralelamente, el uso de grabadora facilitó la codificación de los datos aportando fiabilidad y exactitud en el mensaje. Además, los primeros borradores y resultados se distribuyeron entre expertos académicos y expertos del sector para corregir errores y apreciaciones personales. - Recoger información en diferentes momentos: La recogida de datos tuvo lugar en diferentes momentos del proyecto. 	Recogida y análisis de los datos

Capítulo 3. Datos y metodología

Validez externa	Determina si resultados pueden generalizarse más allá del caso.	- Selección adecuada del caso de estudio: Elegimos una empresa que cumpla los requisitos de nuestra unidad de análisis: un «green field» en el ámbito Lean-TI que permita indagar en el “porqué” y el “cómo” de los diferentes procesos organizativos “desde el origen”, evaluando los cambios en el tiempo y con una perspectiva global.	Diseño de la investigación y recogida de datos
		- Triangulación de datos: ídem a la validez interna.	
		- Utilización de experimentos de campo en entornos reales: la participación plena como integrantes del proyecto nos permitió realizar experimentos de utilizando múltiples fuentes de evidencia, cuantitativas y cualitativas, de manera convergente.	
		- Aplicación de la lógica replicante: el entorno multifábrica que nos ofrece esta multinacional permitió aplicación de una lógica replicante, equivalente a los estudios multi-caso, para obtener generalización analítica (Eisenhardt, 1989).	
		- Triangulación metodológica: En nuestro estudio utilizamos diferentes enfoques teóricos: Teorías evolutivas de la empresa (Nelson y Winter, 1982), Principios TPS (Ohno, 1988; Sugimori, 1977) y Lean Thinking bundles (Shah y Ward, 2003, 2007; Liker, 2004), y Excelencia operacional (Treacy y Wiersema, 1993).	
FIABILIDAD: Medida de la consistencia de los resultados. Evalúa “ la posibilidad de repetir la misma investigación con idénticos resultados”			
Fiabilidad interna	Diferentes observadores, ante la misma realidad, concuerdan en sus conclusiones	- Diseño de un protocolo de trabajo apoyándose en una BBDD que integre toda la información y cronograma con los principales hitos.	Diseño de la investigación y recogida de los datos
Fiabilidad externa	Investigadores independientes llegan a las mismas conclusiones	- Utilización de medios técnicos que permitan volver a los "datos brutos": audio, fotografías, diapositivas, etc.	

Fuente: Adaptado de Yin (1994)

Respecto a los perfiles de los entrevistados, abarcaron todos los niveles jerárquicos implicados en el proyecto Lean-Ti: desde ejecutivos, pasando por los miembros del equipo y operarios de la planta. Este esfuerzo nos permitió tener una imagen completa del fenómeno abordado y es consistente con el enfoque de la recolección de datos etnográficos y conceptos de triangulación (Schein, 1987). En el caso del sector textil se entrevistaron específicamente a dos directivos de

Inditex, un jefe de operaciones en cada uno de los centros de tratamiento ex post¹, y un profesor universitario familiarizado específicamente con las tecnologías de ambos centros al cooperar en esta materia con ellos desde 2008. Además, se utilizó un pre-test para garantizar que las definiciones de los ítems del cuestionario tenían sentido y que no fueron mal interpretadas (Yin, 1994). Los primeros borradores y resultados se distribuyeron entre expertos académicos y expertos del sector para corregir errores y apreciaciones personales (Klein y Myers 1999). Por otro lado, paralelamente se realizaron diversas visitas in situ (en el caso de Jealsa) donde se recogió un conjunto muy importante de evidencias provenientes de la observación directa (Yin, 2014), basada tanto en el análisis de la documentación como en consultas no pautadas y estructuradas al personal relacionado con el proyecto Lean-TI.

Respecto a la gestión de la información, toda la evidencia obtenida de diferentes fuentes se organizó y sintetizó en una única base de datos: documentación secundaria, cuestionarios, entrevistas transcritas, diseño y resultado de los experimentos, notas de campo explicativas, etc. El esquema de codificación utilizado siguió las directrices de Miles y Huberman (1994) para reducir los datos sistemáticamente en categorías y archivarlos correctamente. En cuanto a la recogida y documentación de los datos se utilizó el software NVivo10. Esto permite conservar la cadena de evidencia, haciendo la investigación más fiable ya que proporciona trazabilidad y permite volver cuando se precise a los datos brutos.

De modo similar, para confirmar la **validez** de nuestro estudio en sus diferentes dimensiones: constructiva, interna y externa, se siguieron las tácticas recomendadas por Kidder y Judd (1986) y Yin (2014) y los diferentes tipos de triangulación durante las etapas de recolección y análisis de los datos: triangulación de fuentes de datos (uso de diferentes fuentes para corroborar la evidencia); Triangulación de investigadores (diferentes investigadores examinan el mismo

¹ Uno de los jefes de operaciones entrevistados había trabajado quince años para Benetton, por lo que pudimos contrastar también con él la información sobre el origen y el desarrollo del tinto in capo de esta empresa.

fenómeno); Triangulación teórica (diferentes enfoques teóricos) y triangulación metodológica (uso de diferentes metodologías que corroboran los resultados) (Denzin, 1984) (Tabla 3.1).

En primer lugar para asegurar **validez externa** partimos de la selección adecuada del estudio de caso (descrita anteriormente) que nos permita una representatividad adecuada. En el caso de Jealsa, al tratarse de un único caso de estudio, hubo dos hechos adicionales que posibilitan que, sin tratarse de un estudio multi-caso, podamos asegurar la generalización de nuestros resultados. Por un lado, la participación plena como integrantes del proyecto nos permitió un acceso inusual a la información. Pudimos realizar experimentos de campo en entornos reales utilizando múltiples fuentes de evidencia, cuantitativas y cualitativas, de manera convergente. Este análisis nos permitió evaluar la relación causa–efecto de las proposiciones planteadas sin control sobre efectos externos, interpretando de primera mano cada suceso (Halinen, et. al. 2012) y evitando la racionalización ex post (Miles y Huberman, 1994; Pratt, 2009). Por otro lado, el entorno multifábrica que nos ofrece esta multinacional permitió aplicación de una lógica replicante, equivalente a los estudios multi-caso, para obtener generalización analítica (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt y Graebner, 2007).

En segundo lugar, con el fin de certificar la **validez de los constructos**, se utilizaron tácticas similares a las empleadas con la validez externa y otras específicas para esta medida de validez. Así, el uso de diferentes fuentes de evidencia (triangulación de metodológica) e informadores claves sobre las mismas cuestiones (triangulación de datos) permitió evaluar si las medidas y proposiciones propuestas son conformes así como su evaluación según diferentes fuentes (Tabla 3.1). En ambos ejercicios se utilizaron tanto fuentes secundarias de carácter documental (artículos de investigación, documentos divulgativos, documentación web, informes anuales e información económico-financiera, etc.), como fuentes primarias tales como la observación directa (visitas *in situ*, participación directa en los grupos de mejora, y conversaciones con los obreros) y entrevistas semi-estructuradas. El objetivo de utilizar múltiples fuentes persigue corroborar la evidencia mediante la triangulación de los datos. Esto ayudó, además, a reducir el *observer bias* y obtener una cadena de evidencia suficientemente detallada y estable como para asegurar la validez de los constructos (Easterby-Smith et al., 2002; Voss et al., 2002; Yin, 1999).

En último lugar, **la validez interna** se garantizó con la búsqueda de patrones comunes destinados a explicar la comprensión de los fenómenos objeto de estudio (Tabla 3.1). Así pues, resulta fundamental por un lado la diversidad de informadores clave y la triangulación de investigadores. Por otro, es necesario recoger los datos en diferentes momentos. El objetivo es doble: (1) considerar potenciales cambios en el ambiente estudiado; (2) asegurar que las relaciones entre variables son realmente causales (no fruto del azar). Para cumplir este último requisito la recogida de datos tuvo lugar en diferentes momentos a lo largo del estudio. En el caso del sector textil la recogida de información tuvo lugar en noviembre de 2009 y posteriormente en julio 2013 y en el caso de estudio de Jealsa la recogida de información fue constante a lo largo de todo el proyecto (2003-2013) concentrándose particularmente en tres períodos correspondientes a las rondas de entrevistas: finales de 2004, principios de 2009 y finales de 2012. Sin duda este tipo de medidas lo que permitió considerar potenciales cambios en el ambiente estudiado, sobre todo en el caso de Jealsa, y poder explicar en profundidad las relaciones descritas.

3.4 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS CUANTITATIVOS: ENSAYOS 2 Y 3.

3.4.1 Descripción de las variables y constructos utilizados

En los Ensayos 2 y 3 se pretende indagar empíricamente en el “compromiso medioambiental” y, por otro, el papel desempeñado por las nuevas tecnologías de planta, Tecnologías medioambientales (ET) y de la información (TI) en el afán de cualquier empresa por alcanzar la Excelencia Operacional. Conforme a este objetivo se plantean sendos modelos teóricos que, a partir de las Rutinas Lean como ejemplo de prácticas que viabilizan las rutinas de Excelencia Operacional, nos permiten evaluar el efecto moderador del “compromiso medioambiental” (Ensayo 2) y el efecto mediador motivado por la incorporación de estas dos tecnologías (ET&TI) (Ensayo 3) en relación al rendimiento industrial medido a través de la productividad.

Considerando la complejidad de las organizaciones, y con la intención última de profundizar en las verdaderas causas que explican el mayor desempeño industrial, planteamos, al igual que en los estudios de caso, la planta de fabricación como unidad de análisis. Esto implica obviamente que las variables utilizadas procederán directamente del ámbito industrial y la población de estudio debe estar formada, en ambos casos, por las plantas de producción y no por las empresas. Es interesante destacar además que las variables utilizadas, aun nutriéndose de diferentes bases de datos en cada ensayo, no solo intentan medir lo mismo a través de los (diferentes) constructos y diseñadas sino que, en la medida del posible, intentarán utilizar las mismas variables cuando se hable de conceptos análogos.

Empecemos con la variable dependiente. En ambos ensayos la variable utilizada es la misma: el rendimiento empresarial como medida de la eficiencia de la planta; y que medimos a través de la proxy de productividad (ventas netas dividido por empleados de la planta). Elegimos la productividad como la medida de la eficiencia en lugar de la rentabilidad debido a dos razones. En primer lugar, esta medida se utiliza ampliamente en la literatura de gestión de operaciones para evaluar el rendimiento de fabricación (Shah y Ward, 2003; Melville et al, 2007; Heim y Peng, 2010; Saldanha et al, 2013). En segundo lugar, como explicamos anteriormente, nuestra investigación se focaliza en la planta de fabricación, no en la empresa por lo que no queremos

utilizar variables que, como la rentabilidad, está influenciada por factores que están más allá del control de la gestión de la planta: las condiciones de suministro negociados por la empresa matriz, políticas centralizadas de carácter jurídico o fiscal o relacionada con el mercado, etc.

El segundo de los grandes bloques de nuestro trabajo son los tres grupos de Rutinas Lean asociados a los pilares del TPS: JIT, Jidoka y Respeto por las Personas (RfP); utilizados aquí como ejemplo de prácticas que viabilizan las rutinas de Excelencia Operacional. Dado que no se dispone de las mismas variables en SABI (Ejercicio 2) y la EMS 2009 (Ejercicio 3), utilizaremos diferentes proxies que expliquen de forma adecuada los diferentes conceptos a medir. Mientras que el Ensayo 2 construimos diferentes ratios procedentes de los datos operativos de SABI, en Ensayo 3 se diseñaron constructos multi-ítem (3) basados en una escala de Likert que evalúa el nivel de utilización de las diferentes herramientas/subrutinas dentro de cada una de las tres grandes rutinas (no se utiliza, baja utilización, utilización media, alta utilización) (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Operacionalización de las Rutinas Lean (JIT, Jidoka y RfP) en los diferentes ensayos

Pilar TPS	Definición	Operacionalización	
		Ensayo 2	Ensayo 3
JIT	Conjunto de subrutinas que persiguen producir sólo los productos requeridos, en el momento necesario y en la cantidad demandada	Rotación de stocks = Ingresos de explotación (mil. €) / Existencias (mil. €)	<p>Constructo multi-ítem formado por tres medidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Utilización de sistema sin almacenaje intermedio (p.ej. Kanban) 2) Creación de líneas/células específicas orientadas a determinados clientes o productos; 3) Sistemas de intercambio de la programación de la producción con otras compañías en tiempo real (p. ej. Sistemas EDI)
Jidoka	Conjunto de subrutinas orientadas a la construcción de la calidad durante el proceso de fabricación (Built in Quality) persiguiendo los “cero defectos” (mínima merma de proceso)	Jidoka = Volumen producto terminado (mil €) / Volumen Materias primas utilizadas (mil. €)	<p>Constructo multi-ítem formado por tres medidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Utilización de sistemas de Gestión de la Calidad (p. ej. ISO 9001), 2) Utilización de Sistemas de Control de calidad integrado en proceso 3) Uso de los círculos de calidad

RfP	<p>Conjunto de subrutinas orientadas a la mejora de las condiciones laborales y la capacitación y motivación del trabajador, con el doble objetivo de maximizar su participación y “esfuerzo voluntario”; a la vez que se reduce la desafección ante el “estrés” generado por las rutinas JIT y Jidoka</p>	<p>Salarios de eficiencia = salario medio (mil. €) / Salario promedio sectorial (mil. €)</p>	<p>Constructo multi-item formado por 3 parámetros:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Programas de formación personal, 2) Incentivos financieros mediante participación (p.ej. paga de beneficios, stock options, etc.) 3) Entrevistas regulares de valoración individual

Fuente: Elaboración propia

Continuando con nuestro análisis llegamos a las variables mediadoras o moderadoras, distinguiendo aquí entre las variables Green, utilizadas en ambos ensayos, y la variable TI, presente únicamente en el ensayo tres (el primer ejercicio también aborda las TI, pero a través de un estudio de caso).

Las TI generalmente se ha definido en la literatura a través de constructos complejos, proponiendo varios recursos específicos que, por su combinación, constituyen una capacidad o competencia en las TI. En este caso, con el fin de construir un modelo parsimonioso y conforme a la orientación de nuestra investigación, consideraremos exclusivamente las TI de la planta de fabricación. Concretamente, abordamos aquellas tecnologías que conforman las denominadas Computer-Integrated Manufacturing Technologies (CIM) (Moyano Fuentes et al., 2012), que podemos agrupar en dos niveles diferentes: las operaciones de fabricación, y el nivel estratégico o gestión de la cadena de suministro (Pagès et al, 2010). De acuerdo con nuestro objetivo de investigación, nos centramos en las tecnologías de fabricación de planta con el fin de obtener una visión integral de la gestión global del proceso de fabricación, incluso en los almacenes internos, y la primera conexión de la cadena de suministro (Tabla 3.3).

Respecto a las variables Green, cabe destacar en primer lugar que existe una gran heterogeneidad en la literatura respecto a cómo medir el “nivel” o “comportamiento Green” de una empresa. Heras-Saizarbitoria et al. (2001) hablan de tres grandes grupos: (1) en función del nivel de inversión/utilización de determinadas prácticas y/o Environmental Technologies, 2) a través de indicadores de rendimiento ambiental (midiendo la emisión/reducción de ciertos

contaminantes, generalmente gases de efecto invernadero, como por ejemplo CO₂) (Venkat and Wakeland, 2006; Link and Naveh, 2006) y 3) a través del cumplimiento de determinadas normas medioambientales (ISO 14000, EMAS, etc.). En nuestro caso, dado que deseamos medir aspectos diferentes en cada ejercicio, utilizaremos diferentes proxies que expliquen el “compromiso medioambiental” (Ensayo 2) y, por otro lado, las Tecnologías Medioambientales o Tecnologías verdes (ET).

Así pues, en el Ensayo 2, partiendo del último grupo descrito por Heras-Saizarbitoria et al. (2001) medimos el compromiso medioambiental (Green) de la empresa utilizando como proxy un ratio que refleja, por un lado, un mayor desempeño medioambiental, y por otro una preocupación medioambiental a largo plazo de cada una de las plantas de fabricación: Valor agregado generado por la empresa (mil. €) respecto a las emisiones de CO₂ emitidas a la atmosfera (kg/año) (Tabla 3.3).

Finalmente, en el Ensayo 3 se diseñó un constructo multi-ítem que evalúa el nivel de utilización de las diferentes Tecnologías Medioambientales (ET) conforme a una escala Likert (no se utiliza, baja utilización, utilización media, alta utilización). Dado que son muchas las tecnologías que pueden clasificarse bajo esta denominación (Klassen y Whybark, 1999; Kuehr, 2007; Pons et al, 2013), y focalizando la investigación hacia la planta de producción, restringiremos el análisis a las *Cleaner Technologies*, y específicamente a las *Energy Saving Technologies (EST)*. No en vano, no solo reflejan la versión "más eficiente y limpia" de cualquier equipo estándar que está presente en todo entorno de fabricación, sino que además ocuparán un lugar protagonista entre las tecnologías que puedan actuar como factor de mutación en la planta generando una palanca de cambio entre las prácticas Lean y el rendimiento industrial (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Descripción de las variables moderadoras/mediadoras utilizadas en la Tesis

Ensayo	Variable	Bbdd	Proxy/Operacionalización
Ensayo 2	Compromiso medioambiental	EPRTR-SABI	GREEN= Valor agregado planta de fabricación (mil. €) / Emisiones de CO2 (kg/año)
Ensayo 3	Tecnologías de la Información (TI)	EMS 2009	<p>Constructo multi-ítem formado por tres de las TI internas más representativas de la planta de fabricación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Manufacturing Execution System (MES) (es decir, la integración de PPS / ERP con el registro de datos de producción, CAM) 2) Utilización de sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) 3) Sistemas de gestión de almacenaje automatizado (WHS), logística interna y picking
	Tecnologías Medioambientales (ET)	EMS 2009	<p>Constructo multi-ítem formado por 3 de las ET más representativas asociadas al ahorro de energía:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sistemas de recuperación de energía cinética y de proceso 2) Utilización de bombas de alta eficiencia 3) Utilización de motores eléctricos con regulación velocidad

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Obtención y análisis de los datos: descripción de las bases de datos y metodología utilizadas

Tal y como se expuso anteriormente las bases de datos fueron seleccionadas conforme a nuestras preguntas de investigación. Así, en el Ensayo 2, para poder disponer de variables Lean y Green durante varios años (2001-2009) se construyó un panel de datos único cruzando microdatos económicos y ambientales de dos fuentes oficiales diferentes: SABI y E-PRTR España. Por una parte, SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos) es una base de datos que nos permite disponer de información económica de más de un millón de empresas españolas (la empleamos en la construcción de las variables que miden las Rutinas Lean). Por otro lado, E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register) es un censo anual de las principales emisiones contaminantes (al aire, el agua y la tierra) de 28.000 instalaciones industriales europeas, abarcando 65 actividades económicas diferentes (6.188 instalaciones individuales para el caso de España). Esta parte de la base de datos nos proporcionó la proxy para medir el “compromiso medioambiental” (Tabla 3.3).

Consolidamos de esta forma un panel de datos no balanceado para el período 2001 a 2009, con un total de 1209 plantas de fabricación (6021 observaciones) pertenecientes al ámbito industrial (SIC 20 a 39), con más de 10 trabajadores y un volumen de negocio superior a 2 millones de euros (se han descartado las micro-empresas). Conforme a nuestro enfoque de trabajar con las plantas de fabricación y con el fin de asociar perfectamente los resultados económicos de esa planta (no de la organización) con las emisiones de esa instalación, se descartaron aquellos datos en los que no existía una identificación univoca entre el código E-PRTR y de código fiscal del IVA en SABI.

Una vez disponibles los datos, para testar nuestras hipótesis empleamos métodos estadísticos para el análisis de datos de panel a través de un modelo dinámico, concretamente la “familia de estimadores de Arellano y Bond” (Arellano and Bond, 1991). Dentro de grupo pueden distinguirse dos grandes métodos de estimación: *GMM Differences* (Arellano y Bond, 1991) y *GMM System* (Arellano y Bover, 1995; Blundell y Bond, 1998). Luego de evaluar ambas opciones se optó por la segunda, la estimación *System*, porque nos permitía incorporar las ecuaciones en

niveles y trabajar con variables instrumentales adicionales (Arellano y Bover, 1995). Además de que este método de estimación está especialmente diseñado para paneles cortos como el nuestro ($N > T$); la posibilidad de incorporar variables instrumentales para abordar los problemas de endogeneidad identificados en algunos regresores (Arellano y Bover, 1995) resultaba fundamental ya que nuestro modelo emplea la variable dependiente rezagada (Y_{it-1}) como variable instrumental. Los test de Sargan y Hansen validaron los instrumentos seleccionados confirmando que no había problemas de sobre-identificación en la especificación econométrica final (Roodman, 2009). Finalmente, empleamos una estimación en dos etapas de los errores con la opción “robusta” para evitar los problemas derivados de la posible existencia de heterocedasticidad tal y como recomienda Roodman (2009) incluyendo la opción ‘robusta’ para considerar el posible sesgo en las estimaciones de los errores del modelos en dos etapas (Windmeijer, 2005). Consideramos, por tanto, la siguiente estructura dinámica para nuestro enfoque (Ecuación 1):

$$Y_{it} = \beta_0 + \alpha Y_{it-1} + \beta_1 JIT_{it} + \beta_2 Jidoka_{it} + \beta_3 RfP_{it} + \beta_4 Green_{it} + \beta_5 JITxGreen_{it} + \beta_6 JIDOKAxGreen_{it} + \beta_7 RfPxGreen_{it} + \varphi \Delta X_{it} + T_t + \alpha \varepsilon_{it} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde el subíndice i identifica las plantas industriales y t el año. El coeficiente β_0 representa la ordenada en el origen, Y_{it} es la productividad de cada planta i en el año t y JIT_{it} , $JIDOKA_{it}$ y RfP_{it} representan las tres Rutinas Lean para la planta i en el año t . De la misma forma, $Green_{it}$ es la variable que mide el compromiso medioambiental de cada planta i en el año t . $JITxGreen_{it}$, $JidokaxGreen_{it}$ y $RfPxGreen_{it}$ representan los diferentes términos de interacción en nuestro modelo. Finalmente, X es un vector con variables específicas por planta y de control sectorial que permiten aislar el efecto de las variables Lean y Green (variables de control para edad y dinamismo tecnológico del sector que se supone influyen en la productividad). T es un vector para los efectos fijos del año y ε es el término de error. Esta especificación dinámica del modelo empírico final nos permitirá comprobar los efectos a largo plazo de las Rutinas Lean.

En lo que respecta al Ensayo 3, la obtención de la base de datos que necesitábamos suponía uno de los principales retos del ejercicio de investigación. Sin duda no resultaba nada sencillo encontrar una fuente de datos que evaluase conjuntamente principios organizativos y las

tecnologías propuestas (Tecnologías Medioambientales y de la Información). Así las cosas, luego de considerar diferentes posibilidades² y adquirir alguna de ellas con resultados infructuosos, encontramos disponible la European Manufacturing Survey (EMS) para el año 2009.

Coordinado por el Instituto Fraunhofer de Sistemas e Innovación (ISI), la EMS es la mayor encuesta europea de fabricación (ISI, 2014), se lleva a cabo cada tres años y se dirige a una muestra aleatoria de plantas de fabricación con al menos 20 empleados de los sectores de fabricación (códigos NACE 15-37) y abarcando doce países (Austria, Croacia, Francia, Alemania, Grecia, Países Bajos, Eslovenia, España, Suiza, Turquía, Reino Unido e Italia). El resultado son un total de, aproximadamente, 3.500 respuestas en 2009. Cabe destacar que, acorde a nuestras preguntas de investigación, la EMS cubre los procesos de creación de valor de la producción de bienes y servicios en la industria de fabricación, centrándose en la difusión de la tecnología y la innovación organizativa (Bikfalvi et al., 2014).

En relación con el proceso de envío, la persona de contacto son siempre informadores de nivel superior (gerentes, o directores industriales/de operaciones, dependiendo del tamaño de cada empresa), que cuentan con una perspectiva global de toda la organización y el conocimiento (o el acceso a la información) sobre las necesidades industriales y empresariales. Además, se hicieron llamadas telefónicas aleatorias a las plantas que no respondieron sin encontrar patrones específicos. No hay evidencia, por lo tanto, sobre un tipo específico de respuesta de la planta y no es necesario tener en cuenta el sesgo de no respuesta que puede ocurrir en las encuestas por correo. Del mismo modo, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables de estudio comparando las primeras respuestas y las tardías (Armstrong y Overton, 1977).

Una vez disponibles los datos se testaron las hipótesis. Mediante la utilización de las metodologías de Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) y de Modelos de Estructura de la

² Se consultaron diferentes encuestas para abordar la pregunta de investigación: *MPI Manufacturing Study*, *Next Generation Manufacturing Study* o la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* de la fundación SEPI, entre otras.

Covarianza (SEM) (Henseler et al., 2009), se estimaron los parámetros del modelo aplicando el software SmartPLS (Ringle et al., 2005). Además, se realizó un procedimiento de *bootstrapping* (5.000 muestras) para evaluar los errores estándar y t-estadísticos con el fin de valorar el nivel de significación de los coeficientes (Henseler et al, 2009; Hair et al, 2013). La elección del enfoque PLS viene motivada por su adecuación a los requisitos de nuestro modelado (Roldán y Sánchez-Franco, 2012).

En primer lugar, hemos empleado en nuestros modelos constructos reflexivos y formativos, para los cuales PLS es especialmente adecuado dada su robustez (Reinartz et al, 2009; Wright et al, 2012). De hecho, los constructos formativos de segundo orden no pueden ser ejecutados de manera eficiente por otros modelos de ecuaciones estructurales (Diamantopoulos y Winklhofer, 2001). En segundo lugar, cabe destacar que PLS no exige trabajar con una distribución conocida (Falk y Miller, 1992) ni un determinado tamaño de la muestra (Reinartz et al., 2009). Además el algoritmo matemático subyacente a este método estadístico permite que los resultados obtenidos sigan siendo robustos aun cuando empleamos datos asimétricos (Wilden et al., 2013) o que no siguen una distribución normal (Fornell y Larcker, 1981) puesto que su algoritmo iterativo (Henseler et al., 2009) transforma los datos no normales de acuerdo con el teorema del límite central (Hair et al., 2012).

CAPÍTULO 4: ENSAYO 1

**UNA PERSPECTIVA EVOLUCIONISTA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
EN LA EXCELENCIA OPERACIONAL: PLANIFICACIÓN, EMERGENCIA Y
ALEATORIEDAD EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS INDUSTRIALES ADAPTATIVOS**

4 CAPÍTULO 4: UNA PERSPECTIVA EVOLUCIONISTA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA EXCELENCIA OPERACIONAL: PLANIFICACIÓN, EMERGENCIA Y ALEATORIEDAD EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS INDUSTRIALES ADAPTATIVOS

Resumen

El artículo profundiza cualitativamente en el porqué y el cómo de las sinergias y disfunciones entre Tecnologías de la Información (TI) y prácticas de Excelencia Operacional. Bajo una perspectiva evolucionista, sugerimos que las TI provocan mutaciones en las rutinas organizativas de la empresa y que, en presencia de determinados componentes estructurales y de capital humano, pueden convertirse en capacidades cuya adaptabilidad no depende de una supuesta eficiencia intrínseca sino de los mecanismos de selección del entorno al que se enfrenta la empresa. Bajo este enfoque presentamos un estudio de caso por un período de 10 años (2003-2013) en la principal planta industrial de la cuarta conservera del mundo. El trabajo sugiere una serie de hipótesis que enfatizan la simultaneidad de componentes racionales, aleatorios y emergentes en las mutaciones, la influencia del ritmo y secuencia del despliegue en la construcción de capacidades, así como el efecto de la propia evolución del entorno en el tipo de mutaciones que son traspasadas a lo largo del tiempo.

Palabras Clave

Teoría Evolucionista, Tecnologías de la Información, Excelencia Operacional, capacidades.

CAPÍTULO 5: ENSAYO 2

**EL COMPROMISO CON EL MEDIOAMBIENTE Y LA EXCELENCIA OPERACIONAL:
¿DEBERÍAMOS HACER “MÁS VERDE” NUESTRA ESTRATEGIA LEAN?**

5 CAPÍTULO 5. EL COMPROMISO CON EL MEDIOAMBIENTE Y LA EXCELENCIA OPERACIONAL: ¿DEBERÍAMOS HACER “MÁS VERDE” NUESTRA ESTRATEGIA LEAN?

Resumen

El artículo aborda bajo un marco teórico evolucionista cómo las crecientes exigencias medioambientales están afectando a las prácticas de Excelencia Operacional. Nuestra tesis es que el Toyota Production System (TPS), reinterpretado como Lean Thinking en su versión americana, puede estar sufriendo el desgaste típico de cualquier paradigma dominante al haber cambiado las necesidades a las que pretendía dar respuesta. Ya no se trata únicamente de emular las herramientas pensadas para organizar operarios japoneses de posguerra con el fin de maximizar la productividad. Las sociedades y gobiernos de países desarrollados demandan empresas sostenibles donde la organización eficiente de los procesos industriales tiene la misma importancia que los desafíos ambientales.

Buscamos evaluar, por tanto, si el “compromiso medioambiental” exigido puede suponer un factor de mutación en las actuales rutinas de Excelencia Operacional: rutinas de procesamiento de la información basadas en el JIT, rutinas de resolución de problemas basadas en el Jidoka, y rutinas de resolución de conflictos fundamentadas en el Respeto por las Personas. Nuestras hipótesis se contrastan a través de un panel de datos único que comprende nueve años e integra los registros ambientales y económicos de 1209 plantas industriales españolas (SABI-EPTR). Nuestro trabajo sugiere varios matices sobre un resultado global que confirma el “compromiso medioambiental” como potenciador del desempeño industrial. El hecho es que si bien las consideraciones medioambientales parecen mutar favorablemente las rutinas de resolución de problemas, otras rutinas como las relacionadas con el procesamiento de la información y la gestión del conflicto en planta no muestran resultados tan propicios.

Palabras clave

Excelencia Operacional, Lean Manufacturing, compromiso medioambiental, European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR España).

CAPÍTULO 6: ENSAYO 3

**THE ROLE OF ENVIRONMENTAL AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN
OPERATIONAL EXCELLENCE: AN EVOLUTIONARY APPROACH**

6 CAPÍTULO 6. THE ROLE OF ENVIRONMENTAL AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN OPERATIONAL EXCELLENCE: AN EVOLUTIONARY APPROACH

Abstract

Although Lean Manufacturing has become the dominant paradigm in operations management, its principles and tools may be confronting increasing limitations to face new customer requirements in terms of response times, customization and environmental concerns. Our work studies how Environmental and Information Technologies can overcome these potential weaknesses. We thus propose a model based on *Evolutionary Theory of the Firm* to examine the inter-relationships among Lean Routines, the two plant technologies (ET&IT) and Industrial Performance. Our results suggest that both technologies can be regarded as powerful mechanisms through which Lean Routines reinforce their contribution to manufacturing efficiency, while other competitive advantages can appear associated with emerging new capabilities.

Keywords

Operational Excellence, Lean Manufacturing, Information Technologies, Environmental Technologies, European Manufacturing Survey (EMS)

6.1 INTRODUCTION

Over the last 30 years, increasing competitive pressure in the business environment has focused attention on organizational efficiency for business performance. This has helped popularise management theories such as Lean Manufacturing, a systematic approach for eliminating non-value-added activities by means of on-going improvement (Womack and Jones, 2003). However, recent market developments, with more frequent preference changes with higher customisation levels, and a growing social demand of environmental sustainability, have forced companies to go beyond the adoption of management philosophies based exclusively on efficiency criteria. Today, sudden changes in preferences, shorter product life cycles and environmental challenges also have to be considered.

However, in such volatile, high-customisation environments, it seems difficult for the Lean Manufacturing principles and tools, which were conceived for *High Volume-Low Variety (HVLV)* environments (Liker, 2004), to adapt fast and effectively (Cusumano, 1994; Maccoby, 1997; Cooney, 2002; Suzuki, 2004; Cox y Chicksand, 2005; Moyano-Fuentes y Sacristán-Díaz, 2012). A number of authors (Prince y Kay, 2003; Yao y Carlson, 2003; Narasimhan et al., 2006; Browning y Heath, 2009) call for a more agile system, stressing that systematic application of production levelling (Cusumano, 1994; Hines et al., 2004) or Just in Time (Danese et al., 2012; Bortolotti et al., 2013) reduces business flexibility. Also, and even though the “elimination of waste” philosophy that is typical of Lean Manufacturing might seem consistent with growing concern for the environment (Florida, 1996; King y Lenox, 2001; Sawhney et al., 2007), in the opinion of several authors, the term “waste” to which both philosophies refer does not always have the same meaning (Rothenberg et al., 2001; Venkat and Wakeland, 2006).

Although Lean practices have been associated with high firm performance in terms of productivity, quality and safety at work (Womack and Jones, 2003; Shah and Ward, 2003), and in fact there is still a long way to spread these practices in SMEs and support activities in the value chain. This assessment does not mean, however, that Lean Thinking may be confronting increasing limitations to face new customer requirements in terms of response times, customization and environmental concerns. In fact, some of these limitations have already been

used to justify new paradigms in operations management (Hines et al., 2004; Hallgren and Ollagher, 2009).

However, many analysts consider such approaches to be mainly descriptive and educational and to make no real contribution since they are based on principles and practices that, under different names, have always formed part of the theory behind Lean Manufacturing or TPS Principles (Richards, 1996; James-Moore y Gibbons, 1997; Bartezzaghi 1999; Sahin, 2000; Jin-Hai, 2003; Suzuki, 2004). We believe, thus, there is an objective need for Operational Excellence practices to be re-assessed in the light of new market requirements and that this should be done from a theoretical perspective.

According to this we propose a model, based on the Evolutionary Theory of the Firm, to examine the inter-relationships among Lean Routines, as example of Operational Excellence practices, the two plant technologies (ET&IT) and Industrial Performance since many authors suggest both technologies can become powerful mechanisms through which Lean Routines reinforce their contribution to manufacturing efficiency (Zeng et al., 2010; Moyano-Fuentes et al., 2012; Bell and Orzen, 2012). On one hand, IT characteristics could favour the appearance of synergies between different business units and improve firm results according with flexibility and agility requirements from new client (Moschella, 1997; Dewett and Jones, 2001). On the other hand, ET approach towards waste and energy reduction should allow reveal and exploit new opportunities for waste elimination and, therefore, improve industrial performance; while other competitive advantages can appear associated with emerging new capabilities.

The strengths of our study lie in two areas: (1) its use of a consistent, integrating theoretical framework, that of the Evolutionary Theory of the Firm, which is especially appropriate for studying organisational processes in highly-volatile environments (Nelson and Winter, 1982); and (2) its use of a broad international data base focused on industry (European Manufacturing Survey). This is important because most of the literature in this field is based on case studies or ad hoc surveys.

With these objectives in mind, the paper is organized as follows. The next section identifies, following Coriat (2000), the three basic organisational routines in any organisation linking them

to the pillars of the Toyota Production System (TPS), reinterpreted as Lean Manufacturing (Womack et al., 1990) and the dominant management paradigm. Then, from the point of view of business evolution, we consider mediation by IT and ET to develop our working hypotheses and our research model. Section 3 describes the data and methodology, and section 4 gives the results. Finally, in the last section we discuss the results, present the theoretical and managerial implications, and conclude with a summary of limitations and future research directions.

6.2 THEORETICAL FRAMEWORK AND HYPOTHESES

6.2.1 Analysis of Operational Excellence routines from an evolutionary perspective

The term Operational Excellence describes a “specific strategic approach for the production and delivery of products and services (...) Firms that pursue Operational Excellence are tirelessly committed to searching for new procedures that will allow them to reduce costs and optimise business process throughout the organisation” (Treacy and Wiersema, 1993, p. 2). While different labels can be attached to different strategies (Six Sigma, Agile Manufacturing, World Class Manufacturing, etc.), we accept that the Toyota Production System (TPS), reinterpreted as Lean Manufacturing by Womack et al. (1990), can be considered the Dominant Research Programme. We therefore take this as the basis for our analysis.

With this conviction, although it is difficult to find a single theory to explain any organisational problem, Evolutionary Theory (or, to be more precise, Evolutionary Theories) provides analysts with methodological tools that are especially appropriate for studying what is perhaps the key intellectual problem in any business – how to manage technological change and organisational processes both consistently and simultaneously while constantly meeting requirements for change (Winter, 1991). But in order to interpret the TPS principles from the evolutionary point of view, we must first study one of the most important ideas of Evolutionary Theory, namely, the concept of a routine as a unit for analysis when studying economic change (Nelson and Winter, 1982).

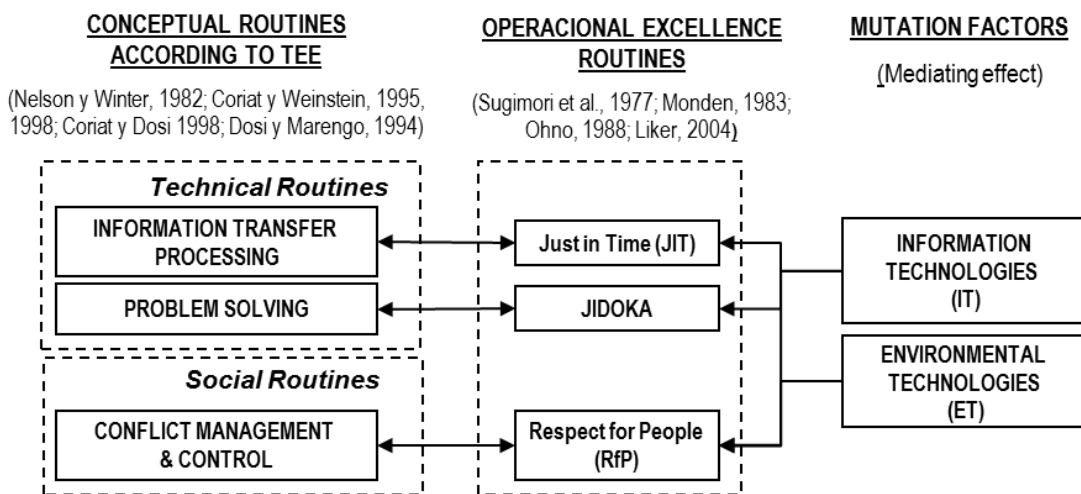
The routine concept reflects what is permanent and predictable in the behaviour of organisations, and can be interpreted as stable operating protocols that are able to reproduce

themselves, in a similar way to genes in biology, so can preserve and reproduce their essence – the information they contain – over time (Nelson and Winter, 1982). From this point of view, they serve as a deposit for storing the knowledge of each organisation and can therefore be interpreted as “organisational memory”, or company culture.

Routines therefore allow organisations to coordinate the decisions and behaviour of a multitude of agents having different interests, know-how and information. Three main areas can be distinguished: a) the processing of information for coordinating the members of the organisation, b) the resolution of any technical problems arising, and c) the design of solutions to the conflicts that internal and external changes generate among stakeholders (Coriat, 2000; Nelson y Winter, 1982; Coriat y Weinstein (1995, 1998); Coriat y Dosi 1999; Dosi y Marengo 1994). The three types of routine can be transferred to the area of Operational Excellence and, more specifically, to *Lean Manufacturing*.

Therefore, although there may be different practices making such routines viable, we believe that in the field of business excellence, it is the principles of the dominant paradigm of Lean Manufacturing that allow skills to be generated within organisations. It should therefore come as no surprise that JIT, Jidoka and Respect for people, which come from TPS, can be identified as pillars of this management philosophy (Sugimori, 1977; Ohno, 1988; Liker, 2004) (Figure 6.1).

Figure 6.1. Analysis of Operational Excellence routines from an evolutionary perspective



Source: Prepared by the authors

So let us begin with the first identification proposed: *Information Transfer Processing Routine* and *JIT*. If we adopt an information systems approach (Fujimoto, 1999), we find that the most efficient way of performing this routine is to produce the necessary information at the right time. The transfer, or comparison, is completely valid because this definition is equivalent to the definition of JIT – “producing only the necessary products at the necessary time and in the amount needed” (Sugimori et al., 1977, p. 555).

This same reasoning can be applied to the second comparison proposed: *Technical problem-solving Routines* and *Jidoka*. Problem-solving Routines include all routines that allow organisations to guarantee quality and perform constant improvement processes. If the information systems approach is adopted once more (Fujimoto, 1999), such routines can be defined as the “constant search for precision in the transmission of information along the chain of production resources”. The need to resolve these problems “ex ante” is resolved by continuously checking that information has been incorporated into products in line with the design. This transfer, again, is valid because *Jidoka* or “automation with a human touch” aims to achieve self-control of quality so that, if any non-compliance arises during the process, the process will stop (*zero defects*).

Finally, we evaluate the last identification proposed: *Routines for managing conflict among stakeholders and Respect for People* (the third pillar of Lean Manufacturing). From a neo-marxist approach to capitalist business, Coriat (2000) highlights the need of this third level of routines because he considers that, while the routines defined by Nelson and Winter (1982) take into account the first two levels of coordination, the third dimension associated with conflict management is ignored (Coriat and Weinstein, 1995, 1998). So, in the inevitable confrontation between subordinates (workers) and capitalists (managers), surplus distribution and organisation of work will be causes of permanent conflict. This reflection also appears in Lean Manufacturing. While the two pillars of JIT and *Jidoka* give full coverage to the coordination of resources, they will be difficult to implement unless they are combined with the third element, the *Respect for People*. Although this pillar is normally associated with active participation by well-trained workers who are granted decision-making empowerment (Womack and Jones,

2003), this routine should also contain an explicit concern for improving working conditions and the employee motivation in order to balancing the wear generated by improvement processes (JIT and Jidoka) (Emiliani, 2008). Ohno (1988) referred to this system as “management by stress”, that is, a type of people management that probably respected people more than Taylorism or Fordism but could end up generating even more stress (Womack and Jones, 2003). So, in a similar way to the proposal by Coriat (2000) this third pillar complements, on one hand, the empowerment inherent in JIT and Jidoka, with an explicit concern for improving working conditions (Emiliani, 2008); on the other hand, promoting worker-manager cooperation in the problem solving process in order to maximize the chances of success (Sugimori et al., 1977; Monden, 2011).

These three (social and technical) routines aim to manage physical, economic and human resources in order to generate certain skills which, depending on how exclusive they are, should strengthen the performance of organisations and generate sustainable competitive advantages. In our case, we measure Industrial Performance through productivity. This measure is widely used in the literature on operations management for assessing performance in production (Shah and Ward, 2003; Melville et al., 2007; Heim and Peng, 2010; Saldanha et al., 2013). We aim to find out how environmental requirements (through ET) and the contributions of IT, both of which are seen as “mutation factors”, can transform old Operational Excellence routines and evolve, generating new skills that adapt and respond efficiently to the new requirements of the “selection environment”.

6.2.2 Environmental Technologies (ET) as a factor for mutation: mediation between Lean Routines and Industrial Performance

In a world characterised by a shortage of energy and resources, new production strategies should embrace the search for both economic efficiency (*Lean*) (Womack and Jones, 2003) and sustainability of operations (*Green*) (Porter and Linde, 1995). However, in the industrial sector, there has traditionally been an important trade-off between environmental improvements and economic development (López-Gamero et al., 2009). It was only in 1987, with the Bruntland Report, that the need for sustainable development was first laid down “to meet the needs of

the present without compromising future needs”. This report and subsequent treaties to fight climate change (Kyoto 1997, Bali 2007 and Copenhagen 2009) (Nishitani et al., 2011)¹ aroused environmental awareness in nations and consumers started to demand environment-friendly products. It was also then that firms started to see new business possibilities.

Lean Manufacturing did not initially include the idea of protecting the environment but now, on the basis of one of its principles, that of “systematic elimination of waste”, it is seen as the paradigm that could internalise green considerations and balance the trade-off between Industrial Performance and sustainable development. While accepting the appropriateness of lean routines, we insist that they must adapt to the new “selection environment”. We shall evaluate this “mutation” empirically, equating it with the mediation that can be performed by ET between Lean principles and Industrial Performance (Figure 6.2).

In line with the model proposed (Figure 6.2), our study focuses on testing mediation (H1). Although this requires evaluation of the causality between Lean principles and Environmental Technologies (ET) (H1a) and, subsequently, between ET and Productivity (H1b), we do not consider these sub-hypotheses because they have already been extensively tested in the literature (Venkat and Wakeland, 2006; Mollenkopf et al., 2010; López-Gamero et al., 2009). In the same way, the direct effect (Lean Manufacturing on Performance) is not tested, only its mediation effect (H0). Many studies have covered and proved the link between Lean practices and satisfactory results in terms of productivity (Kinney and Wempe, 2002; Womack y Jones, 2003; Moyano-Fuentes y Sacristán-Díaz, 2012).

Regarding the first part of the mediation (H1a, Figure 6.2), which evaluates the link between Lean principles and Environmental Technologies (ET); significant efforts have been made to test the relationship between Lean and Green practices, but no consensus has been reached (Galeazzo, 2014). On the one hand, some scholars questions Lean-Green complementarity based on possible *trade-offs* arising between green objectives and the constant search for

¹ The last Climate Summit took place in September 2014 in New York.

efficiency of Lean practices (Cusumano, 1994; Rothenberg et al., 2001; Zhu and Sarkis, 2004). For example, several studies maintain that certain Lean practices (in specific situations) may damage the environment. Rothenberg et al. (2001) and Venkat and Wakeland (2006), for instance, show through case studies that the Lean cost-reduction objectives are not necessarily more environment-friendly. Similarly, an in-depth examination of the literature conducted by Mollenkopf et al. (2010), describes CO₂ emissions in the supply chain as the main Lean-Green conflict. In this case, apart from combining the two paradigms, it seems necessary for more efficient modes of transport to be developed in order to reduce emissions (Dües et al., 2013; Carvalho and Cruz-Machado, 2011). Although these studies are of great help for understanding the Lean-Green debate, they have an important weakness, which is that they evaluate the *greenness* of certain Lean practices (JIT or batch reduction, amongst others) with a view to generalising their results but without first evaluating the conceptual framework of Lean Manufacturing.

Conversely, if we follow the “positive trend” (King and Lenox, 2001; Vachon and Klassen, 2006; Vachon, 2007; Yang et al., 2011), which is also the majority position, the Lean-Green positive relationship is based on that both practices share the same objective, that of reducing and eliminating the waste. In this way, some authors suggest that Lean practices enable firms to introduce environmental practices and technologies more easily due to common underlying resources (tools and techniques) in the search for waste elimination (Yang et al., 2010; Dües et al., 2013; Galeazzo et al., 2014). Porter and van der Linde (1995a) cited, for example, different cases where firms developed their environmental programs by following the same basic Lean principles. On the other hand, Yang et al. (2010) and Pil and Rothenberg (2003) argue that certain Lean practices (continuous improvement and TQM) pose the perfect first step to develop sustainable environments and incorporate more efficient equipment. Also, strict collaboration with suppliers, a typical Lean practice, encourages the adoption of pollution-prevention technologies (Vachon and Klassen, 2006; Vachon, 2007).

In fact, these examples should not be so noteworthy since, if we consider the three pillars of TPS (JIT, Jidoka and Respect for people) we can appreciate that the concern for *greenness* is

apparent in each of these principles (Yang et al., 2011). In JIT (zero buffer principles, differentiation of added value tasks, systems for coordination with customers/suppliers....) and Jidoka (quality control, self-control, certification or the use of quality circles), we see that the two aspects are directly related to organisational efforts to reduce environmental waste (Cohen and Levinthal, 1990; King and Lenox, 2001). Similarly in the third pillar, Respect for People, the importance of worker participation (through programmes such as staff training, regular individual appraisal interviews, financial incentives) will allow for greater involvement of workers in the organisation, laying the foundations for the adoption of environmental practices (Florida, 1996; Yang et al., 2011), and encouraging workers to participate in efforts to reduce waste (Shah and Ward, 2003; Tu et al., 2006).

Therefore, green initiatives, from a technological and organizational viewpoint, can be seen as a natural extension of Lean Thinking (Franchetti et al., 2009; Yang et al., 2010; Dües et al., 2013). In fact Lean workers are who often “awaken new environmental opportunities” (usually ET) when they are looking for new improvement ways, or if the Lean traditional way is locked or it is not enough. Accordingly, several studies confirm that firms adopting Lean Manufacturing also show greener behaviour by intensifying environmental practices, adopting standards or incorporating Environmental Technologies. Gonzalez-Benito and Gonzalez-Benito (2008), for instance, suggest that the capabilities arising from a JIT and quality approach facilitate the ISO 14001 certificate implantation. Similarly, Florida (1996) maintains that Lean environments are best able to incorporate environmental concerns into their systems and, besides, these contexts have incentives for the adoption of pollution-prevention technologies (Vachon and Klassen, 2006; Yang et al., 2010) since such measures are built on the basis of Lean principles: elimination of waste, zero defects, on-going improvement, etc. Thus, although from a conceptual perspective Lean practices and the Environmental Technologies can be implemented separately; the Lean environments provide an excellent “breeding ground” to develop proactive green programs as well as the necessary resources to facilitate the implementation of environmental technologies.

Regarding the second part of the mediation (H1b); although the relationship between environmental practices and business performance has been amply studied over recent decades (Klassen y Whybark, 1999; Heras-Saizarbitoria et al., 2011), the empirical correlation between environmental management, technology implementation and performance is unclear and there is no consensus in the literature (López-Gamero et al., 2009). Many studies find a positive link between the adoption of environmental technologies and practices and improved Industrial Performance (King and Lenox, 2002; Nakao et al., 2007; Nishitani et al., 2011); however other scholars do not find sufficient evidence to back this claim (Jaffe et al., 1995; González-Benito y González-Benito, 2005). Among studies which have documented a positive relationship between being proactive in environmental issues and a better firm performance are also those by Gilley et al. (2000), Aragon-Correa and Sharma (2003), Link and Naveh, (2006). While the former claim is based on that green investments lead in the long term to large savings (Shrivastava, 1995) and even, new business opportunities addressing customers concerned about the environment (Elkington, 1994; Miles and Covin, 2000); the latter talk about “green costs” and argue that the ultimate consequence of adopting environmental initiatives is lower profit and reduced competitiveness (Walley y Whitehead, 1994; Jaffe et al., 1995).

The difficulty in obtaining valid conclusions from the numerous previous studies is due to multiple causes. On one hand, scholars used different definitions and measures to address the green initiatives and the firm performance, and on the other hand, the use of diverse research methodologies and focus the analysis in very different sectors (Zeng et al., 2010; Heras-Saizarbitoria et al., 2011; Pons et al., 2013) causes that the relationship between being proactive in environmental issues and firm performance is presented as a perplexing issue in the literature (López-Gamero et al., 2009). Furthermore, only a few studies use environmental variables, either in terms of production activities or energy efficient technologies (Klassen and Whybark, 1999; Watson et al., 2004; González-Benito y González-Benito, 2005; Montabon et al., 2007), and often without conclusive financial correlations. For example, one of the most recent is by Pons et al. (2013), who concludes that EST (energy saving technologies) have an immediate effect on energy efficiency but they do not, by themselves, have an evident effect on economic performance.

Thus, although an increasing number of studies have attempted to empirically test the relationship between environmental management and business performance, the results remain inconclusive. In our case, following some authors who suggest that the positive influence of Green Practices on firm performance is more effective in those plants having resources emerging from Lean environments (Gonzalez-Benito and Gonzalez-Benito, 2005), we join the “positive trend” and posit a positive correlation in this second part of the mediation. As Dües et al. (2013) we think there may be opportunities for building bridges between Lean and Green systems because a large proportion of environmental programmes are based on Lean practices. Because of these overlapping attributes, they conclude that Lean and Green practices reinforce each other their respective benefits to improve firm performance. Therefore, environmental practices and technologies can be considered a powerful mechanism for stepping up the contribution made by Lean practices to competitiveness. Based on the comments on the conclusions of both parts of the mediation (H1a and H1b), we propose the following hypothesis:

H1: The level of ET positively mediates the relationship between Lean Routines (LR) and Industrial Performance (IP)

6.3 IT as a factor for mutation: mediation between Lean Routines and Industrial Performance

Although the introduction of Information Technologies (IT) in a business seems perfectly in line with Operational Excellence objectives (Treacy and Wiersema, 1993), the mistrust expressed by classic authors regarding their effect on the role of the human factor is still preventing them from being widely adopted in Lean environments (Toyoda, 1983; Ohno, 1988; Sugimori et al., 1977; Womack et al., 1990). Sugimori et al. (1977) sustained that the use of IT brought with it over-production, uncertainty and unnecessary costs. Along the same lines, Toyoda (1983) stated that the possibility of receiving a wealth of information at the click of a button could damage the capacity of workers to think and, therefore, their capacity to solve problems. These two arguments take on special meaning in the era of *infoxication*. However, IT have improved their performance and become easier to use, and the digitalisation of society has made it easier for

them to be gradually incorporated into industrial environments (Bell, 2005; Bell and Orzen, 2010; Cottyn et al., 2011). It is perhaps for this reason that, even though IT and Lean principles have traditionally been considered antagonistic (Piszczalski, 2000), the literature has now moved towards positions that not only favour their joint deployment but also stress their complementarity and inter-dependence (Riezebos, 2009; Moyano Fuentes et al., 2012).

Against this background, our study aims to examine how the new characteristics provided by IT – increased quantity and speed of data, reliable, real-time information and capacity for integration (Moschella, 1997; Dewett and Jones, 2001) – affect Lean routines, how they can “mutate” the organisational routines of Operational Excellence giving rise to a new evolutionary type of production system that is much more efficient, flexible and adaptable to the highly-changing environment (Hormozi, 2001). As in the previous case, we shall evaluate this “evolution” empirically, equating it with mediation by IT between Lean principles and Industrial Performance (Figure 6.2). We focus our study only on the mediation hypothesis (H2) although, for this purpose and as in the previous case, we need to show the causality in two stages: first between Lean routines and IT (H2a), and then between IT and Industrial Performance (H2b). As before, we shall not consider the sub-hypotheses H2a and H2b because they have already been extensively tested in the literature (Cottyn et al., 2011, González-Benito, 2007; Moyano Fuentes et al., 2012).

Regarding the first part of the mediation (H2a), the influence of Lean routines on the level (or performance) of IT, the causality proposed is based on the fact that the two positions, from both the philosophical and practical points of view, share the same objective, that of improving Industrial Performance. As stated by Fuentes et al. (2012, p. 106), “IT could be seen as a tool for raising the internal efficiency that Lean Production pursues (...), this being understood as the achievement of similar results while using fewer resources”. Therefore, as with ET, Lean environments lay the foundations for implementing and deploying IT, with the aim of continuing to increase the efficiency of processes which might have remained unchanged with traditional Lean routines (Wan et al., 2007; Cottyn et al., 2011).

Many studies describe IT solutions in plants using Lean tools (Kotani, 2008; Riezebos et al., 2009; Cottyn et al., 2011) which turned out to be insufficient because of new requirements for flexibility and agility. Kanban cards, Heijunka boxes or Visual inventory management, amongst others, become unmanageable when a huge amount of information has to be processed on a daily level. This is where the processing, management and analysis of information in real time using IT becomes essential. Kotani (2008), for example, describes the appearance of electronic Kanban (even within Toyota) which, based on the traditional functions, expands monitoring and real-time performance indicators. In the same way, the Poka-Yoke have led to the appearance of advanced computer vision systems that not only pinpoint defects but also allow them to be analysed in real time and to generate records that can be used for learning (Connolly, 2004). IT can be extended all over the plant, with RFID-based inventory control applications allowing for efficient inventory management (Roh et al., 2009) or for statistical control of processes supporting TQM programs (Sánchez-Rodríguez et al., 2006).

Other IT systems are present across the board in production plants. Bell (2005) and Cottyn et al. (2011), for example, describe MES (Manufacturing Execution System) as the ideal solution for standardising Lean practices. Similarly, CMMS (Computer Maintenance Management Software) allow real-time monitoring of equipment serving as the basis for TPM programmes (Riezebos et al., 2009; Cuatrecasas and Torrel, 2010). Powell (2013) describes ERP systems as the ideal method for transferring the results of Lean practices from the plant to the business area. From the external point of view, Shah et al. (2002) suggest that relations of cooperation with suppliers (the basis for Lean Manufacturing) today require the use of EDI systems. It therefore seems obvious that, even though Lean practices can conceptually be used without IT, current market conditions mean that the more Lean an organisation aims to be, in the short term it will require a higher level of IT (Shah et al., 2002; Cottyn et al., 2011; Qrunfleh and Tarafdar, 2014). It is therefore the Lean initiatives that reveal the need for more and better information.

We therefore base our study on prior research which considers the relationship the other way round (IT as a predecessor of Lean Manufacturing) but is are very valuable when reflecting on the close link between the two initiatives (Bruun and Mefford, 2004; Ward and Zhou, 2006;

Moyano Fuentes et al., 2012). Bruun and Mefford (2004), for example, sustain on the basis of three case studies that the Internet and e-commerce facilitate the development of Lean practices. Similarly, Moyano Fuentes et al. (2012) show empirically that there is a direct link between the degree to which internal IT are used and the degree of implementation of Lean Production. Ward and Zhou (2006) find that when Lean practices have been adopted, ERP systems have better effects on certain results (in this case, shorter lead-time). If we consider that all these initiatives stem from and are developed in a context of reciprocity, we believe that they also allow us to confirm the first part of the mediation (H2a).

However, this positive link is not so clear in the second part of the mediation (H2b). In spite of the enormous interest that IT have aroused in recent decades, as well as their impact on Industrial Performance, there is still no consensus among researchers in the literature (González-Benito, 2007). Much was expected from these resources but the first empirical studies did not find the expected positive link with productivity (Solow, 1987), giving rise to what was named the “productivity paradox”. Since then, research has endeavoured to turn round these counter-intuitive results and, even though more recent literature shows positive data (Brynjolfsson and Hitt, 1996; Black and Lynch, 2001; Dedrick et al., 2003), the results are still not conclusive (González-Benito, 2007), and the debate on how to evaluate the impact of IT on organisational performance remains open (Mahmood and Mann, 2000).

While it has been found that investment in IT is an important factor for optimising internal processes in firms and generating profits (Kotha and Swamidass, 2000; Dedrick et al., 2003), in itself it is not sufficient for achieving a better competitive position (Barney, 2001). Evaluation of other factors is needed, those that complement improved efficiency and business results and the generation of competitive advantage (Reed and De Fillipi, 1990; Wade and Hulland, 2004). The existence of suitable IT infrastructure will favour the appearance of synergies between different business units but will only improve results when the IT characteristics are used effectively in the organisation - increased quantity and speed of data, reliable, real-time information and capacity for integration (Moschella, 1997; Dewett and Jones, 2001). In addition,

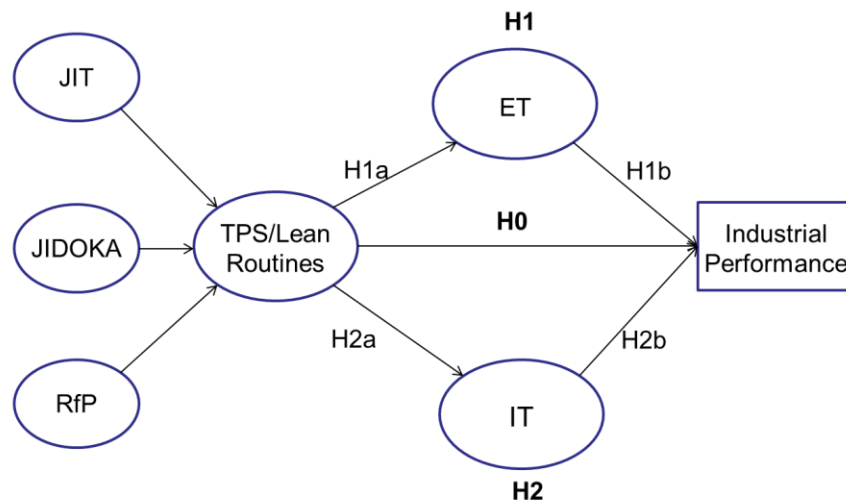
because of the very nature of IT, this positive effect will appear to a greater extent in operating performance measures than in financial areas (McAfee, 2002).

Against this background, if we focus on the manufacturing plant and the operational indicator used (productivity), we can expect a positive effect also in this second part of the mediation (Figure 6.3). We believe that, based on Lean principles, ITs will continue along the path towards cost and time reduction, conflict solving, and other organisational functions that have a direct role to play in the production process. Based on the arguments mentioned in the first (H2a) and second (H2b) parts of the mediation proposed, we pose the following hypothesis:

H2: The level of IT positively mediates the relationship between Lean Routines (LR) and Industrial Performance (IP)

In line with the above hypotheses, our research model is summarized and presented in Figure 6.2. The key variables include: TPS/Lean Routines (LR), Environmental Technologies (ET), Information Technologies (IT) and Performance

Figure 6.2. Research model



6.4 DATA AND MEASUREMENTS

6.4.1 Sample

In order to test the hypotheses we used data on 763 different companies from the European Manufacturing Survey (EMS 2009²) covering five representative European countries (both developed and developing) based on a common data collection survey tool. The EMS is the largest European survey of manufacturing (ISI, 2014) and is coordinated by the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI). It is carried out on a triennial basis and targets a random sample of manufacturing establishments with at least 20 employees from manufacturing sectors (NACE codes from 15 to 37).

This mailed questionnaire-based survey provides a large, cross-national database (Austria, Croatia, France, Germany, Greece, the Netherlands, Slovenia, Spain, Switzerland, Turkey, UK, and Italy) resulting in approximately 3,500 responses in 2009. The EMS covers value-creating processes in the manufacturing of goods and services, focusing on technology dissemination and organizational innovation (Bikfalvi et al., 2014). This database provides a unique opportunity for testing our hypotheses because it describes, in depth, the two areas of interest in our research - IT and ET.

In order to avoid problems arising from linguistic differences and the specific terminology used, the EMS consortium applies several procedures recommended by the Survey Research Centre (2011) to facilitate international comparisons and, finally, the generalization of results. Initially the survey is prepared in English, then national coordinators translate the survey as needed and (identical) data harmonization processes are applied. A rigorous process including country pre-tests and back-translation procedures (Bikfalvi et al., 2014) ensures that these two translation-related stages are conducted correctly.

² The 2009 data are the latest available data for research. There were several rounds in 2003, 2006, 2009 and 2012, each of which added new countries.

Regarding the submission process, the contact person was always a top-level informant (manufacturing manager, industrial/operations director or CEO depending on the size of each company) having a global perspective and knowledge (or access to information) about the industrial and business requirements. According to Phillips (1981), top-level informants tend to be more reliable sources of information than lower levels. Furthermore, random phone calls to non-response plants were made and no specific pattern was evident in these cases or in the reasons given for non-response. There is no evidence, therefore, that responses were only received from a specific type of plant and it is not necessary to consider the non-response bias that may occur in mail surveys. Similarly, comparison of early and late responses (Armstrong and Overton, 1977) found no statistically significant differences in any of the study variables.

In our study we used a proportionally large size- and industry-based, stratified, random subsample (n=763) comprising French (164), Croatian (89), Dutch (323), Slovenian (71), and Spanish (116) datasets collected in 2009. Data from these five countries can be merged since the questions and criteria used for sample selection were the same. Subsequently, we carried out additional contextual analysis to evaluate possible differences by country (Hong and Roh, 2009). Table 6.1 describes the sample country distribution compared to the EUROSTAT sector data (in brackets) showing that no significant differences exist when technological intensity is considered by sector (Legler and Frietsch, 2006). Further statistical tests (available from the authors upon explicit request) were conducted in order to assure the viability of merging the five countries' data. Additionally, Table 6.2 shows the distribution of firms by size, country and sector. To analyze our data, we present descriptive statistics in the following section. Other details are available in EMS-related publications (Kinkel et al., 2011; Pons et al., 2013; Bikfalvi et al., 2014; Gerstlberger et al., 2014).

Table 6.1. Distribution of firms by R&D intensity and comparison with EUROSTAT

Sector classification on R&D intensity								
Country	Non-R&D intensive		Highly developed		High technology		Total	
	sector %		%		sector %		%	N
France	31.6	[33.7]	61.4	[60.1]	7.0	[6.2]	100.0	158 *
Netherlands	28.2	[28.9]	66.7	[66.1]	5.1	[4.9]	100.0	234 *
Slovenia	7.1	[32.6]	84.3	[62.2]	8.6	[5.1]	100.0	70 *
Spain	33.3	[37.6]	60.5	[59.8]	6.1	[2.3]	100.0	114 *
Croatia	37.2	–	59.3	–	3.5	–	100.0	86 n.a.

Notes: Sector classification based on the Peneder typology (2010), adapted by Legler and Frietsch (2006): Non-R&D-intensive sectors comprise, e.g., food, beverages, textiles. Highly-developed technology sectors comprise, e.g., automotive industry, mechanical engineering. High-technology sectors comprise, e.g., medical engineering, systems for measurement and control, electrical engineering;

*no significant difference between distribution of EMS data and EUROSTAT data; n.a. = data not available

Source: Adapted from Bikfalvi et al. (2014). EMS (2009), Fraunhofer ISI, [Eurostat 2007, tables sbs_sc_2d_d...02, extracted 4-7-2012]

Table 6.2. Distribution of firms by size, country and sector

Feature	%
Size	
< 50 employees	51.9
50 - 250 employees	37.7
> 250 employees	10.4
Country	
France	21.5
Netherlands	42.3
Croatia	11.7
Spain	15.2
Slovenia	9.3
Sector	
Basic metals and fabricated metal products	24.1
Chemicals, plastics and other non-metallic mineral products	18.7
Food and textiles	14.6
Machinery and equipment	13.6
Electrical and optical equipment	10.2
Motor vehicles, aircraft and transport equipment	4.1
Others (paper, wood, manufacturing, n.e.c.)	14.7

6.4.2 Measures

We used several multi-item scales to test our hypotheses. The research team selected measurement items from the EMS2009 database based on the existing literature to ensure fact and content validity. Table 6.3 summarizes the variables used, their definitions and the supporting literature. In the following sections each of the constructs and their operationalization are defined in detail.

Table 6.3. Variables, definition and supporting literature

Variable	Definition	Supporting literature
TPS Principles (Sugimori, 1977; Monden, 1983; Ohno, 1988; Liker, 2004)	Just-in-time A set of practices for managing production flow that produce only the products needed in the exact time and in the required amount.	McLachlin, 1997; Shah and Ward, 2003; Swink et al., 2005; Yang et al., 2011.
	Jidoka A set of initiatives to assure the quality of the products, zero defects and continuous improvement programmes (“Built-in Quality”).	McKone et al., 1999; Fullerton et al., 2003; Shah and Ward 2003, 2007; Linderman et al., 2006.
	Respect for People A set of practices related to human aspects: formal training programmes, self-directed work teams and appropriate and motivating working conditions.	Sugimori, 1977; Monden, 1983; Ohno, 1988; Liker, 2004; Emiliani, 2008; Gajewski, 2014.
Environmental Technologies (ET)	A set of shop floor technologies that are less polluting or use all resources in a more sustainable manner than the standard ones.	Del Río, 2005; Pons et al., 2013; Agenda 21 (UNCED) in Kuehr, 2007.
Information Technologies (IT)	A set of shop floor technologies to manage and control the entire production process (including warehouses) and exchange all information generated.	Pagès et al., 2010; Moyano Fuentes et al., 2012;
Industrial Performance (Productivity)	We use the productivity as proxy of efficiency (instead of profitability) according to our unit of analysis: the manufacturing plant, not the company.	Shah and Ward, 2003; Melville et al, 2007; Heim and Peng, 2010; Saldanha et al., 2013.

Source: Adapted from Yang et al. (2011)

6.4.2.1 Operational Excellence routines: Lean/TPS routines (JIT, Jidoka and RfP)

For the purpose of this research we define Lean manufacturing as a set of practices and tools that focus on identifying and eliminating waste and non-value-added activities through continuous improvement and on the basis of a pull flow (Womack and Jones, 2003). In spite of consensus on the definition, the broad set of practices/tools that fall under the Lean ‘umbrella’ makes it very difficult to operationalize it so there is still no consensus in the literature on how

to measure it (McKone et al., 1999; Linderman et al., 2006; MacDuffie, 1995; Shah and Ward, 2003, 2007; Swink et al., 2005; Yang et al., 2011).

Therefore, in order to identify what is permanent, we address the construct of Lean Manufacturing on the basis of the TPS pillars: JIT, Jidoka and Respect for people (Sugimori, 1977; Monden, 1983; Ohno, 1988; Liker, 2004), obviating the tools and using a consistent theoretical framework, that of the Evolutionary Theory of the Firm. Thus, TPS principles are conceptualized as a second-order formative construct composed of 3 third-order reflexive sub-constructs: Just-in-time flow (JIT), Jidoka and Respect for People (RfP). Three items are also used to measure each of these sub-dimensions. Perceptual measures with a four-point Likert scale (no use; low potential use; medium potential use; high potential use) are used to measure responses (Table 6.4)

Table 6.4. Operationalization of the constructs

CONSTRUCT/INDICATOR	N	Mean ¹	St. Dev.
LEAN/TPS ROUTINES			
<i>JUST-IN-TIME (JIT) (a)</i>			
Internal zero-buffer principles	742	1.924	1.904
Shop floor segmentation	742	3.092	2.532
Digital exchange of operation scheduling data with SCM systems	742	1.965	1.877
<i>Jidoka (a)</i>			
Quality management systems (ISO 9001)	763	3.839	2.593
Integrated quality control in process	763	2.219	2.035
Utilization of quality circles	763	2.229	2.078
<i>RESPECT FOR PEOPLE (RfP) (a)</i>			
Personnel training programmes as a special function in human resources	763	3.301	2.237
Financial participation by employees	763	2.127	1.954
Regular individual appraisal interviews	763	3.406	2.297
ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES (ET) (b)			
Retrieval of kinetic and process energy	763	1.309	1.140
Application of highly efficient pumps	763	1.495	1.431
Electric motors with rotation speed regulation	763	2.560	2.148
INFORMATION TECHNOLOGIES (IT) (b)			
Manufacturing Execution System (MES)	763	2.300	2.213
Utilization of Radio Frequency Identification (RFID)	763	1.231	1.013
Automated Warehouse Management Systems (WHS)	763	1.606	1.595

¹ On a 4-point Likert scale (1: no use; 3: low potential use; 5: medium potential use; 7: high potential use)

(a) Reflective-formative hierarchical latent variable (Type II)

(b) Reflective first-order constructs

The first pillar of TPS, Just-in-time (JIT), relates to a set of inter-related management tools that aim to produce only the products needed (in line with customer expectations) at the necessary time and in the required amount (McLachlin, 1997; Shah and Ward, 2003; Swink et al., 2005; Yang et al., 2011). In line with this definition, our JIT construct comprises three parameters to cover the essence of this principle: 1) Customer or product-focused lines/cells in the factory; 2) Internal zero-buffer principles (e.g. kanban); and 3) Exchange of manufacturing orders and other traceability information with customers and suppliers in real time (e.g. digital exchange of operation scheduling data with SCM systems). These three aspects make it possible to focus on the customer to produce the products required (creation of specific lines/cells) at the right time and in the right amount, both internally (internal zero-buffer principles) and externally through the digital exchange of operations scheduling data with SCM systems.

Regarding the second pillar, Jidoka (Built-in Quality), the construct designed also comprises three variables: 1) use of quality management systems (e.g. ISO 9001); 2) integrated quality control in processes; and 3) utilization of quality circles. It therefore allows us to measure the level of quality with which each organisation works and to simultaneously evaluate the second aspect of this principle - ensuring zero defects (integrated quality control in processes) and the development of constant improvement programmes to deal with non-conformities. Both measures - JIT and Jidoka – are consistent with prior research on Lean/TPS (Shah and Ward, 2003; Yang et al., 2010).

Finally, for the third and last pillar, Respect for People (RfP), again we use a construct comprising three measures: 1) personnel training programs as a special function in human resources; 2) financial participation by employees eligible for all employee groups (e.g. profit sharing schemes, share (option) plans, etc.); and 3) regular individual appraisal interviews (Sugimori et al., 1977; Monden, 1983; Ohno, 1988; Liker, 2004). These partial measures aim to cover the explicit concern of TPS (and, therefore of Lean) to obtain appropriate and motivating working conditions for employees since, this third pillar, is what allows balancing the “management by stress” generated by the first two pillars in two different ways: on one hand, complementing the initial empowerment inherent in JIT and Jidoka with an explicit concern to

improve working conditions (Emiliani, 2008); on the other hand, promoting worker-manager cooperation in the problem solving process in order to maximize the chances of success (Sugimori et al., 1977; Monden, 2011).

6.4.2.2 Environmental Technologies (ET)

The “Environmentally Sound Technologies” or “Environmental Technologies” (ET) can be defined generically as those technologies that are less polluting, use all resources in a more sustainable manner, recycle more of their wastes and products, and handle residual wastes in a more acceptable manner than the technologies for which they were substitutes” (Agenda 21, United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), in Kuehr, 2007).

However, it is necessary to be more specific because many different technologies fall under the ET umbrella (Klassen and Whybark, 1999; Kuehr, 2007; Pons et al., 2013). According with our unit of analysis, the production plant, and for the resources with which we wish to relate Green Practices, that is, Lean routines and IT, we consider that Cleaner Technologies (those that are cleaner than conventional technologies because they reduce emissions and energy consumption (Kuehr, 2007), and specifically “*Energy Saving Technologies (EST)*”, are those that can really generate this mutation factor and the effect of mediation between Lean practices and performance. Therefore, as in the previous cases, we designed a construct (ET) comprising three sub-dimensions that reflect the ‘cleaner’ version of standard equipment in any manufacturing environment (pumps, motors and general recovery of lost energy): 1) Retrieval of kinetic and process energy, 2) Application of highly efficient pumps, and 3) Electric motors with rotation speed regulation (Table 6.4). This measure is consistent with prior research (Pons et al., 2013).

6.4.2.3 Information Technologies (IT)

IT has usually been defined in the literature by means of complex constructs, proposing several specific resources which, when combined, make up a capacity or competence in IT. In this case, in order to build a parsimonious model (“keep it simple”), we focused on internal IT, in particular, on the technologies that are characteristic of *Computer-integrated Manufacturing (CIM)* (Moyano Fuentes et al., 2012).

CIM is the manufacturing approach whereby computers are used to control the entire production process and exchange information so that manufacturing is faster and less error-prone and so that automated manufacturing processes can be based on real-time input from sensors. CIM structure can be divided into two different levels: manufacturing operations and the strategic level or “supply chain management” (SCM) (Pagès et al., 2010). In line with our research objective, we focus on shop floor manufacturing technologies in order to obtain a comprehensive vision for the overall management of the manufacturing process, including the internal warehouses, and the first connection with the plant supply chain (without going into this). The three sub-dimensions of our construct are: (1) Manufacturing Execution System (MES) (i.e. integration of PPS/ERP with production data logging, CAM); 2) Radio-frequency identification (RFID) in on-site/external logistics systems, and 3) Automated Warehouse Management Systems (WMS) for on-site logistics and order-picking (Table 6.4). This measure is consistent with previous research (Pagès et al., 2010; Moyano Fuentes et al., 2012).

6.4.2.4 Industrial Performance (IP)

We used productivity (operating income divided by plant employees) as a proxy for Industrial Performance (Table 6.3). We chose productivity as the measure of efficiency instead of profitability for two reasons: firstly, because this measure is widely used in the literature on operations management to assess manufacturing performance (Shah and Ward, 2003; Melville et al, 2007; Heim and Peng, 2010; Saldanha et al., 2013); and secondly, because our unit of analysis is the production plant, not the company. Profitability is influenced by factors that are beyond the control of the plant management: supply conditions negotiated by the parent company, centralized policies of a legal or fiscal nature or market-related, etc.

6.5 RESULTS

The hypotheses were tested using a Partial Least Square (PLS) approach and a variance-based structural equation modeling technique (SEM) (Henseler et al., 2009), based on the SmartPLS 2.0 M3 software (Ringle et al., 2005). A bootstrapping procedure (5,000 samples) was used to

assess standard errors and t-statistics to evaluate the statistical significance of the path coefficients (Henseler et al., 2009; Hair et al., 2013).

The PLS approach was chosen for two main reasons (Roldán and Sánchez-Franco, 2012). First, and most importantly, we used reflective and formative constructs, for which PLS is particularly suitable given its robustness in considering complex models with a limited sample size (Reinartz et al., 2009; Wright et al., 2012). Specifically, the formative second-order factors cannot be easily and efficiently run in other structural equation models (Diamantopoulos and Winklhofer, 2001). Second, PLS's underlying mathematical algorithm makes it a suitable approach for this research, which is determined by non-normal distribution. This is due to its iterative algorithm (Henseler et al., 2009), which transforms non-normal data in accordance with the central limit theorem (Hair et al., 2012). Additionally, PLS results are therefore robust when using skewed data (Wilden et al., 2013) and this technique is referred to as a '*soft modeling*' technique because it does not require restrictive assumptions of measurement (Sosik, et al., 2009), data normality (Fornell and Larcker, 1981) known distribution (Falk and Miller, 1992), or sample size (Reinartz et al., 2009), compared to other methods. Consequently, we used PLS because of its overall suitability to our modelling requirements. This subchapter is structured in two parts according to the calculation process. Firstly, the measurement model was assessed, focusing on the psychometric properties of the scales under study. Secondly, the structural model was assessed in terms of predictive power.

6.5.1 Measurement model

Because all first-order latent variables are reflective, they were assessed with reference to the reliability and validity attributes of the item scales used (Henseler et al., 2009). Internal consistency reliability was examined by means of composite reliability (ρ_c) (Werts et al., 1974), which fulfills the same task as Cronbach's alpha (Furrer et al., 2012; Roldán and Sánchez-Franco, 2012). However, composite reliability is more suitable for PLS because it does not assume that each indicator makes an equal contribution to the construct (Chin, 1998). All of the latent constructs exceeded the benchmark of 0.6, as suggested by Tseng et al. (2006), which confers

reliability to the measures. In order to assess the convergent validity, the criterion proposed by Anderson and Gerbing (1988) was used.

The composite reliability index (ρ_c) and average variance extracted (AVE) were computed to assess how well each construct was measured by its indicators. In all construct: (a) the factor loadings of the indicators regarding fields were significant; (b) the composite reliability was higher than 0.7; and (c) the Average Variance Extracted (AVE) exceeded the 0.5 threshold (Roldán and Sánchez-Franco, 2012) except for the JIT, Jidoka and IT constructs. However, according to Fornell and Larcker (1981), when AVE is below 0.5 but composite reliability is above 0.6, the convergent validity of the construct is still adequate. Therefore, based on these results, we conclude that our constructs are reliable and one-dimensional (Bagozzi and Yi, 1988; Gerbing and Anderson, 1988) (Table 6.5).

Table 6.5. Validation of measurement of the first-order model: convergent validity and reliability

CONSTRUCT / INDICATOR	ITEM RELIABILITY		SIGNIFICANCE (bootstrapping) t-value	CONVERGENT VALIDITY	CONSTRUCT RELIABILITY
	Loading	Standard Error		AVE	Composite reliability (ρ_c)
LEAN/TPS ROUTINES					
JIT(a)				0.467	0.724
Zero-buffer principle	0.702	0.037	18.731		
Shop floor segmentation	0.650	0.046	14.043		
Supply chain management	0.696	0.039	17.691		
Jidoka (a)				0.488	0.741
ISO 9001	0.693	0.030	22.515		
Integrated quality control	0.741	0.028	26.454		
Utilization of quality circles	0.660	0.039	16.567		
RfP (a)				0.501	0.748
Financial participation	0.604	0.049	12.182		
Regular individual interviews	0.702	0.036	19.080		
Personnel training programmes	0.803	0.020	39.563		

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES(b)				0.507	0.754
Kinetic and process energy	0.626	0.080	7.779		
Highly efficient pumps	0.725	0.051	14.106		
Rotation speed regulation	0.776	0.049	15.747		
INFORMATION TECHNOLOGIES (IT) (b)				0.435	0.706
Manufacturing Execution System	0.819	0.033	24.248		
Radio Frequency Identification	0.624	0.081	7.645		
Automated Warehouse Management Systems	0.627	0.066	9.449		

Finally, discriminant validity, which verifies that each factor represents a separate dimension, was analysed using linear correlations or standardised covariances between first-order factors to examine whether the inter-factor correlations were less than the square root of the average variance extracted (AVE) (Fornell and Larcker, 1981) (Table 6.6).

Table 6.6. Correlations and Square root of AVE

	JIT	Jidoka	RfP	ET	IT
JIT	.683				
Jidoka	.384	.698			
RfP	.226	.349	.708		
ET	.099	.275	.170	.712	
IT	.353	.286	.246	.155	.659

Note: Diagonal represents the square root of average variance extracted.

Different quality criteria are required to assess the measurement properties of the formative second-order constructs. Loadings are misleading because the estimation does not consider the intraset correlations for each block; thus, aspects such as internal reliability and convergent validity are not applicable to formative constructs (Bollen and Lennox, 1991). Psychometric properties are interpreted using weights and their statistical significance, which provide information about how each indicator contributes to the respective construct.

Additionally, we took the precaution to test for multicollinearity. Multicollinearity is an undesirable property in formative models (Diamantopoulos and Winklhofer, 2001) because it may inflate bootstrap standard errors and thus trigger type II errors (Cenfetelli and Bassellier,

2009). An inspection of the variance inflation factor (VIF) using SPSS 20.0 for Windows did not raise concerns about multicollinearity (Table 6.7) because our maximum VIF value for the aggregate multidimensional construct is 1.27, below the cut-off value of 2 (Neter et al., 1990) or 3.3 (Roldán and Sánchez-Franco, 2012). As for the weight values, the contributions to the formative measure for all dimensions were significant because they had a value of at least 0.05 (Table 6.7). Taken together, these results are sufficient to indicate that the measurement model used in this research is reliable and valid.

Table 6.7. Validation of measurement of the second-order model: reliability and convergent validity

CONSTRUCT/indicator	ITEM RELIABILITY		SIGNIFICANCE (bootstrapping)	
	VIF	Weight	Standard error	t-value
LEAN/TPS ROUTINES				
JIT	1.193	0.421	0.031	13.680***
Jidoka	1.274	0.491	0.027	18.105***
RfP	1.137	0.441	0.033	13.503***

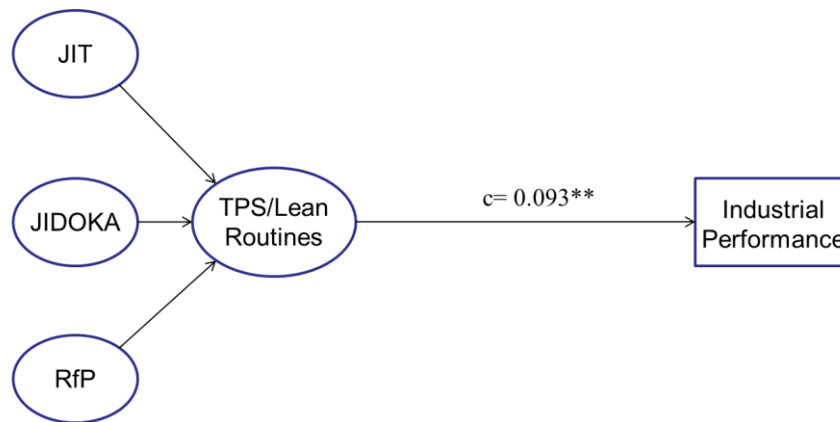
*Note: significant at ***p-value < 0.01 (2.58); **p-value < 0.05 (1.96); *p-value < 0.1 (1.69)*

6.5.2 Structural model

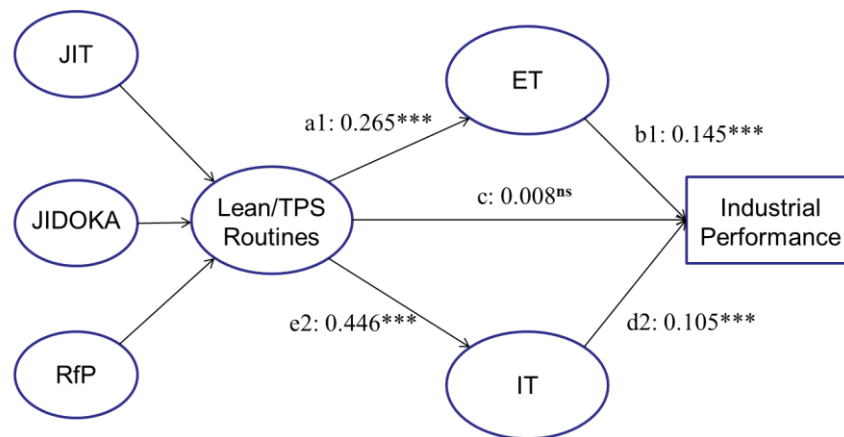
This study investigates, according to our theoretical framework and the review of the literature, the mediating effect of ET and IT on the relationship between TPS/Lean Routines (LR) and Industrial Performance (IP). First, we assessed the significance of the direct effect without incorporating mediating variables in the model (Figure 6.3a). Second, we created another PLS model (Figure 6.3b) by incorporating two mediating variables and assessing the significance of the indirect effects. Finally, we assessed the Variance Accounted for (VAF) to ascertain whether the mediating effect, in each case, is either full or partial (Shrout and Bolger, 2002; Helm et al., 2010; Hair et al., 2014; Kura et al., 2014).

Figure 6.3. Structural model: Two-path mediation model

a. Direct effect



b. Model with a two-path mediated effect



Note: significant at $***p\text{-value} < 0.01$ (2.58); $**p\text{-value} < 0.05$ (1.96); $*p\text{-value} < 0.05$ (1.96)

The results in Table 6.8 confirm that the structural model has satisfactory predictive relevance since all cross-validated redundancy indices (Q^2) are above zero (Chin, 1998; Chin 2010), providing support for the model's predictive relevance regarding the latent variables.

Table 6.8. Structural model assessment

Structural Model	Dimensions/ Hypotheses	Path coefficient	Bootstrapping	
			Standard error	t-value
a. Model with total effect	0. IP ($Q^2 = 0.008$)			
	LEAN (c)	0.093**	0.044	2.098
b. Model with a two-path mediated effect	1. ET ($Q^2 = 0.065$)			
	LEAN (a1)	0.265***	0.038	7.013
	2. IT ($Q^2 = 0.197$)			
	LEAN (a2)	0.446***	0.033	13.531
	3. Performance ($Q^2 = 0.029$)			
	LEAN (c')	0.008 ^{ns}	0.042	0.186
	ET (b1)	0.145***	0.054	2.697
	IT (b2)	0.105***	0.037	2.847

*Note: significant at ***p-value < 0.01 (2.58); **p-value < 0.05 (1.96); *p-value < 0.1 (1.69)*

Regarding the mediating effect (Hypotheses 2 and 3), we applied the analytical approach described by Preacher and Hayes (2008) and Taylor et al. (2008) to test our (mediation) hypotheses (H1 and H2). Following Williams and MacKinnon (2008), we chose the bootstrapping procedure to test the indirect effects. Chin (2010) proposed a two-step procedure for testing mediation in PLS: (1) use the specific model in question including both the direct and indirect paths and perform N bootstrap resampling then explicitly calculate the product of the direct paths that form the indirect path under assessment; (2) estimate the significance using percentile bootstrap (Williams and MacKinnon, 2008). This generates a 95% confidence interval (CI) for mediators. If the interval for a mediation hypothesis does not contain zero, this means that the indirect effect is significantly different from zero with 95% confidence (Table 6.9).

In addition, in Table 6.10, the value of variance accounted for (VAF) indicates the relative size of the mediating effect. Various authors (Shrout and Bolger, 2002; Helm et al., 2010; Hair et al., 2014; Kura et al., 2014) pointed out that VAF is a good criterion: no mediation (< 20%), the partial mediation (from 20% to 80%), and full mediation (>80%). Hair et al. (2013) showed that the VAF determined the size of the indirect effect in relation to the total effect, and that much of the target construct's variance was explained by the indirect relationship via the mediator variable. We estimated three different situations using this procedure. First, we tested the

mediating effect of ET; second, the mediating effect of IT and, finally, both technologies ET&IT. According to VAF values ($VAF_{ET}=42\%$ and $VAF_{IT}=51\%$), ET and IT partially mediated the effect of Lean Routines on Performance when estimated separately; however, in the integrated model, the mediated effect is total ($VAF_{ET\&IT}=92\%$). This result therefore also supports H1 and H2.

Table 6.9. Mediating effect between Lean and Performance

Mediator	Total effect	Direct effect		Indirect effect			VAF	Mediated effect	
	Coeffic.	Coeffic.	Point estimate	Percentile bootstrap 95% confidence interval					
				Lower	Upper				
ET	0.093**	c_1	0.054	a_1*b_1	0.038	0.013	0.072	42%	Partial mediation
IT	0.093**	c_2	0.045	d_2*e_2	0.047	0.017	0.082	51%	Partial mediation
ET&IT	0.093**	c'	0.008	Total	0.085	0.045	0.133	92%	Total mediation
				$a'*b'$	0.038	0.013	0.072		
				$c'*d'$	0.047	0.017	0.082		

Note: significant at *** p -value < 0.01 (2.58); ** p -value < 0.05 (1.96); * p -value < 0.1 (1.69)
 $VAF > 0.80$ full mediation, $0.20 \leq VAF \leq 0.80$ partial mediation, $VAF < 0.20$ no mediation

6.6 DISCUSSION OF RESULTS AND CONCLUSIONS

6.6.1 Discussion of results

Our study proposes a conceptual path model to explore the link between Lean routines (LR) and Industrial Performance (IP) by analysing the mediation by Environmental Technologies (ET) and Information Technologies (IT). The results obtained suggest that both technologies have an important mediating effect separately, and total mediation in the integrated model.

We started by analyzing the direct effect of LR on Industrial Performance (IP) (H_0). As we can see in Table 6.9, this effect is significant ($\beta=0.093^{**}$), supporting H_0 . Secondly, we analyzed the ET mediating effect through regression a_1 , which confirms that LR enhance ET ($\beta=0.265^{***}$), and regression b_1 , which confirms the significant ET impact on IP ($\beta=0.145^{***}$). These findings are consistent with earlier literature (King and Lenox, 2002; Melnyk et al, 2003; Yang et al., 2010; Yang et al., 2011). In the same way, we replicated this procedure for IT mediation to

confirm H2. According to the results, as above, regression c2 confirms that LR enhances the IT level ($\beta=0.446^{***}$) and regression b2 confirms IT impacts on IP ($\beta=0.105^{***}$). Thus both hypotheses, H1 and H2, are confirmed. Nevertheless, the influence of the independent variables on the dependent variables is different with or without mediators and with the presence of one technology or both.

If we analysis this behavior gradually, we note how the influence of RL on Industrial Performance is distributed, but not lost, from the direct effect (LR \rightarrow Performance) towards the “two mediation paths” of ET and IT respectively (Figure 6.3b). In line with Table 6.9, when assessing each of the technologies individually (upper and lower triangles respectively), we obtain partial mediation. But, where both technologies (ET and IT) are present, mediation is total, which indicates that the whole effect of Lean Routines on IP is now distributed via the new Lean-ET and Lean-IT routines. This does not mean that the initial purpose of Lean routines of improving productivity is lost because the global effect is maintained quantitatively while it varies qualitatively because it passes through different channels (Table 6.9). We shall explain this in greater depth in the conclusions.

6.6.2 Conclusions

Previous studies examined the performance of individual technologies, such as IT or ET. This study investigates the interrelationships of IT, ET and industrial performance. Our results provide evidence supporting a number of pertinent conclusions for academics, managers and policy makers. The primary research contribution is the recognition of the mediated effect of ET and IT on Industrial Performance. Thus, from an academic perspective, our results show that ET and IT do not have a negative influence on efficiency, as some of the literature states, but in addition to preserving the efficiency objective of Lean Manufacturing, they provide support in situations in which the Lean principles seem weaker (Cusumano, 1994; Maccoby, 1997; Cooney, 2002; Suzuki, 2004; Cox y Chicksand, 2005; Moyano-Fuentes y Sacristán-Díaz, 2012) fundamentalmente en tres ámbitos:). In parallel, the incorporation of ET and IT in an organisation will make it possible to generate another type of unique and competitively

valuable organisational capacities, exclusive to these resources, which may become a source of competitive advantage.

On the one hand the ET approach towards waste reduction should reveal and exploit new opportunities for waste elimination which in turn will lead to improved productivity and improve the plant's predisposition towards environmental initiatives, thus balancing the conflict between Industrial Performance and sustainable development. On the other hand, in the case of IT, while supporting other organisational resources (such as LR), it will develop its full potential (Carr, 2003, 2004; Moyano et al., 2012) by being especially useful in environments in which greater variability is required and, consequently, also lower volume, because of its characteristics – increased quantity and speed of data, reliable and real-time information and capacity for integration – (Moschella, 1997; Dewett and Jones, 2001).

Our results therefore suggest that ET and IT have become a new challenge that should be internalised in management models (Zeng et al., 2010; Moyano-Fuentes et al., 2012; Bell and Orzen, 2012) and act as a factor for mutation that allows 'old' Operational Excellence routines to be transformed and to evolve. They can thus generate new capacity to adapt and respond efficiently to the new requirements of the environment in which considerations of economic efficiency must now be complemented by operational sustainability and in which it is essential to adapt fast in order to survive.

In addition, our research makes two relevant academic contributions. Firstly, it questions the conventional wisdom on Lean Manufacturing and draws attention to the need to explicitly internalise ET and IT in its tools. It also provides a rigorous statistical analysis in an area of research in which case studies and qualitative surveys are the most frequent source of research data. So, starting out from the principles of TPS, which form the base of Lean Manufacturing and permanent knowledge, the theoretical background for the analysis is essential for diagnosing the limitations of Lean and also for proposing alternatives regarding what is permanent in organisational phenomena. In this case, inclusion of an evolutionary approach reflects, with rigour and realism, the organisational diversity and complexity of an environment in which the competitive positions of firms are becoming increasingly fragile.

Second, from a managerial perspective, we think our results are interesting to practitioners because it suggests the need for an integrated effort on those practices: Lean, ET and IT. The findings should make managers aware of the need to not be short-sighted and to consider both technologies and organisational challenges in projects for improvement. However, nowadays many manufacturing plants manage yet the Lean and Green initiatives through independent organizational units. Our findings reveal that the alignment between ET and IT programs, and existing Lean practices is critical to improve the firm performance. However, this typical organizational structure lacks proper communication channels between IT and ET programs and Lean management functions and the cross-functional integration needed to ensure the required effort. The traditional defensive attitude of managers toward the environmental versus economic trade-offs (Pagell and Gobeli, 2009) must be overcome and implementing new procedures in order to create synergistic effects or reinforce their effect on competitiveness. It is necessary re-think constantly the technological and organisational processes and promote a strict collaboration between environmental and IT managers and with lean practitioners in order to leverage all existing capabilities and develop new ones.

Finally, for policy makers, bearing in mind that public resources are limited, it is important for public aid and incentives to focus on relevant projects (which might otherwise not go ahead) so that the money invested in regions will generate sustainable competitive advantages. This is especially so for projects in which there is a large organisational component or where the emphasis is on environmental considerations. Public policy-makers can participate by supporting projects that will have a positive impact on the results of the organisation and on environmental aspects. We are obviously not suggesting that public policies should aim exclusively to promote research in Lean-IT-Green, but policy makers can plan regulations, recommendations or promotions better in order to save energy and materials, in the knowledge that this kind of technology will have a real economic effect on manufacturing firms.

6.6.3 Limitations and future research

The results of our research must be interpreted with caution. As with all research endeavours, this paper has certain limitations which provide avenues for future research. First, the technique

used, structural equations, assumes a linearity of relationships between latent variables (Hair et al., 1998) and, furthermore, follows a soft modeling approach, focusing more on prediction than causality (Roldán and Sánchez-Franco, 2012). Third, the use of hard, non-objective indicators from official data bases is determinant for generalising the results obtained. It does mean, however, that we cannot measure the variables of interest directly but must estimate them using proxies. The result is that we cannot draw as many detailed conclusions as we might like.

In addition, while the use of a large-scale survey means that we can provide representative empirical evidence, we should not rule out case studies that can go beyond the simple decision as to whether or not the technologies described should be bought, to determine when this should be done and how these mutations actually take place. It would also be of interest to examine the relations proposed using a longitudinal (rather than transverse) methodology for the study of causality effects which only become apparent over long periods. Future research should include the data for 2006, 2009 and 2012 (when they become available) and should extend the analysis to the whole supply chain.

6.7 ACKNOWLEDGEMENTS

This paper has been written as part of the project entitled “Performance analysis, competitiveness and economic progress” funded by the *Ministerio de Economía and Competitividad* under the programme “Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad” (001945126-45126-45-513). Finally, the authors would like to thank Arman Avadykian (Université Louis Pasteur Strasbourg), Jasna Prester (University of Zagreb), Paul Ligthart (Radboud University of Nijmegen), Iztoc Palcic (University of Maribor) and Andrea Bikfalvi (University of Girona) for providing the data.

CAPÍTULO 7: ENSAYO 4

BALANCING OFFSHORING AND AGILITY IN “TRADITIONAL LEAN SUPPLY CHAINS”: A GROUNDED THEORY APPROACH BASED ON BENETTON AND INDITEX ORGANIZATIONAL INNOVATIONS

CAPÍTULO 7. BALANCING OFFSHORING AND AGILITY IN “TRADITIONAL LEAN SUPPLY CHAINS”: A GROUNDED THEORY APPROACH BASED ON BENETTON AND INDITEX ORGANIZATIONAL INNOVATIONS

Abstract

Based on an inductive study of Benetton and Inditex, the paper addresses how the configuration of supply chains can balance lower production costs in developing countries with an agile response to frequent preference changes and increasing demands for customisation. Findings confirm the fragility of multinationals whose offshoring strategy has not considered the costs of coordinating suppliers in far-off locations, and suggest organisational innovations that make production costs, variety and time to market goals compatible. Our research thus provides a view of the conditions and processes that can overcome in increasingly volatile environments the misalignment between demand changes and the limited reactivity of industrial infrastructures.

Keywords

Lean Supply Chain, organizational innovation, Offshoring, time to market, Inditex, United Colors of Benetton.

7.1 INTRODUCTION

Progress in Supply Chain Management (SCM) has been constant and far-reaching since it was first discussed explicitly in the literature (Oliver and Webber, 1992). The possibility of fragmenting the value chain and externalising certain phases of production is the result of the competitive pressure brought about by globalisation and of the new horizons opened up by technological advances (Arruñada and Vázquez, 2006). However, other strategic business objectives relating to flexibility, agility, resilience and sustainability have often been relegated to second place (Yusuf et al., 2004; Christopher and Peck, 2004; Linton et al., 2007), essentially because they conflicted with a priority cost-based viewpoint (Lean perspective). This probably explains the misalignment between the intensification of outsourcing to far-off countries (with the resulting extension of the response period even when demand planning instruments are used) and the need for agility in the supply chain (Lee, 2004); i.e., the capacity to meet customers' changing demands by modifying its requirements for raw materials, components and products in terms of volume, variety and lead times both efficiently and at minimum cost (Christopher and Towill, 2000; Duclos et al., 2003).

Furthermore, recent market developments, with more frequent preference changes and increasing demand for customization has highlighted the need for new ways of understanding the supply chain. There are, in this sense, different methodologies and tools that aim to solve this problem, being the JIT purchasing (or Lean Supply) one of the most widespread models mainly due to its wide distribution in the automotive industry (Alonso-Mosquera et al., 2006). This model, based on a close customer-supplier relationship and Pull flow system, has shown a positive impact on reducing costs and response times. However, *JIT* and *Pull* tools, currently valid, may be insufficient nowadays under the increasing requirements of flexibility and customization by the final consumer (Cottyn et al., 2011). In fact, this is the usual situation, for years now, in other sectors such as textile industry, where the *time to market* decides the success or failure of each commercial performance. Thus, companies should begin already to assess their traditional Lean supply chain management and embrace alternatives that respond to the common demands and the "new" requirements, namely, new organisational models that

allow combining a reduction in production costs with the need to contain the transaction costs that result from increasing requirements of customization. These needs give rise to the idea of an "*agile SCM*" in order to respond quickly and with low costs to market uncertainty, both in terms of volume and variety (Christopher, 2000; Agarwal et al, 2007).

Despite increasing efforts to address agility in global supply chains (Yusuf et al., 2004; Vonderembse et al., 2006; Baramichai et al., 2007; Agarwal et al., 2007; Aronsson, et al., 2011), there is still a broad scope for advancement in at least two directions. Firstly, the design of a supply chain must reflect environmental changes and subsequent modifications of strategy, so the trade-offs between production costs and supply chain agility provoke necessarily an equilibrium that is dynamic in nature (Fisher, 1997; Feitzinger and Lee, 1997; Stratton and Warburton, 2003). Accordingly, agility is not a "yes" or "no" variable that can be advised for particular industries, but a path with different degrees of intensity that finds different ways to be implemented (Mason-Jones et al., 2000; Christopher and Towill, 2000; Stratton and Warburton, 2003; Bruce et al., 2004). We therefore need to address the specific routines that could inspire organisational reform in different types of OEM (Original Equipment Manufacturers) and in diverse environments to meet increasing demands related to costs, variety and timing. Secondly, much of the literature (Bruce et al., 2004; Bergvall-Forsberg and Towers, 2007; Candace et al., 2011) adopts a descriptive approach which, in the absence of a theoretical framework to convert the evidence into coded knowledge with a minimum of theoretical abstraction, makes it difficult to order and structure the facts described in order to find to what extent they are permanent and can be generalised (Aguinis, 2014). The theory allows clarifying the nature of causal relationships, identifying which elements precede others and with what timing.

In section 2, the article presents the inductive methodology based on the study of the key divisions of the Benetton Group and Inditex: United Colors of Benetton and Zara. Section 3 explains the solutions adopted by the two companies to balance manufacturing costs and agile responses to changes in demand. Section 4 interprets and discusses this evidence in the light of a theoretical framework that combines production and transaction costs (Vázquez; 2004, 2006).

The inductive multi-case study allows us to develop three propositions regarding the cost-agility trade-offs. Finally, in section 5, we draw some conclusions and stress certain implications for global supply chain organisation.

7.2 METHODOLOGY

Case studies are the most appropriate methodology considering the exploratory nature of our research (Silverman, 2001; Voss et al., 2002). We aim to explore the reasons why coordination problems arise from transferring operations abroad, identify their possible consequences in terms of costs, lead times and innovation capability, and address how they can be solved.

The case study is also more appropriate for responding to “why?” and “how?” (Yin, 2014) Hence, although a purely conceptual approach could achieve the same end, case studies provides the depth required to determine if the propositions are plausible and, if so, to develop a theory with guidelines for transferring them to business reality (Stuart et al., 2002; Siggelkow, 2007). Finally, as here, case studies are also especially appropriate to evaluate longitudinal change processes or when is difficult understand the experience described out of its context (Eisenhardt, 1989).

Firstly, to guarantee the validity and reliability of results is necessary to choose a representative case study (Stuart et al., 2002; Martínez-Jurado et al., 2014). Thus, the fashion sector was chosen because of its unique characteristics regarding volatility of demand; this is a key aspect of this study because it is what makes it necessary to balance production costs in low-cost countries with certain agility in the supply chain. The specific choice of United Colors of Benetton and Zara for the case studies aimed to guarantee that the behaviour observed could be generalised so that the study would be valid elsewhere (Kidder and Judd, 1986; Yin, 2014). Accordingly, unlike a typical empirical study that examines *how much* or *to what extent*, the selection of these two companies does not stem from a random choice but from their specific characteristics and from how they help us deal with our research question (Eisenhardt, 1989; Glaser and Strauss, 1967; Siggelkow, 2007).

The two divisions and the corporations to which they belong have been repeatedly mentioned in the literature as examples of excellence in supply chain management (Tokatli, 2008; Romano, 2009). Benetton is well-known for devising *tinto in capo* (delayed dyeing until the latter stages of the supply chain; Camuffo et al., 2001), while Inditex is praised mainly for its high inventory turnover (Ferdows et al., 2004).

However, as we shall see in this article, there are significant differences in their organisational routines that reflect different objectives: United Colors of Benetton addresses the high-end market and seeks to obtain large margins, whereas for Inditex it is as important to respond fast to changes in demand as to offer low prices (Barela, 2003; Gavidia and Martínez, 2007). Other differences frequently mentioned in the literature are, for example, that Inditex is much more vertically integrated than its competitors, seem rather speculative considering the evidence we have found.

To determine internal validity, which would confirm that the relations between variables such as the companies' specialisation, their relocation, transaction and production costs, and time to market are really causal (rather than random or for other reasons), different strategies were followed. In fact, *tinto in capo* is a well-known organisational phenomenon unlike the ex post treatments that have developed within Inditex. Consequently, while for United Colours of Benetton secondary sources of a documentary nature were used exclusively (research articles, educational documents, books, websites, annual reports and economic and financial information), for Inditex information triangulation processes were also used (Voss et al., 2002), combining documentary evidence with primary sources such as plant visits and factory tours, semi-structured interviews and telephone calls to clear up any doubts and to ensure construct validity (Eisenhardt, 1989; Easterby-Smith et al., 2002; Eisenhardt and Graebner, 2007).

Information was gathered at different times (November-December 2009 and June-July 2013) so that any changes in the environment studied could be taken into account and in order to explain in depth the relations found (Eisenhardt, 1989). In addition, in order to avoid observer bias, not only were at least two researchers involved in the interviews but also reached several informers for the same key questions. Additionally, to ensure the validity and alignment between the

questionnaire and the specific contents, the first versions of the interview were evaluated by two textile industry experts and we had to change several questions. The interview questions were designed, from the beginning, according to the objectives of our research and the different blocks are aimed to address to each one of propositions (Ying, 2014). The final script appears in Appendix 1 and survey is available on request.

We interviewed twelve respondents from: a) different levels and areas (purchasing, supply chain, environmental management...) in the company, b) workers in different levels from one the most important "ex post treatment" centre, and c) long-term external consultants. Table 7.1 describes the number of interviews per position and date. We would like to emphasize two contributions: on one hand the inputs of one of the external consultants who was familiar with the technologies in both facilities as he has been cooperating in this field with them since 2008; on the other hand interview with the head of operations in the *expost treatment* who had also worked for fifteen years for Benetton in similar facilities during the seventies and eighties, so we were also able to check with him the information on the origin and development of *tinto in capo*. Cross-checking data from multiple angles gave us definitely a more detailed and balanced picture of the situation (Schein, 1987).

Table 7.1. Description of the interviews

Category of respondents	Nº	%
General Manager of Department	2	17%
Area manager	3	25%
Purchasing Staff	2	17%
Ex Post Treatment centers	3	25%
External consultants	2	17%
Total respondents	12	
Date of interviews	Nº	%
November to December 2009	4	33%
June to July 2013	8	67%
Total respondents	12	

Finally, we drew up a working protocol in order to ensure the reliability of the study. The protocol was not only used as an internal guide for action to both provide access to information and agreement among the researchers on the results (internal reliability), but also to facilitate comparison and replication by other researchers (external reliability). Among other aspects, the protocol identifies the terminology used, general rules for carrying out the multi-case study and the methods for data collection and analysis (Table 7.1). In the interest of reliability, the protocol was improved through visits and interviews (de Weerd-Nederhof, 2001; Martínez-Jurado et al., 2014).

Although for reasons of confidentiality it was not possible to reveal exact figures, all the information was organised in a data base in order to pool and summarise the evidence obtained from different sources. In addition, photographs were taken in the two ex post treatment centres (with a commitment on confidentiality for photos of technology) to prevent any minor details from becoming distorted over time. The interviews were performed by at least two interviewers, lasted from 50 minutes to two hours, and were complemented by shorter telephone calls to clear up any doubts. To ensure the consistency of the results, data are analysed separately in a first step and then compared together.

These rules allowed us to establish a chain of evidence that improved the quality of the data collected in order to generate a more complete picture of the environment (Schein, 1987; Eisenhardt, 1989). In addition, it helped reduce any personal bias and facilitated agreement when facts were perceived differently (Voss et al., 2002).

Table 7.2. Research Protocol

STEP	SUMMARY
1. Goal of the research	To illustrate how the problems of coordination that arise when operations are transferred abroad can be resolved, identifying a balance between cost reduction on the one hand and lead times and product customisation on the other.

2. Selection of cases	The apparel sector was chosen because of its unique characteristics in terms of demand volatility and relocation. We chose a multi-case study with United Colors of Benetton and Zara specifically because of their well-known Operational Excellence, but also because they follow different competitive strategies and different organisational routines in their supply chains.
3. Methodology	<p>In both cases, information was taken from secondary sources, both external (research articles, educational documents, books, etc.) and internal from the companies (annual reports, public reports and economic and financial information, etc.). In the case of Inditex, semi-structured personal interviews were performed as well as shorter telephone calls. In parallel, visits were made to two ex post treatment facilities, during which we were able to interview a former Benetton manager. Furthermore, when visiting some facilities, we had the opportunity to talk to plant employees and understand better the organizational innovations.</p> <p>The Inditex information was collected at different times (November 2009 and July 2013) so that any changes in the environment studied could be taken into account and in order to explain in depth the relations found. The interviewees came from different levels of the plant hierarchy and operations so that we could study the phenomenon from different angles. Two researchers were used in the interviews in order to minimise observer bias to take independent explanatory field notes, clarify any ambiguous issues and identify any questions of interest during the data collection process. We also reached several informers for the same key questions.</p>
4. Data analysis and discussion	All the information was organised in a data base in order to pool and summarise the evidence obtained from different sources. The data analysis was based on the Grounded Theory coding paradigm; firstly case-by-case and then through a cross-case analysis with both experiences (Strauss and Corbin, 1990). The Benetton solution is described first with its <i>tinto in capo</i> technique, then the changes made by Inditex are analysed. The solutions adopted by the two companies to achieve a balance between manufacturing costs and agile response to internal changes (objectives and strategy) and external (exogenous environmental changes). They are interpreted and discussed in the light of the theoretical framework developed, and the results are generalised in order to propose certain lessons for supply chain management.
5. Conclusions	Our multi-case study illustrates how balance between production costs and supply chain agility can be achieved differently depending on companies' commercial strategy. The analysis was stopped when we reached a degree of theoretical saturation, that is, when obtaining additional evidence did not seem to add any significant additional knowledge (Strauss and Corbin, 1990).

Source: Prepared by the authors

7.3 RESULTS

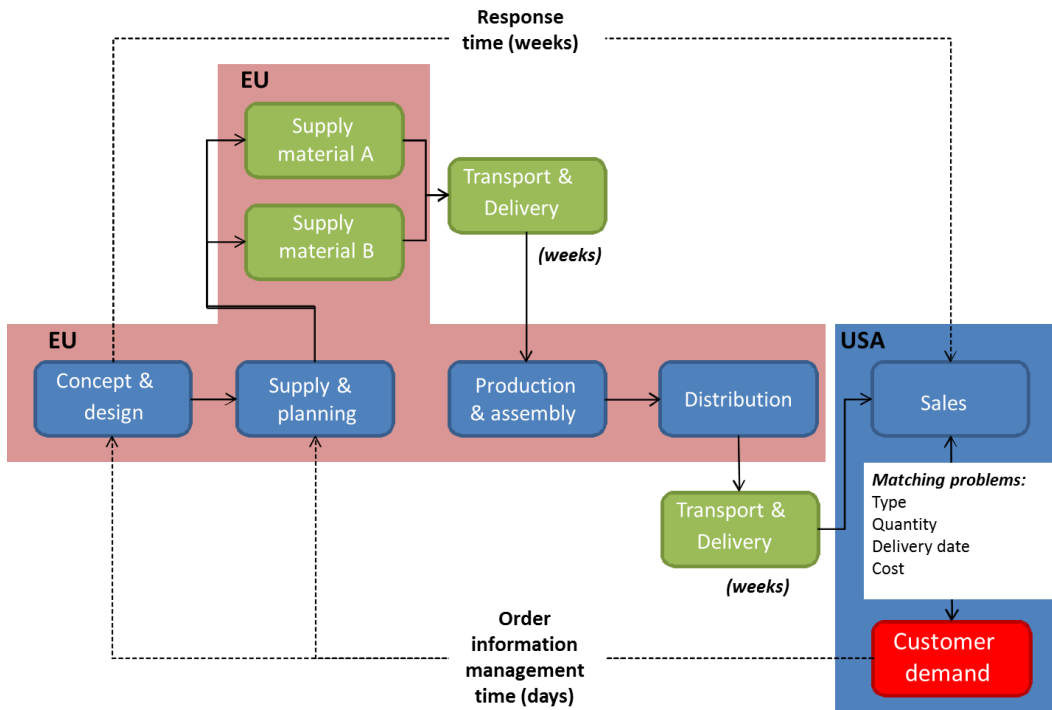
7.3.1 CHANGE IN THE APPAREL SECTOR AND THE NOVEL APPROACH ADOPTED BY BENETTON: *TINTO IN CAPO*

Benetton can be considered a pioneering company that has set trends in operations in the apparel sector over the last thirty years. Up to the 1980s, most European and North American apparel companies brought out two collections a year for which the trends and designs, marked by opinion leaders, were established 270 days before they reached the market. The supply channel was still basically regional, with goods generally being produced close to the logistics centre and mostly being distributed in mature markets.

However, in 1995, it became possible to import textiles from low-cost countries. The Multifibre Arrangement (MFA), based on bilateral agreements between countries that imposed selective restrictions on imports, was abolished and replaced by the WTO Agreement on Textiles and Clothing, which established a ten-year sequential road map to deregulate trade in textile products by 2005. Although the European Union had not imposed quotas on poorer countries such as Bangladesh (encouraging companies such as Inditex to procure goods there from very early on), in 2005 the large companies found that they were free to develop their offshore sourcing strategies. Exports from China of textiles and garments rose during the first few months of 2005 by over 100%, spurring new political tensions because of the impact on employment in the US and Europe but also reflecting the processes of mass outsourcing of their large textile retailers. The under-valued cost of this restructuring, however, was the longer response period that tended to balance out the lower production costs.

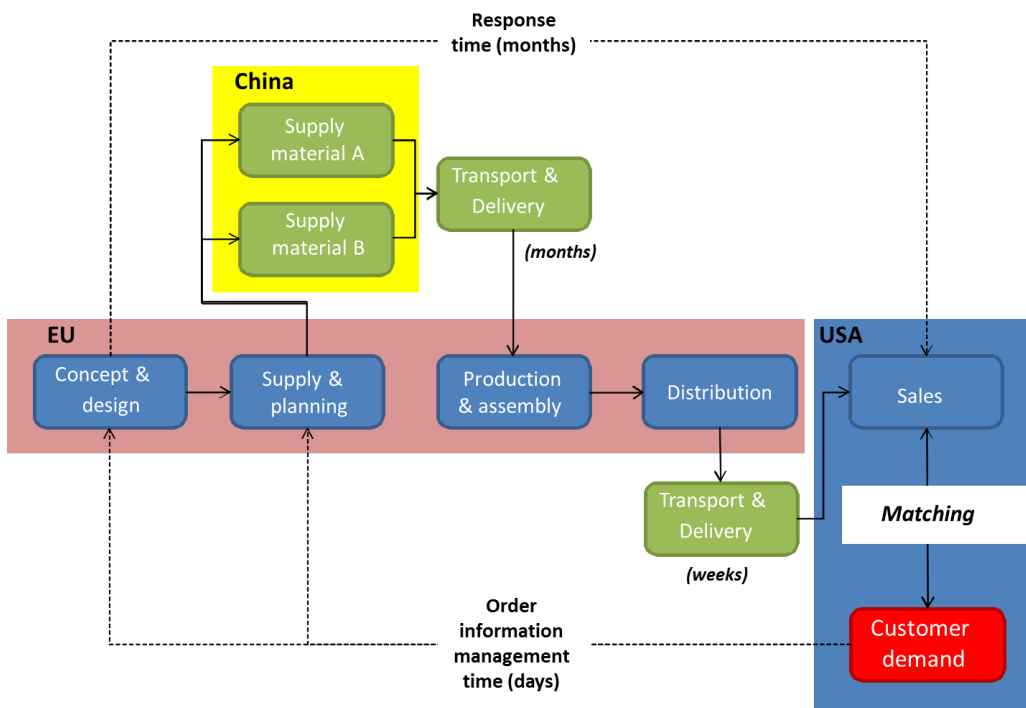
Figure 7.1 shows a typical regional supply chain in the 1960s and even in the early 1980s for most companies in the apparel sector for which response time is shorter than in a global “low-cost” supply chain procuring its goods, for example, in China (Figure 7.2). Back then, the variety demanded by customers and demand volatility were much lower than today’s levels (Martínez Barreiro, 2008).

Figure 7.1. Regional supply chain



Source: Prepared by the authors

Figure 7.2. Global “low cost” supply chain



Source: Prepared by the authors

But the business model in the apparel sector has changed drastically. Recent market developments, with more frequent preference changes and increasing demand for customisation, have forced these companies to search for new organisational models that allow them to combine a reduction in production costs with the need to contain the transaction costs that result from increasing requirements for flexibility. By adjusting the organisation of operations to constant and sudden changes in demand (Martínez Barreiro, 2008), the concept of 'season' was devalued and the generation of variety with short lead times became increasingly important. This new business model, often called *fast fashion*, is characterised by a large number of stores all over the world offering variety and short response times. In addition to pressure on prices and timing, which also exists in other sectors, retailers have to deal with ephemeral fashions that lead their products to become obsolescent fast. The typical 'pull' system in the automobile sector based on production levelling is therefore insufficient. The extreme volatility of demand in the fast fashion business requires a much faster and more flexible supply chain – much more than 'pull' – to assimilate the constant changes in fashion trends (Tokatli, 2008).

Benetton kept up with the trend from the start. Traditionally, the production of garments began with dyeing of the fabric, after which the garment was made. The problem with this procedure is that the fabric production process is slow so, to meet customers' service expectations, large inventories of finished garments were needed and this often considerably increased costs when the colours turned out to be not particularly appealing to consumers. Benetton therefore decided to produce large volumes of undyed garments, to be dyed only when fashion trends as reflected in sales indicated the most popular colours. This is how they invented *tinto in capo*, an innovative process of dyeing that allowed basic garments to be produced in large quantities and at low cost, for dyeing at a later stage of the production process. This enabled them to cut costs and lead times significantly (Gavidia and Martínez, 2007).

Although this process was initiated in the original plant in Ponzano, when production increased it was transferred in the mid-1990s to the Castrette industrial hub. While its headquarters remained there, however, a decade later Benetton started to transfer some of its suppliers to

other countries in order to reduce production costs. These foreign hubs focused on a specific product and were run by a subsidiary that coordinated a group of SMEs, replicating in all cases the original model from Castrette where 70% of the company's output is still produced. The company has kept the ownership of subsidiaries such as those in Spain, Portugal, Tunisia, Hungary and Croatia, as well as a controlling share in Korea, Egypt and India (Camuffo et al., 2001). Castrette decides what is to be produced by each of the foreign production hubs, and the network of subsidiaries sends the products to Italy for distribution to end customers. The aim is to guarantee full control of suppliers and materials, resulting in high-quality production in which information technologies, which improve the flow of communication between Castrette and the hubs, have played a key role in achieving lead times of 35-40 days (Camuffo et al., 2001).

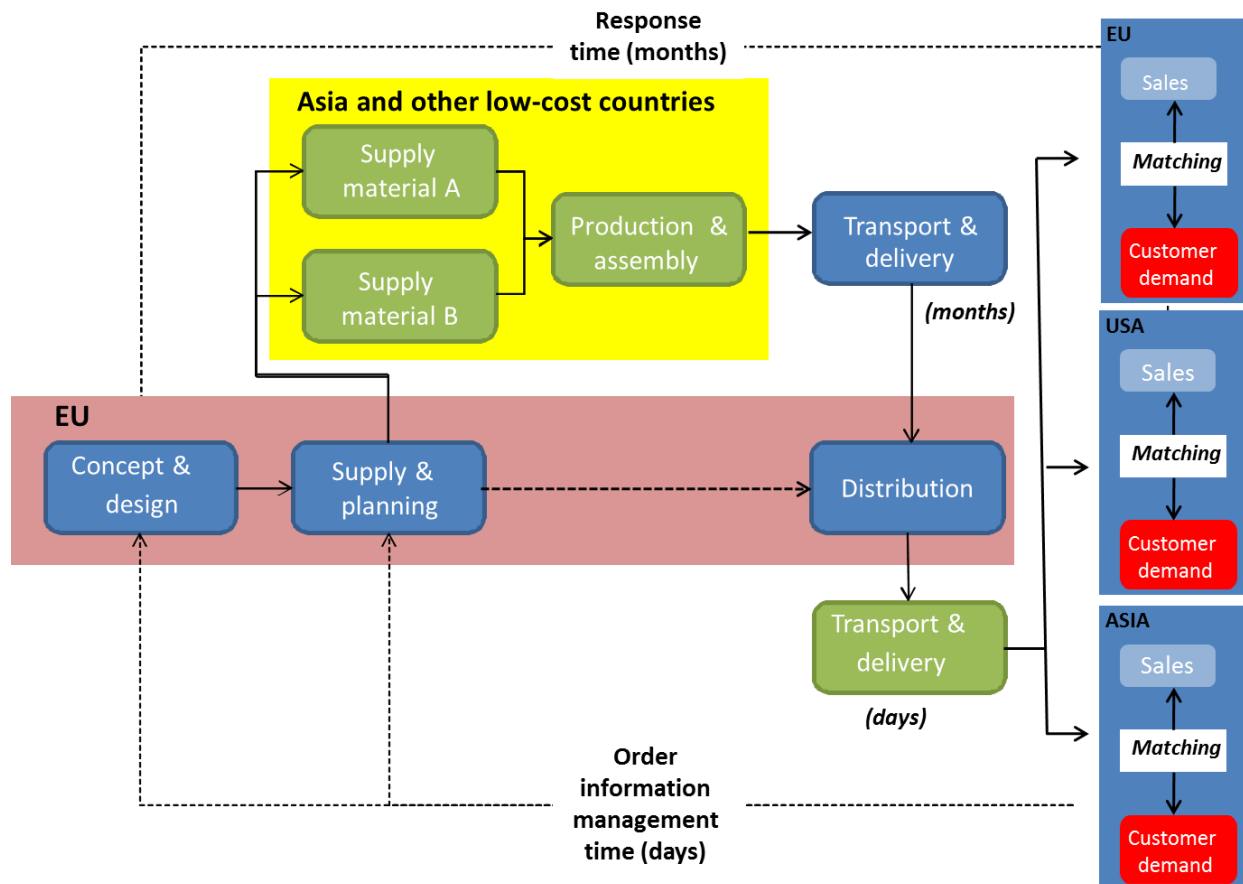
7.3.2 THE EVOLUTION OF EX POST TREATMENT: PRODUCING CUSTOMISED PRODUCTS IN INDITEX

In the early eighties, the embryo of Inditex had internalised the "*Pull philosophy*" in a corporate strategy of vertical integration that contrasted with the contract manufacturing used in other sectors (Arruñada and Vázquez, 2006). It was difficult to coordinate the design, production and distribution departments so, at the end of the decade when the company was expanding into France, Portugal and the USA, serious bottlenecks arose in its production chain associated with the bullwhip effect. These tensions in stocks resulting from increasing volatility of demand were partially resolved by the use of robots that speeded up several phases of the production process and made them more flexible.

Subsequently, in 1991, the group formally adopted the principles of the Toyota Production System, what is today named Lean Manufacturing, to promote job rotation, multi-functionality, coordination, creativity, team spirit, on-going learning and other principles based on the coordination of timing, space, machinery and workers. All these measures went in parallel with improved methodologies to perform more accurate forecasts, plan production, or calculate the optimal number of sources for raw materials, components, etc. The group's turnover thus rose from 462 million euros in 1990 to 793 million in just two years.

By 1995, the company was established in Europe and the USA and had started expanding into Asia. A completely computerised logistics centre was set up in Arteixo (A Coruña), with a telecommunications system that could coordinate all the branches of the Inditex flagship, Zara, all over the world (Figure 7.3).

Figure 7.3. The challenge of outsourcing to Asia for Inditex: reducing response time



Source: Prepared by the authors

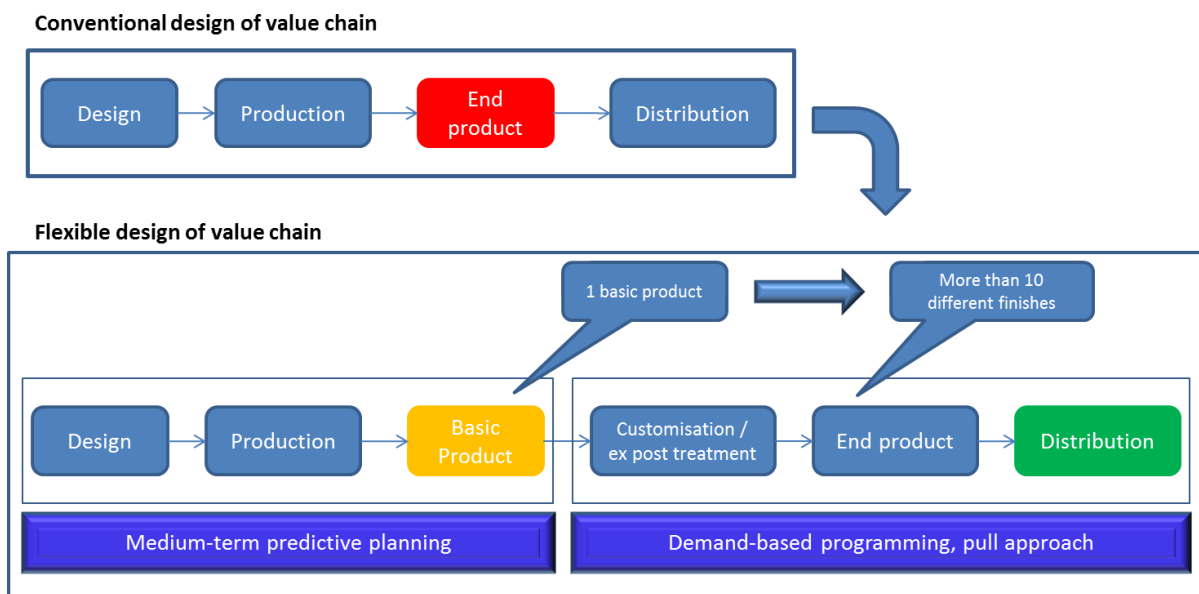
From then on, all production was to be received at the logistics centre for distribution simultaneously to all stores all over the world twice a week, with new models being included in every delivery. This created a climate of scarcity and opportunity, and meant that on average just 24 hours passed from the time the order was received in the distribution centre to delivery of the goods in the store for European establishments, with a maximum of 48 hours for stores in America and Asia-Pacific. The high frequency of deliveries not only made it unnecessary to hold

large inventories, but the company felt able to respond to a global demand characterised by great variation in consumer preferences.

In this context, one of the greatest problems faced by Inditex was to develop and perfect distribution through its many logistics centres. The challenge was to draw up a fuller catalogue, quickly satisfying consumers' wishes while maintaining low production costs. To close the gap between fast changes in fashion and the limited reactivity of industrial infrastructures, Inditex decided to follow Benetton's lead and adopt *tinto in capo*.

With this process of delayed dyeing, Inditex accepted an SCM model for certain products that was based on the production of basic garments first, followed by ex post treatment. The company stopped thinking then that the latest thing produced was new and accepted, to internalize that what is really new is what adapts fastest to the requirements of customers, who may be very far from the production and distribution centres such as in New York's 5th Avenue or Tokyo's Shibuya district. So, for certain garments, Inditex adopted a two-stage production system for customised products, distinguishing between the sub-processes —production of the basic product, and development of the customised product— which could take place in parallel by coordinating the work of independent teams (Figure 7.4).

Figure 7.4. Reorganisation of the supply chain in Inditex



Stage 1. Production of the basic product

This is the process in which a standard product is produced (mainly trousers or shirts), always of the same type and using the same pattern, achieving large economies of scale and reducing waiting times. Preparation of the garment can even begin before the information from consumers is received, because later the company will customise the product in line with changing market trends. The product does not have to be produced by the company itself as it has no commercial value. On the contrary, production can be optimised by ordering large volumes from suppliers in Bangladesh, China, Morocco or Vietnam. In this way, the company achieves a balance between its pull strategy and production costs, because by outsourcing the basic products, for which there is little complexity in terms of quality or specifications, it can maintain fixed costs relatively low.

Stage 2. Development of customised products

Starting out with the basic product and while it is being produced, the design features are planned up to dyeing, such as tinting, patching, washing, printing, laser tearing or wearing, buttons, zips... (Figure 7.5). With this new organisation of the supply chain, market response times are reduced significantly and stores can be supplied earlier with products that are finished coherently with the latest trends. The production chain also becomes agile as there is more time and a certain surplus of semi-processed products (Hemantha, 2012). The fact is that this ex post treatment system for certain garments helps the company launch about 11,000 new models on the market every year. So, while many competitors in apparel retailing need an average of nine months from product design to placement in the stores, Inditex needs just two weeks. At the start of every season and thanks to its agility and adaptability, just 15% of Inditex production is complete while the European average for the sector is 60% (Tremosa and Trigo, 2003).

Figure 7.5. Examples of basic products customised with different ex post treatments



Although this process is still being used today, it has been slightly adapted in line with the group's brand strategy (to reduce production costs and lead times) and with changing market needs. Hence, while it was carried out initially in the group's own facilities (*"ex post treatment without offshoring"*) in a similar way to the Italian "industrial hubs" in the case of Benetton (Gavidia and Martínez, 2007), it was subsequently done in the facilities of nearby suppliers (*"outsourced ex post treatment without offshoring"*). By studying billing from the dyeing facilities close to Arteixo, we can state that this process spread from 2000 to 2010, peaking in 2005.

Price pressure, however, has meant that the "two-stage production process" carried out by nearby suppliers has mostly (80%) been transferred to suppliers in distant countries (*ex post treatment with outsourcing and offshoring*), although sometimes garments (about 20%, mostly trousers) come in for dyeing to take place in the group's collaborating companies. Today, the dyeing facilities next to the headquarters are mainly used for small R&D and design trials.

The importance of this new organisation of the supply chain stemmed not so much from the change of paradigm in the value chain, but from the fact that Inditex was able to turn around a situation that seemed unapproachable not so long ago. It changed from a supply chain with a mobilization time within months (conventional supply chain) to one in which the company is able to respond to market demands within days. While the company's philosophy had always been to listen to consumers, the new SCM model for certain garments allowed consumers to dictate what should be made at any time.

Inditex has thus benefited from low production costs for its basic products, but at the same time has reduced the transaction costs inherent in a greater need to customise products and shorten lead times. In particular, the group managed to improve several key aspects of its processes:

Design: Its designs have a greater influence over consumers because they are the first to follow new general trends. In addition, this relationship with consumers even allows it to impact industry standards. The stores influence design because the sales staff at all the points of sale all over the world send in reports on the most popular articles, sizes, designs and colours, so that products can be adapted to real demand.

Production: The catalogue has been expanded (for each basic product about 15 customised products are obtained) without causing any real tension in the production chain, and the company can reduce its stock of identical products (a factor of great relevance in the fashion sector) while increasing economies of scale by using a set of basic products and accessories. These benefits were amplified by the adoption of a computerised system for real-time monitoring that reduced incidents in the supply chain.

Finance: Liquidity tensions have been reduced because, by shortening lead times, the company collects earlier. This improves its capacity for making new investments and reduces the cost of finance. Since Inditex can offer a wide variety of the latest designs fast and in limited quantities, it can collect 85% of the total selling price of its garments, while the average in the industry is 60-70%. This gives it a higher net margin on sales than its competitors (Ferdows et al., 2004). The ex post treatment model also reduces the financial costs of storing and maintaining raw

materials and finished or in process products. This is especially important in a sector in which products are in fashion for a very short time.

Marketing: The organization of the supply chain also affects expenditure on advertising, which is just 0.3% of its annual revenue, in comparison with an average of 4% invested by its international competitors. There is not much point in doing direct advertising because the high product rotation drastically reduces the time to make products known. Hence, the company's promotion strategy is based above all on its stores and on word of mouth, whereas the heaviest investments go on speeding up and increasing the chain's reactivity in general.

7.4 DISCUSSION: GENERALISING THE EXPERIENCE OF BENETTON AND INDITEX

In addition to identifying good practice in the organisational routines of Benetton and Inditex, a more abstract reflection is needed to code the knowledge so that the facts described can be ordered and structured. This should help us to develop three propositions regarding the cost-agility trade-offs and how multinationals address them.

We start by drawing up a graph to show the relation between production and coordination costs and the degree of offshoring (Figure 7.6). This first proposition provide relatively little new information to literature but we need to use it as explanatory starting point to describe the dynamic pattern for changes in the level of offshoring for two cases. Thus, taking this chart (and the associated proposition) as key starting point, firstly we generalise the experiences based on the solution proposed by Benetton ("ex post treatment without offshoring") (Figure 7.7). Analogously, we describe the various proposals adopted by Inditex to follow its strategy of reducing production costs and lead times. Then, we describe the continuous evolution in the level of offshoring for Inditex. Although Inditex initially adopted the Benetton model, it soon transferred ex post treatment to its local suppliers (ex post treatment with outsourcing and without offshoring") (Figure 7.8) and, in view of the results, immediately transferred it again to far-off suppliers ("ex post treatment with outsourcing and offshoring") (Figure 7.9).

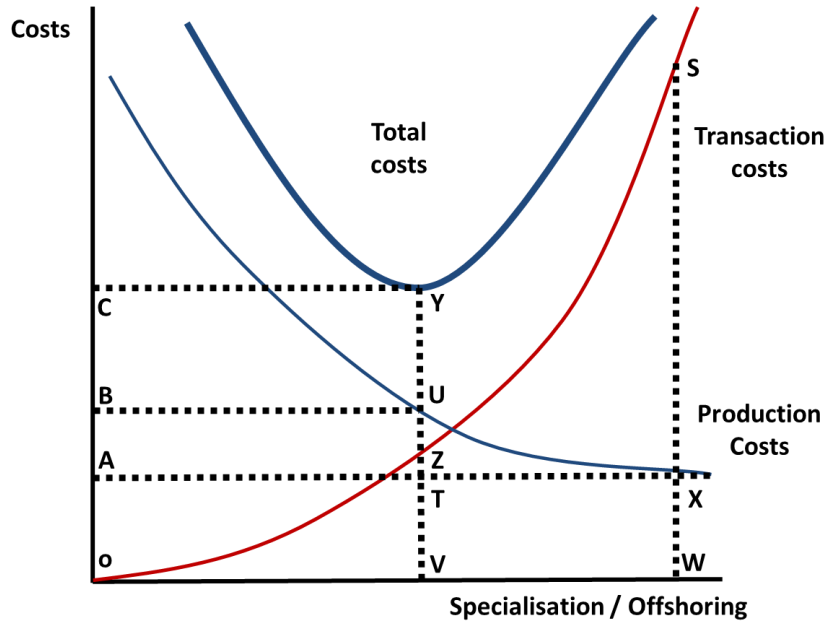
7.4.1 The trade off in reaching an optimal level of offshoring.

To start with, it is worth noting that as offshoring increases, transaction costs rise. We observed that the increase in outsourcing to Asia and northern Africa during the 70s and 80s multiplied the technical difficulties involved in cooperating in a network and in real time on a global scale. The greater productivity brought by specialisation of resources was outweighed by the increase in the number of exchanges with suppliers of different cultures and with different standards and procedures. For companies like Benetton and Inditex, the complexity of transmitting information grew tremendously because they both needed to adapt their decisions to the whole set of changes required by their supply chains.

But transaction costs increased not only because of the greater technical complexity of the exchanges, but also because the specialisation resulting from offshoring placed greater technological know-how in the hands of their suppliers. So, since some of their objectives were incompatible or partially inconsistent with those of the supply chain, the resulting information asymmetries ended up generating opportunistic behaviour; the second main source of transaction costs. In line with this analysis, Benetton and Inditex had to deal with reputational problems associated with very bad working conditions, stock-outs resulting from failures to meet lead times, and quality complaints because specifications for fabrics and finishes were not met (Barela, 2003).

Clearly, therefore, the optimal level of offshoring is not merely a productive challenge related to transformation costs, but is also a matter of transaction costs. It can even be affirmed that, as resources become specialised, the transformation cost falls to a certain minimum level and the transactions costs rises. Figure 7.6 summarises this, comparing an 'ideal' situation, in which transaction costs are zero, with another in which these costs increase as the company moves production away from the market it aims to supply.

Figure 7.6. Production and transaction costs in terms of the degree of offshoring



In the first case, if the company assumes that transaction costs are negligible, it would only have to worry about finding the cheapest supplier who can meet the specifications, irrespective of where it is located. This was probably the situation during the initial phases of mass relocation during the 80s and 90s, when many companies implicitly assumed that the optimal degree of relocation was OW, which would offer a minimum cost WX. Benetton and Inditex were amongst the first to note, however, that when transaction costs are taken into account, the degrees of specialisation that lead to OW are economically not feasible as they generate WS transaction costs.

The optimal cost would therefore be the point that minimises the sum of the production and transaction costs, that is, $VY = OC$. Consideration of transaction costs therefore implies a lower level of offshoring and, as a result, production costs increase by $TU (= VU - WX)$, which is the difference between the real production costs ($VU = OB$) and the ideal production costs ($WX = OA$). Hence, a first proposition can be therefore developed as follows:

Proposition 1. *Achieving the optimal level of offshoring entails a clear quantification and balance of production and transaction costs.*

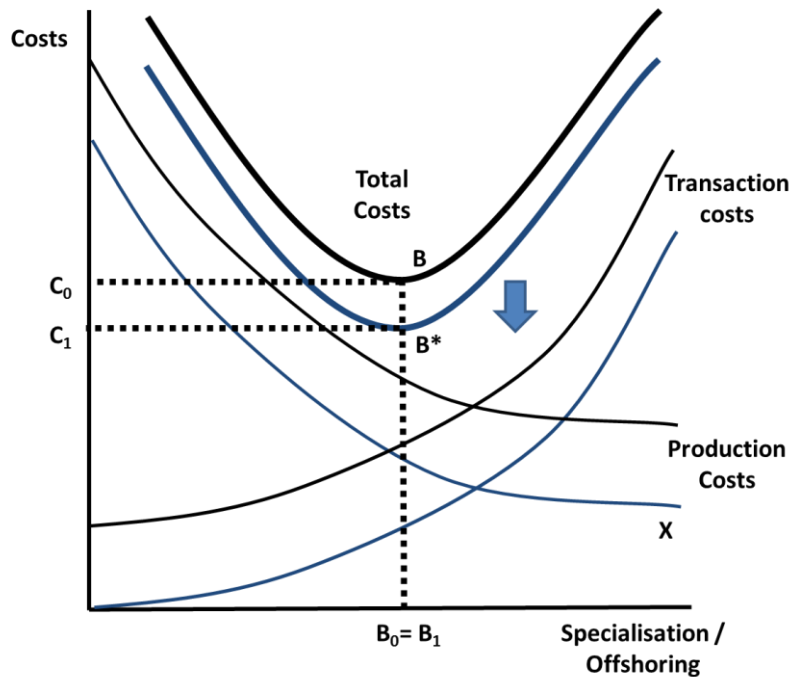
7.4.2 Customizing the optimal level of offshoring in each OEM

The transaction costs associated with supply chain management grow with specialisation, but the extent depends on the type of organisation used. Intensification of relocation to low-cost countries in Benetton and Inditex aggravated the *bullwhip effect* (Kouvelis et al., 2006), with variability of demand increasing the higher they rose in the supply chain (towards the first supplier of raw materials). Like many other companies, they both faced a variety of problems in demand forecasting, lead times, batch ordering, price and promotion fluctuations, and shortage gaming when expectations change as a result, for example, of fear of stock-outs. The temptation to create surplus inventories grew and there was a tendency to use installed capacity inefficiently, increasing the chain's functioning costs and generating dysfunctions between the demand and supply of products, which ended up damaging customer satisfaction.

Although enhanced production planning methodologies improved risk quantification, forecasting and the consequent reactions in the organisation of flows, the increasingly dynamic and uncertain environment for both companies made more radical reforms necessary. When demand volatility is high, the experience of Benetton and Inditex suggests that it is not sufficient to consider supply chain organisation as just a matter of calculating how to correctly use a limited set of resources to meet certain given needs.

In fact, solving these problems required in both Benetton and Inditex a more important prior exercise than just optimising a function or solving a set of equations. It was necessary to go beyond a concern to minimise production costs and adopt a global business vision that went beyond departmental targets and focused "from above" on any possible trade-offs between specialisation and agility. This change of perception led to Benetton's *tinto in capo* ("ex post treatment without offshoring"), which was eventually adopted also by Inditex. The consequences of this organisational innovation are shown in Figure 7.7.

Figure 7.7. Initial proposal by Benetton and Inditex to the trade-offs between specialisation and agility

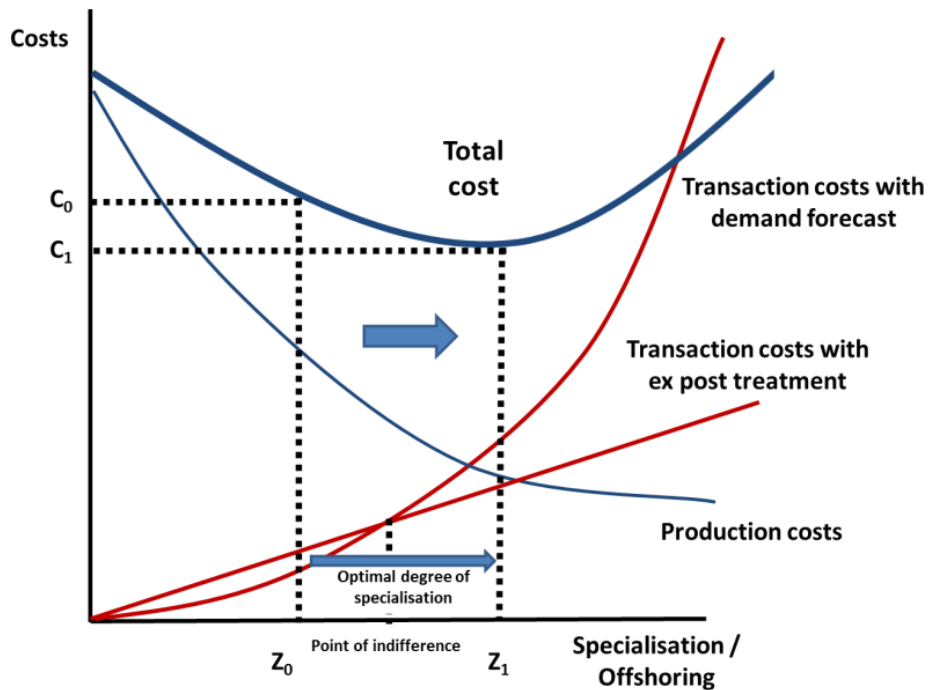


Benetton obtained a reduction in total costs (reduction from B to B*) without greater specialisation in the company ($B_0=B_1$). In fact, the company's marked verticalisation guaranteed high quality standards in line with its marketing strategy (Barela, 2003; Gavidia and Martínez, 2007; Romano, 2009). In addition, the large-scale adoption of Information Technologies (IT) helped to contain the costs of coordination (Romano, 2009). Finally, by producing a basic product with standard characteristics, the *tinto in capo* process not only reduced production costs by helping to generate economies of scale and of learning, but it also contained transaction costs to the extent that the second stage (that of customisation) shortened customer response times. This improved reactivity reduced the costs of managing stocks as well as the amount of obsolete products that end up devalued by being sold in secondary markets.

Our evidence suggests that Inditex took its inspiration from *tinto in capo*, and adopted it initially in its facilities in Arteixo (A Coruña). It took the Benetton procedure and expanded it to all types of finishes, not only dyeing, thus significantly reducing response times. Its strategy required it to reduce time to market but taking into account the costs involved (Gavidia and Martínez, 2007; Romano, 2009). With a strategy based on low prices and high rotation of goods, time to market

is a much more important variable for Inditex than for Benetton whose positioning is more centred on differentiation by image and quality. From this point of view, the optimal point for specialisation for the two companies cannot be the same. At Inditex, inclusion of a new ex post treatment was necessary but not sufficient in itself. This process had to be outsourced in order to reduce production costs while keeping lead times low. Figure 7.8 summarises this situation.

Figure 7.8. The development of Inditex towards a greater degree of specialisation



For the sake of simplicity, it has been assumed that there are only two possibilities for supply chain management – one based on demand forecasting and the resulting planning of production, and the other based on ex post treatment of basic products. In view of the discussion on Figures 7.7 and 7.8, we also assume that for low levels of relocation, the exchange cost for a demand-based supply chain is lower than that for an SCM model based on ex post treatment of basic products (to the left of the point of indifference). In any case, the total cost function is the sum of the transformation cost function plus that of the minimum transaction costs associated with the SCM model which is less costly at every level of specialisation.

For each level of production relocation, companies can be expected to use whatever organisational solution minimises total cost, taking into account their strategy. In the case of Inditex, for example, total cost minimisation led them to move on from this starting point (Figure 7.7) transferring this process to its local suppliers (“ex post treatment with outsourcing without offshoring”). In Figure 7.8 we note how Inditex obtained a reduction in total costs (from C_0 to C_1) as a result of the company’s greater specialisation (from Z_0 to Z_1). Transferring the dyeing technique to nearby suppliers allowed the company to focus on the basic product and generated economies of scale and learning effects. At the same time, the new organisation of the supply chain reduced market response times and stores could be supplied earlier with products in line with the latest trends. Even if transaction costs increased, total costs were still lower. So, in the light of the evidence obtained in this multi-case study, we can confirm that this situation existed basically from 2000 to 2010. A second proposition can therefore be developed:

Proposition 2. *The optimal level of offshoring is different for each OEM according to their objectives and strategy.*

7.4.3 The dynamic nature of offshoring

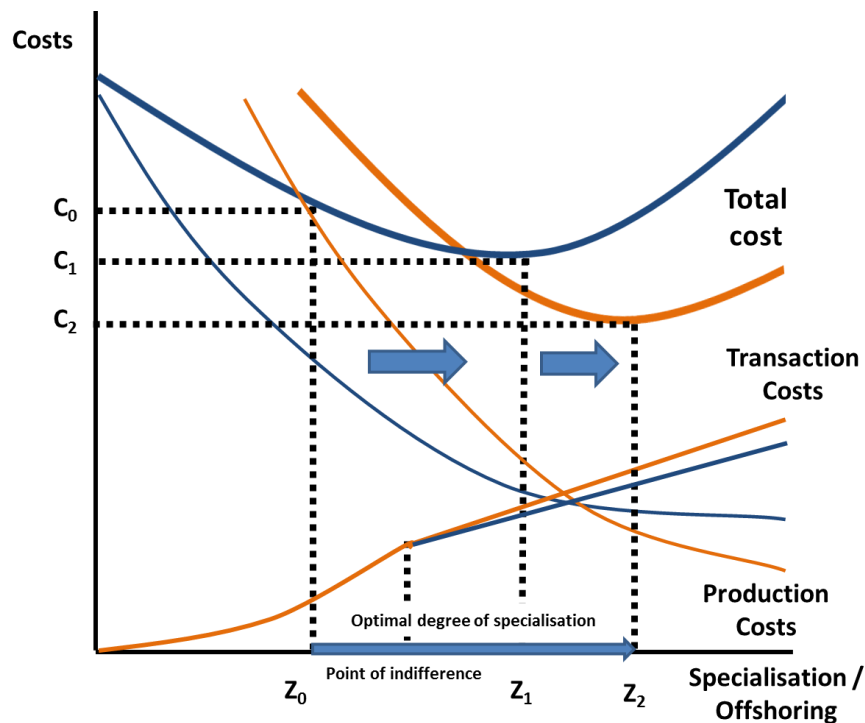
Figure 7.8 represents a local optimum that will necessarily be temporary. For example, if there is an exogenous change in the production cost curve (caused externally, for example, by new trade agreements, regulatory changes, tariff changes or technological innovations), the optimum might be to increase the degree of offshoring (Figure 7.9). We found this in the case of Inditex, which stepped up its outsourcing to low-cost countries, particularly in Asia, when as from 1995 and after the signature of the WTO Agreement on Textiles and Clothing, the bilateral import quotas that had been negotiated since 1974 through the Multifibre Arrangement (MFA) started to be withdrawn.

However, pressure to lower prices led Inditex to transfer its two-stage production process, which was initially devised to be located nearby, to remote suppliers. Even though this transfer was likely to increase time to market, the experience of Inditex suggested that customers would not be prepared to accept price increase. In line with what is stated above on the need to

minimise total costs to achieve balance between production and transaction costs, Inditex responded by transferring its organisational innovation to the facilities of its low-cost suppliers. In fact, it could be stated that, to some extent, the company “sacrificed” time to market for a significant reduction in production costs.

This can be seen in Figure 7.9. When compared with the previous figure, we note that Inditex obtained a gradual reduction in total costs (from C_0 to C_2) because it specialised more ($Z_0 < Z_1 < Z_2$). Moving this process to nearby suppliers made it possible to contain the transaction costs inherent in an increasing need to customise products and reduce time to market. But with greater international rivalry and the development of physical and human capital in low-cost countries, the use of offshoring reduced production costs more than it increased transaction costs. This strategy -nowadays still important- does not necessarily have to be employed for all garments. In fact, as we have seen above, although ex post treatment is mostly offshored (80%), there is still a small proportion (20%), basically T-shirts and trousers, for which the process is performed nearby.

Figure 7.9. Move in Inditex towards greater offshoring with specialisation



A third proposition can be thus developed regarding the move in Inditex towards greater offshoring:

Proposition 3. *The optimal level of offshoring for a specific OEM will change overtime according to exogenous environmental changes.*

7.5 CONCLUSIONS

Decisions on the degree of supply chain relocation, usually analyzed under the requirements of Lean Thinking, have mostly been linked to the need to reduce production costs in developing countries. However, recent market developments, with more frequent changes in preferences and increasing requirements for customisation, point to the fragility of companies that offshore operations without considering the costs of coordinating suppliers, both internal and external, in far-off locations.

These coordination difficulties refer both to the complexity of real time network cooperation when the number of suppliers grows and they move away from distribution centres, as well as to the cost caused by the information asymmetries which, in the presence of objectives that are not necessarily consistent or compatible, lead to opportunistic conducts that reduce the efficiency of the chain as a whole. Reaching the optimal level of offshoring is not, therefore, just a challenge for production from a Lean perspective, but is the result of balancing production and transaction costs. Furthermore, this optimal level will be necessary different for each company given their specific goals and strategy, and will tend to change overtime as the environment confronts them with new challenges. Resorting to a supply chain with base products may in this sense become an increasing trend.

Certain developments in different industries could be in fact interpreted this way. For example, Borroni-Bird, one of the creators of the General Motors hydrogen car, suggests that in mature markets customers could convert their family car into an all-terrain vehicle or a luxury saloon by just changing the shell. The platform could be manufactured in large production plants, while the casing would probably be produced in small flexible companies that can adapt the product to regional tastes. Along the same lines, something similar could be done to generate variety in

other sectors such as consumer electronics, where mobile telephones, television sets or mp4 players could be quickly customised even in the destination market starting out from a basic product. Even technologically mature sectors such as food could also adopt similar initiatives. Especially for products with a long useful life such as preserves and frozen or pasteurised goods, it is perfectly feasible to produce one or several generic basic products in anonymous packaging which could then be customised and adapted to customer preferences. This proposal would appear on store shelves as combinations of generic products in ready-made dishes, preserves or pet food, with different types of ingredients, packaging or accessories (forks, recipes, sauces, etc.).

Needless to say, the diffusion of base products reflecting the balance between production and transaction costs will be individually set by each company and will be a dynamic balance, one that necessarily reflects changes in strategy and targets. Quality and time to market, for example, are variables that increase transaction costs and, therefore, always generate a trade-off with a reduction in production costs in developing countries. Our analysis therefore suggests that the intensity of offshore outsourcing over the last thirty years based on the benefits of production specialisation (Porter, 1985) needs to be nuanced. Managers should make aware of the need of a holistic perspective, beyond a strictly Lean analysis, that makes production costs, variety and time to market goals fully compatible. Companies such as Benetton and Inditex have generated important lessons for other sectors in which demand uncertainty is high, life cycles are short and customers are to some extent prepared to pay for “speed to market”.

APPENDIX 1. SCRIPT FOR THE SEMI-STRUCTURED INTERVIEWS

Objectives

- To know the companies (general issues related to Proposition 1)
- To understand the need to balancing offshoring and agility in supply chains (related to Proposition 1)
- To understand organizational practices used by companies to obtain this equilibrium (related to Proposition 2 and 3)
- To assess the optimal level of offshoring depending to the strategy and exogenous environmental changes (related to Proposition 2 and 3)

1. General issues

- 1.1. Turnover
- 1.2. Number of employees
- 1.3. Operating profit (EBITDA)
- 1.4. Stock performance
- 1.5. Nº of stores (evolution in last three years) and net openings
- 1.6. Nº of markets with commercial presence (new markets for the year) and Nº of markets with online store
- 1.7. Nº of suppliers and geographical distribution (evolution in last three years)
- 1.8. Export level and sales level (Spain, America, Europe -excluding Spain-, Asia, Rest of World)
- 1.9. Contribution to sales by brand (Zara, Pull & Bear), Massimo Dutti, Bershka ...)
- 1.10. Contribution to sales by product (typology, materials, basic vs. seasonal...)

2. Understanding the problem (assessing the SCM)

- 2.1. Please, describe the SCM in your company and identify the key informant nodes? Is the same for all brands?
- 2.2. How would you describe your relationship with your suppliers? Who manages this relationship and how? Longer- or shorter-term?
- 2.3. How would you describe your relationship with customers? Who manages this relationship and how? Longer- or shorter-term?
- 2.4. Do you consider collaboration with suppliers for product development and/or solving logistic problems?
- 2.5. Could you give me some examples of these collaborations and how and why these arose?
- 2.6. Do you invest in the relationships you have? Can you describe the nature of such investment?
- 2.7. How do you select new suppliers and screen potential new customers?
- 2.8. What percentage of the total production represents the basic items? (basic vs. seasonal)
- 2.9. What is your delivery time from order to store in Europe? And in America or Asia-Pacific?
- 2.10. What percentage are logistics costs on the total cost of the product? And production costs?

3. Description of the solution adopted (assessing the equilibrium "offshoring and agility")

- 3.1. Please describe your current SCM and recent innovations (investments, technology, organization...)
- 3.2. How does Inditex work? Are you an integrated from design, through purchasing, and to distribution own stores really? What is your level of offshoring?
- 3.3. Do you outsource to nearby? What countries outsource production of the base-product? What percentage?
- 3.4. What is your main reason for choosing your outsourcing level? What about the location of suppliers?
- 3.5. Could you describe the ex-post treatment (products customization in two phases)? Since when is used?
- 3.6. Where this process was initially done? On site? (Ex post treatment without offshoring"), nearby suppliers ("ex post treatment without outsourcing offshoring"), Providers In distant countries? ("ex post treatment with outsourcing and offshoring)
- 3.7. What ex-post treatments are in use currently? How many products are obtained from the basic product?
- 3.8. Does this process is still used today? What percentage? Is performed for all brands?
- 3.9. What is the impact on production costs? What about logistics costs?
- 3.10. Other benefits: a) design, b) control c) Finances d) Marketing e) stocks? Some examples?

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

8 CONCLUSIONES DE LA TESIS DOCTORAL

8.1 UNA VALORACIÓN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

Este último capítulo tiene dos objetivos. Por un lado, buscamos sintetizar las principales aportaciones de los ensayos; por otro, queremos establecer las posibles limitaciones de nuestra investigación así como las futuras líneas de trabajo. Con este propósito realizamos en primer lugar una valoración general del trabajo. Para su elaboración partimos fundamentalmente de las secciones de resultados y conclusiones de cada uno de los cuatro artículos que componen la Tesis Doctoral. Algunas de ellas se justifican principalmente con argumentos empíricos, correspondiendo a los ejercicios cuantitativos, mientras que otras derivan de las reflexiones cualitativas procedentes de los casos de estudio.

Siguiendo este mismo esquema, en los siguientes apartados se discuten las principales contribuciones académicas, las implicaciones para la gestión y las consideraciones de política pública. Posteriormente, expondremos las limitaciones de nuestra investigación y terminaremos enumerando las líneas de investigación abiertas en esta tesis. Estas líneas se abordarán ya fuera del trabajo que aquí nos ocupa como continuación de las líneas de investigación del doctorando y dentro de la agenda de los grupos a los que pertenece: GRADIENT (Universitat de Girona) y REDE (Universidade de Vigo).

Teniendo en cuenta los objetivos perseguidos, el enfoque metodológico seguido ha sido multidisciplinar. Hemos utilizado la metodología de estudio de caso con el fin de llevar a cabo una primera aproximación a determinados conceptos para, posteriormente, validarlos de forma empírica. Se perseguía, con esta orientación, aprovechar las ventajas derivadas de la complementariedad del enfoque cualitativo y cuantitativo e intentando siempre un cierto carácter secuencial: en primer lugar se ha aplicado una metodología cualitativa para indagar en el “porqué” y el “cómo” (Yin, 2003) de procesos organizativos complejos, para luego testar cuantitativamente algunas de las hipótesis que el análisis cualitativo sugería.

La Tesis de Doctorado se estructura de este modo alrededor de cuatro ensayos, dos inductivos y dos deductivos, para analizar cómo las tecnologías de la información y Tecnologías Verdes, la

necesidad de innovación o las consideraciones medioambientales, actúan sobre las rutinas organizativas para dar respuesta a los requerimientos del cliente actual. Para los Ensayos 1 y 4, debido al carácter emergente de nuestra investigación hemos optado por un enfoque más exploratorio y descriptivo. Tanto el efecto moderador de las TI sobre las prácticas Lean (Ensayo 1), como la incorporación de innovaciones organizativas en las cadenas de suministro Lean (Ensayo 4), son áreas poco exploradas todavía. Por otro lado, los Ensayos 2 y 3 se orientaron hacia la investigación causal a través de modelos dinámicos y modelización de ecuaciones estructurales respectivamente. A continuación profundizaremos en los diferentes resultados obtenidos en cada uno de ellos.

El primer ensayo nos permitió evaluar cómo afectan las nuevas características aportadas por las TI: incremento de la cantidad y velocidad de los datos, información fiable y en tiempo real y capacidad de integración (Moschella, 1997; Dewett y Jones, 2001), sobre cada una de las tres Rutinas Lean: JIT, Jidoka y Respeto por las Personas (RfP). Planteamos, así pues, diversas proposiciones que pretenden explicar cómo “mutan” las rutinas organizativas de Excelencia Operacional, dando lugar a un nuevo sistema de producción mucho más eficiente, flexible y adaptable al entorno altamente cambiante (Hormozi, 2001). En este sentido, nuestro trabajo sugiere una serie de hipótesis que enfatizan la simultaneidad de componentes racionales, aleatorios y emergentes en las mutaciones, la influencia del ritmo y secuencia del despliegue en la construcción de capacidades, así como el efecto de la propia evolución del entorno en el tipo de mutaciones que son traspasadas a lo largo del tiempo.

De forma similar, a través de los Ensayos 2 y 3, se evaluó cómo puede afectar el “reverdecimiento” de las Rutinas Lean en la mejora del desempeño industrial. Queremos profundizar en qué consiste y cómo se consigue, pero también determinar cómo es el proceso de transformación. Es por esto que se utilizan, para cada uno de los ejercicios, diferentes perspectivas y variables dentro del ámbito Green. Entendiendo la idoneidad de las Rutinas Lean para equilibrar el trade off entre eficiencia y sostenibilidad, evaluamos inicialmente la influencia del compromiso medioambiental a través de un análisis de moderación. Posteriormente, para completar este análisis, valoramos cómo la implantación de las Tecnologías Medioambientales y

de la Información median entre las Rutinas Lean y la mejora del desempeño industrial. Cabe destacar además que, en ambos ejercicios, comenzamos nuestra investigación confirmando la relación positiva y significativa entre las Rutinas Lean y el rendimiento empresarial. Aun siendo un aspecto ampliamente contrastado en la literatura, resulta interesante confirmar esta relación por dos motivos: por un lado, nos permite “validar” los diferentes modelos. Por otro lado, el hecho de utilizar los tres pilares básicos del TPS para referirnos al Lean supone una importante contribución ya que nos permitió evaluar los diferentes impactos que presenta cada uno de los principios.

De forma más específica, en el Ensayo 2 se propone un modelo que explora la relación entre las cada una de las tres Rutinas Lean (JIT, Jidoka y RfP) y el rendimiento industrial analizando la moderación ejercida por las iniciativas verdes (compromiso medioambiental) a través del análisis de la interacción. Evaluando el impacto agregado sobre la productividad empresarial (*Lean + Green + Lean x Green*) se comprueba un incremento porcentual medio del 7%. Esto demostraría que las prácticas verdes permiten maximizar los resultados de eficiencia propios del *Lean Manufacturing*.

Si bien este resultado es muy interesante, lo es más todavía el hecho de que, al analizar cada una de las nuevas rutinas “mutadas” por separado, *JITxGreen*, *JidokaxGreen* y *RfPxGreen*, sólo observamos un efecto positivo en el caso de las Rutinas Jidoka-Green lo que nos sugiere que será únicamente esta nueva rutina mutada la que permita mejorar los Resultados Industriales. Entendemos que el “reverdecimiento” de esta rutina, que ya estaba enfocada a la mejora continua, permitirá “descubrir y explotar” nuevas oportunidades de eliminación del despilfarro que redundarán en la mejora de la productividad. Es interesante destacar que se utilizó una base de elaboración propia, resultado de unir SABI y PRTR-España durante el período 2001-2009. Además, la utilización de paneles dinámicos, hecho poco habitual en este campo, nos permite considerar en nuestro estudio el carácter dinámico de los principios Lean.

Siguiendo con este análisis en el Ensayo 3, planteamos a través de un único modelo el análisis conjunto de dos tecnologías de planta diferentes: las TI y las Tecnologías medioambientales (ET). Atendiendo a sus propias características y el papel que podían jugar dentro de un proyecto

de transformación Lean propusimos un modelo que explorase su relación mediadora entre relación entre las tres Rutinas Lean y el rendimiento industrial. Pretendemos así evaluar su influencia en los proyectos de mejora, dando cabida a nuevas alternativas tecnológicas que ayuden a identificar y gestionar con éxito los desafíos para obtener una empresa eficiente y sostenible (no solo con tecnología fiable y absolutamente probada, tal y como postulaba Liker, 2004).

Los resultados obtenidos sugieren un importante efecto mediador de ambas tecnologías actuando por separado, así como una mediación total en el modelo integral. Esto indica que todo el efecto del Lean sobre el rendimiento industrial pasa a repartirse ahora a través de las nuevas Rutinas *Lean-ET* y *Lean-IT*. Esto no significa que se pierda la finalidad inicial del Lean de mejorar la productividad, ya que el efecto global (cuantitativamente) se mantiene, pero hay una variación desde el punto de vista cualitativo porque se canaliza ahora por vías diferentes. Nuestros resultados muestran que ET e IT no influyen negativamente en el rendimiento industrial de la empresa, como asegura parte de la literatura. Adicionalmente, más allá de ayudar a preservar el objetivo de eficiencia propio del *Lean Manufacturing*, sirven de apoyo en aquellas situaciones donde los principios Lean parecen debilitarse. La incorporación de estos recursos a la organización posibilita la generación de otro tipo de capacidades organizativas únicas y competitivamente valiosas, exclusivas de estos recursos, para ser fuente de ventajas competitivas.

Finalmente, el cuarto y último ensayo extiende el análisis a toda la cadena de suministro evaluando cómo afecta la incorporación de diversas innovaciones organizativas a la gestión clásica Lean de la cadena de suministro. Buscamos profundizar en cómo las empresas pueden adaptarse a los requerimientos de determinados mercados (como el de la moda) donde las crecientes exigencias de los clientes, en términos de personalización, cambios de preferencia y plazos de respuesta, obligan a las empresas a ser simultáneamente ágiles y flexibles. Para ello nos centraremos en los casos de Inditex y Benetton. Ambas empresas, aun partiendo de estrategias de negocio diferentes, han conseguido implantar diferentes estrategias de innovación que les han permitido beneficiarse de unos menores costes de producción

reduciendo al mismo tiempo el lead time y los costes de coordinación inherentes a la personalización de los productos.

8.2 IMPLICACIONES TEÓRICAS

A continuación se detallan las contribuciones teóricas que consideramos más relevantes desde el punto de vista académico. En primer lugar destacamos nuestra aproximación a los tres grandes grupos de Rutinas Lean (JIT, Jidoka y RfP) a través de los Pilares del TPS. Evidenciando la falta de consenso para abordar este concepto, así como las carencias detectadas en las medidas empleadas (se basan en herramientas –subrutinas- en lugar de centrarse en lo que hay de permanente, suelen ser medidas parciales y están basadas en encuestas *ad hoc*); entendemos que nuestra aproximación puede ser de interés para la comunidad científica.

Así pues, en nuestra investigación partimos de los dos pilares básicos del TPS, JIT y Jidoka, e incorporamos de forma explícita un tercer pilar: el Respeto por las Personas (RfP), que a pesar de estar presente en las bases del TPS (Sugimori et al., 1977; Monden, 1983; Ohno, 1988; Liker, 2004; Treville y Antonakis 2006), había encontrado una escasa difusión en el pensamiento Lean. De esta forma, asumimos que el TPS, reinterpretado como *Lean Manufacturing* por Womack et al. (1990), como el Programa de Investigación Dominante (Lakatos 1978) y, fundamentamos en él nuestro análisis. Así, desde una perspectiva *lakatosiana* y sin cuestionar el *hard core* de este programa de investigación, actuamos sobre su "cinturón de seguridad" evaluando como afecta la incorporación de los diferentes retos identificados en la actualidad (Lakatos, 1978).

Llegamos así a la segunda contribución académica. Puesto que pretendemos diagnosticar las limitaciones del Lean Manufacturing y proponer alternativas a partir de lo que hay de permanente en los fenómenos organizativos, la inspiración teórica del análisis resulta indispensable para la generalización de los resultados. Así pues, tomando como punto de partida las tres Rutinas Lean, e incorporando el concepto de rutinas organizativas de Nelson y Winter (1982), identificamos estos tres grupos de rutinas con los tres grandes ámbitos o tipos de rutinas presentes en cualquier organización conforme a la TEE: a) el procesamiento de información para coordinar a los miembros de la organización, b) la resolución de los problemas

técnicos a los que se van enfrentando, y c) el diseño de soluciones a los conflictos que los cambios internos y externos van generando entre los diferentes stakeholders (Coriat, 2000; Nelson y Winter, 1982; Coriat y Weinstein (1995, 1998); Coriat y Dosi 1998; Dosi y Marengo 1994).

Consideramos que la perspectiva evolucionista nos ofrece unas herramientas metodológicas especialmente adaptadas para estudiar el que quizá constituye el problema intelectual central en cualquier empresa: cómo gestionar de manera coherente y simultánea el cambio tecnológico y los procesos organizativos en un entorno turbulento con exigencias de adaptación constantes (Nelson y Winter, 1982). Esto nos lleva a abordar la última contribución de la Tesis Doctoral: evaluar el impacto de la internalización de diversos retos identificados en la actualidad (las TI, las capacidades de innovación o las consideraciones medioambientales –compromiso medioambiental y Tecnologías Verdes-) en cada una de las Rutinas Lean para dar respuesta a los requerimientos del mercado actual.

Planteamos así pues un modelo que, partiendo de las rutinas descritas anteriormente, indaga sobre lo “que hay de permanente” en los principios del Lean para, posteriormente, abordar cómo la actuación (moderación o mediación) de los distintos retos que identificamos en la actualidad, pueden dar lugar a diferentes tipos de capacidades que dependiendo de su adaptación al entorno podrán convertirse en ventajas competitivas para la empresa. Así, siguiendo el trabajo de Fujimoto (1999, 2000) hablaremos en nuestro caso de capacidades estáticas y dinámicas, que a su vez podrán ser “de mejora” o evolutivas. En cuanto a los factores genéricos de formación de la ventaja competitiva utilizaremos los siguientes: eficiencia, calidad, Innovación y capacidad de satisfacción al cliente (Hill y Jones, 2001). Si bien es cierto que en el Ensayo 4 abordamos aspectos tales como la innovación y la capacidad de satisfacción al cliente a través del *time to market*, la presente Tesis Doctoral se focaliza fundamentalmente en el primer factor, la eficiencia, medida a través de la productividad (variable dependiente en los modelos propuestos en los Ensayos 2 y 3).

Esto nos permitirá un análisis exhaustivo de nuestras preguntas de investigación, ya que no es suficiente con considerar el posible origen de las posibles mutaciones y el cambio consecuente

en las rutinas organizativas. Es también necesario atender a los factores que permiten transformar estas nuevas rutinas en capacidades, así como identificar los criterios que condicionan la adaptabilidad de esas capacidades para la consecución de una ventaja competitiva. En este sentido, nuestro trabajo comprobó, por ejemplo, que las mutaciones TI — independientemente de su origen— pueden generar capacidades estáticas y dinámicas solo en la medida en que la empresa disponga de ciertas características estructurales relacionadas con el capital humano y el diseño organizativo. Incluso generando capacidades estáticas y dinámicas, sin embargo, las mutaciones TIs en las Rutinas Lean no tienen por qué ajustarse a los mecanismos de selección del entorno. Confirmaríamos así que la evolución y supervivencia de las empresas no solo no garantiza resultados óptimos en términos de eficiencia, sino que ni siquiera tiene por qué avalar una mejora de la eficiencia en comparación con estados anteriores de la misma empresa.

8.3 IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

Nuestro trabajo, más allá de la perspectiva académica, busca establecer las bases conceptuales de lo que debería ser la nueva empresa industrial, adaptada a las demandas del cliente en términos de personalización, plazos de respuesta y una mayor preocupación medioambiental. Estos resultados pueden ayudar a los gerentes a identificar y gestionar con éxito los desafíos que deben afrontar para obtener una empresa sostenible, donde la introducción de tecnologías avanzadas y la organización eficiente de los procesos industriales tienen la misma importancia que las consideraciones sociales y medioambientales.

En este sentido mostramos cómo las TI pueden suponer un activo importante para la mejora del rendimiento empresarial, o cómo los sistemas de fabricación *Lean* y *Green* pueden ser complementarios e incluso sinérgicos. No obstante, también detectamos prácticas conflictivas, procedimientos incorrectos o momentos no adecuados. Por lo tanto, nuestros resultados deberían concienciar a los directivos de la importancia de: 1) considerar conjuntamente los desafíos tecnológicos y organizativos; 2) analizar cuidadosamente las opciones de inversión en TI y ET que más les convienen y, 3) quizás lo más importante, definir el momento de adopción más oportuno para su implantación.

En el caso de las TI, aunque se han convertido en una necesidad para competir en la mayor parte de industrias (Ray et al. 2005), nuestra investigación sugiere que limitarse simplemente a implantarlas como un reto estrictamente tecnológico no será suficiente para alcanzar una mejor posición competitiva, sino que es necesario contemplar la complementariedad de otros recursos de la empresa y procesos organizativos. En caso contrario, las inversiones en TI podrían terminar convirtiéndose en meros gastos sin retorno (Brynjolfsson y Hitt, 1996; Menon et al., 2000).

Esto debería generar cierto debate entre los profesionales sobre el ritmo y secuencia de la incorporación de las TI en los proyectos Lean (Cottyn et al., 2011). Si por un lado ya hay dudas en la implantación secuencial de los proyectos Lean (Ferdows y De Meyer, 1990; Storhagen, 1998); y por otro, los proyectos de mejora continua —por definición— nunca terminan, la incorporación de las TI añade más complejidad al sistema. Así, una implementación excesivamente temprana puede representar una inversión de bajo retorno y consumiría recursos con una rentabilidad mayor en otros usos. En contraste con lo sugerido por autores como Gifford (2002), por tanto, los proyectos Lean no tienen por qué beneficiarse necesariamente desde el principio del soporte TI en la recogida y análisis de datos.

Un segundo resultado de esta investigación viene a confirmar la importancia de las TI sobre la mejora de las condiciones de trabajo en planta gracias a la mejora de la comunicación, cuya importancia en el Lean ha sido ampliamente reconocida (Womack et al., 1990). Si bien las prácticas Lean implican un cierto *empowerment* al otorgar al operario más responsabilidad y capacidad de decisión, también suponen simultáneamente que puedan encontrar su trabajo más estresante (Ohno, 1988). Nuestra investigación sugiere que la introducción de diferentes TI (MES, ERP, RFID...) tiene un efecto inmediato sobre la reducción de las asimetrías de información (horizontales y verticales) entre trabajadores estimulando la cooperación departamental y favoreciendo la fluidificación de los eslabones de la cadena de valor. Asimismo, los resultados destacan que en la integración ERP-MES puede estimular además la introducción o mejora de otras funcionalidades como el control estadístico de procesos, la gestión de alarmas críticas o la trazabilidad de productos semi-terminados. Por último, la visibilidad de las

mejoras en el área piloto fue un factor crucial para reconocer el esfuerzo y sirvió de ejemplo a otras áreas de la organización. Comunicar los avances del proyecto *Lean-TI* y proporcionar una mejor comprensión de los beneficios esperados, resulta clave para crear percepción positiva de la iniciativa y maximizar las posibilidades de éxito (Turesky y Connell, 2010).

Respecto a la implantación de las iniciativas verdes, los resultados obtenidos sugieren conclusiones similares a las relativas a las TI. Partiendo del hecho de que las prácticas *Lean* y *Green* son distintas y que, como tal, tienen un impacto diferente sobre el rendimiento empresarial (Kleindorfer et al., 2005), nuestros resultados demuestran que las consideraciones medioambientales no solo no influyen negativamente en el rendimiento empresarial, en términos de eficiencia, sino que además pueden servir de apoyo en aquellas situaciones donde los principios Lean parecen debilitarse, generando otro tipo de capacidades organizativas únicas y valiosas, exclusivas de estos recursos, para ser fuente de ventajas competitivas.

Sin duda este hecho debería llevar a los profesionales a considerar la integración de ambos programas pero, al igual que ocurre con las TI, debe focalizar los esfuerzos en aquellos casos donde se maximice el éxito, ya que nuestros resultados muestran también que este impacto positivo sobre la eficiencia será diferente en función de las Rutinas Lean analizadas, pudiendo llegar a ser incluso negativo. Se evidenciarían así, por lo tanto, los conflictos entre los objetivos de desempeño ambiental y los principios Lean (Rothenberg et al., 2001).

Así pues, dado el número ilimitado de recursos humanos y técnicos para trabajar en proyectos de mejora, debe priorizarse la inversión en tecnologías o prácticas que sean complementarias, y buscar alternativas a los puntos de conflicto. De esta forma, atendiendo a nuestros resultados, deberíamos centrarnos en apoyar las rutinas de *Resolución de problemas técnicos y mejora continua* (Jidoka), porque la “mutación verde” provocará en esta rutina *Jidoka-Green* la posibilidad de “descubrir y explotar” nuevas oportunidades de eliminación del despilfarro que redundarán en una mejora de la productividad. Esto permitiría utilizar el sistema Lean como el núcleo del modelo, proporcionando la estructura base y utilizándolos procedimientos y Tecnologías Verdes como catalizador del Lean.

Capítulo 8. Conclusiones

Un buen ejemplo estaría representado por las Tecnologías Verdes que se han comprobado exitosas de forma explícita: bombas de alta eficiencia, motores eléctricos con regulación de la velocidad o sistemas de recuperación de energía. Pero existen otras tantas herramientas propias de la gestión medioambiental que pueden representar una nueva fuente de oportunidades para la mejora Lean-Green. El *Life Cycle Assessment (LCA)* o el *Sustainable VSM (SVSM)* (Simons y Mason, 2003) son dos ejemplos de herramienta que trabajándolas conjuntamente nos permiten un enfoque holístico y considerar varias formas de desechos Lean y Green al mismo tiempo. Demostramos además que, contrariamente a lo postulado por Liker (2004), la apuesta por nuevas alternativas tecnológicas, no “sólo tecnología fiable y absolutamente probada”, ayudará a identificar y gestionar con éxito los desafíos que deben afrontarse para obtener una empresa eficiente y sostenible.

Otro resultado importante de nuestra investigación es la confirmación de la importancia de los recursos humanos dentro de los programas Lean-Green. Si bien ha sido ampliamente estudiada la importancia del compromiso de los trabajadores en los proyectos Lean (Suzuki, 2004) y la importancia de los ratios de rendimiento por puesto de trabajo (Biazzo y Panizzolo, 2000), no es tan conocido el hecho de que al incluir el “compromiso medioambiental”, el trade off Lean-Green puede generar cierta “esquizofrenia” en los trabajadores si el sistema no está integrado correctamente. Los directivos deben abordar esto de forma ex-ante estableciendo estándares que permitan contemplar conjuntamente ambos aspectos; en caso contrario, el rendimiento empresarial se podría ver seriamente afectado.

Por último nuestro trabajo también describe una serie de implicaciones que podrían ser útiles para los administradores responsables de la gestión de la cadena de suministro. En este sentido las experiencias de Benetton e Inditex, más allá de los ejemplos típicos del sector del automóvil, podrían actuar como una guía para el conocimiento previo y la evaluación de los factores que podrían facilitar o inhibir la optimización de la cadena de suministro. Así, las lecciones aprendidas pueden servir para otros sectores en los que si bien en la actualidad no presentan el nivel de exigencia del sector textil, pueden considerarlo como una hoja de ruta, ya que antes o después aspectos tales como ciclos de vida cortos o la reducción del *lead time* van a ser

cruciales. En este sentido los gerentes deberían de hacer un ejercicio de abstracción y considerar la posibilidad de trasladar las lecciones aprendidas a sus propios procesos con el fin de reducir de forma simultánea el time to market y los costes de coordinación inherentes a la personalización de los productos.

8.4 CONSIDERACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

Los resultados de esta tesis doctoral también pueden resultar interesantes para los responsables de elaborar las políticas públicas, ya que aportan cierta luz sobre algunos de los conflictos que aparecen habitualmente entre los requerimientos de eficiencia de los empresarios y los intereses institucionales desde el punto de vista medioambiental. Tal y como se expuso anteriormente, nuestro trabajo pretende, más allá del ámbito académico, describir las principales características de una empresa sostenible, en la que la introducción de tecnologías avanzadas y la organización eficiente de los procesos industriales tienen la misma importancia que las consideraciones sociales y medioambientales

Estos objetivos están en línea, sin duda, con la estrategia Europea 2020: lograr un crecimiento inteligente y sostenible gracias al impulso decidido a una economía baja en carbono y a una industria competitiva. Para tal fin, la UE ha puesto en marcha diversas *flagship initiatives* tales como A resource-efficient Europe que aúna a diferentes agentes de la cadena de valor y pretende impulsar una reducción en las emisiones de CO₂, fomentar una mayor seguridad energética, y reducir los recursos empleados. Otro buen ejemplo es el programa “Una política industrial para la era de la globalización”, donde se identifican diez acciones clave para la mejora de la competitividad industrial europea, entre las que se incluyen innovaciones tecnológicas asociadas al ámbito de la fabricación que contribuyan a un uso eficiente de las materias primas.

Nuestros resultados demuestran que las prácticas verdes no sólo no influyen negativamente en el rendimiento industrial de la empresa, sino que también posibilitan la generación de capacidades organizativas únicas y competitivamente valiosas que pueden convertirse en fuente potencial de ventajas competitivas. De forma similar, para el caso de las TI, demostramos

que apoyando a otros recursos organizativos pueden desarrollar todo su potencial (Carr, 2004, Moyano et al., 2012) resultando especialmente útiles en entornos de alta volatilidad.

Pero, tal y como vimos anteriormente, las capacidades generadas no tienen por qué ajustarse a los mecanismos de selección del entorno y, por tanto, podría no derivar en la obtención de ventajas competitivas sostenibles para la empresa. En este sentido el diseñador de políticas públicas puede intervenir aquí mediante el desarrollo de políticas concretas que permitan conocer a los empresarios el potencial del uso de estas tecnologías o bien apoyar directamente los proyectos que, conforme a la evidencia expuesta, tendrán además un impacto positivo en los resultados de la organización y los aspectos medioambientales.

Las administraciones públicas que deseen aumentar la competitividad de determinados sectores industriales estratégicos, por tanto, deben desarrollar políticas que ayuden a superar la inercia estructural previa inherente a la implantación de los proyectos Lean y que todavía es mayor en presencia de las nuevas tecnologías.

Obviamente no estamos sugiriendo que las políticas públicas deban destinarse a fomentar exclusivamente las investigaciones en *Lean-TI-Green* pero, partiendo de la idea de que los recursos públicos son escasos, es importante que las ayudas e incentivos públicos se centren en proyectos relevantes (que quizás de otra forma no se harían) que permitan maximizar el rendimiento del dinero invertido en las regiones así como la posible generación de ventajas competitivas sostenibles.

8.5 LIMITACIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Esta Tesis Doctoral presenta ciertas limitaciones que, si bien proporcionan futuras líneas de investigación, hacen que tanto los resultados como las conclusiones obtenidas deban interpretarse con cierta cautela. Como en cada uno de los ejercicios se detallan estas limitaciones, únicamente haremos aquí una síntesis de las más importantes, atendiendo a la naturaleza cualitativa o cuantitativa de los ensayos.

Respecto a los ensayos cualitativos (Ensayos 1 y 4), la principal limitación reside en el reducido número de casos utilizados; de hecho en el primer ejercicio empleamos un único estudio de

caso: Jealsa Rianxeira. Entendemos, sin embargo, que se trata de una limitación compensada por el hecho de que, aunque nuestro caso posiblemente no alcanza la sorpresa de un *talking pig* (Siggelkow, 2007), presenta unas características únicas para abordar la pregunta de investigación planteada. Además, por su importancia y significatividad (Galve y Ortega, 2000; Alajoutsijärvi et al., 2001) resulta válido para extraer conclusiones transferibles a otras empresas y sectores. La justificación de la elección de Jealsa se encuentra en el hecho de que nos permitía abordar nuestra pregunta en un *green field* con escasa experiencia en el desarrollo de metodologías de Excelencia Operacional e implantación de las TI. Adicionalmente, el entorno multifábrica que nos ofrece Jealsa permitió la aplicación de una lógica investigadora equivalente a los estudios multi-caso (Eisenhardt y Graebner, 2007).

Del mismo modo, el sector textil utilizado como unidad de análisis en el último ensayo responde a las exigencias del mismo por equilibrar costes de producción en países de bajo coste con la agilidad necesaria para atender a los requerimientos de la demanda. Además se eligieron específicamente los casos de Inditex y Benetton, porque aunque con diferentes estrategias de negocio, han logrado internalizar diferentes innovaciones organizativas que les han permitido adaptarse con éxito a los requerimientos del mercado. Este hecho nos permite en cierta medida generalizar los resultados obtenidos.

Respecto a los ensayos cuantitativos (Ensayos 2 y 3), las principales limitaciones giran en torno a cuatro ámbitos: a) limitaciones asociadas a la utilización de fuentes de datos (oficiales) secundarias, b) la operacionalización de determinadas variables, c) el uso de análisis transversales y d) el ámbito de estudio. Respecto al primer ámbito, si bien la utilización de datos objetivos y procedentes de bases de datos oficiales supone una ventaja a la hora de generalizar los resultados obtenidos, también impide medir las variables de interés de forma directa, teniendo que estimarlas a través de proxies. Adicionalmente, el uso de una encuesta a gran escala como la EMS permite aportar evidencia empírica representativa. Sin embargo, no debería descartarse la posibilidad de enriquecer nuestros hallazgos con estudios de caso que nos permitan contrastar e interpretar los resultados de la investigación cuantitativa (más allá de la

simple decisión de adquirir o no las tecnologías descritas), que nos permitan establecer además cual sería el ritmo y la secuencia óptimos.

En cuanto a la operacionalización de determinadas variables, destacamos la medición unidimensional del “compromiso medioambiental”. Aunque esta medida se ajusta razonablemente bien a lo que pretendemos medir y está avalada por trabajos anteriores, consideramos que la utilización de una medida multidimensional permitiría probablemente enriquecer su validez.

Es interesante destacar también la importancia de utilizar una metodología longitudinal teniendo en cuenta la naturaleza dinámica de las distintas variables objeto de estudio (Lean, Green y TI) así como la incertidumbre del entorno. Si bien en el Ensayo 2 tuvimos la oportunidad de plantear un análisis dinámico de datos de panel, para el tercer Ensayo sólo se dispuso de los datos de la EMS correspondiente a 2009. En futuros trabajos contemplamos la posibilidad de utilizar una metodología longitudinal para el estudio de causalidad en las relaciones observadas, pues la naturaleza transversal de los datos manejados no permite extraer inferencias causales.

Finalmente, respecto al ámbito de estudio, los tres primeros ejercicios se focalizan en la planta de fabricación. Aunque estos estudios son interesantes ya que permiten un conocimiento más profundo de la realidad industrial, alejándose además del análisis típico en el sector del automóvil, es sin duda interesante extender este análisis a toda la cadena de suministro. Naturalmente, también se podrían validar los modelos propuestos en otros contextos industriales (sector servicios o industria pública, entre otros) y geográficos.

8.6 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Se detallan a continuación futuras líneas de investigación que integran y expanden el conocimiento derivado de la tesis doctoral. Nos centramos en aquellos trabajos en los que se encuentran ya inmersos varios investigadores senior y doctorandos del grupo de investigación, y que serán abordados, por tanto, en el corto y medio plazo.

En primer lugar, creemos conveniente continuar investigando en la construcción de un indicador único e integral del *Lean*, que además sea válido para cualquier proceso y sector. En

este sentido, pretendemos continuar nuestro trabajo empleando métodos no paramétricos, concretamente el DEA (Data Envelopment Analysis) para construir un indicador que nos permita evaluar la universalidad de los principios Lean en lugar de, como es habitual, la difusión de las herramientas Lean. Además el método DEA nos permitirá considerar simultáneamente múltiples inputs y outputs, por lo que evaluaremos las tres grandes rutinas del TPS (inputs) respecto a diferentes indicadores operativos y financieros (outputs), obteniendo una frontera eficiente y estimando la ineficiencia individual de cada empresa sin asumir una forma funcional concreta de la frontera.

Por otro lado, una vez finalizada la Tesis Doctoral, nos hemos percatado de la enorme confusión existente entre los gerentes y académicos respecto al ritmo y secuencia óptimo a la hora de implantar las *Herramientas y Cultura (formación) Lean* en los entornos de fabricación. Si esto es importante en las transformaciones Lean, cobra una importancia vital cuando nos referimos a los proyectos Lean-Green o Lean-TI debido al considerable aumento de complejidad en dichos proyectos. Así pues, otra futura línea de trabajo consistirá en evaluar la interacción entre la cultura y las herramientas asociadas al Lean Manufacturing para responder a la pregunta ¿qué debería implantarse antes, las “herramientas” o “la cultura”? Se propondrán, en este sentido, diferentes modelos alternativos que reflejarían las perspectivas más extendidas, contribuyendo a clarificar un panorama confuso en el ámbito de la Excelencia Operacional que, más allá de su contribución académica, debe inspirar nítidamente a los proyectos Lean-TI-Green que busquen alcanzar rápidamente un modelo eficiente y sostenible.

Centrándonos en los retos que identificamos en el entorno, esta Tesis Doctoral evalúa únicamente el papel de las TI, las consideraciones medioambientales y las innovaciones organizativas. Aun entendiendo que estos son retos importantes, no son los únicos. Por lo tanto, bien con las actuales bases de datos o con futuras adquisiciones, se pretende evaluar la influencia de otro tipo de retos sobre la Excelencia Operacional. Estamos interesados, por ejemplo, en evaluar la posible influencia de las prácticas de Recursos Humanos de Alto Rendimiento o las Tecnologías Avanzadas de Diseño y Fabricación, tales como el “prototipado

rápido” o la “realidad aumentada”. De esta forma extenderíamos nuestro campo de investigación a toda la cadena de valor, desde el diseño hasta la comercialización.

También nos planteamos incorporar al modelo otras variables dependientes que permitan medir la influencia de los resultados más allá de la planta de fabricación. En este sentido, incorporaríamos medidas financieras, medidas del desempeño medioambiental, así como otros indicadores asociados a los diferentes factores genéricos de formación de la ventaja competitiva (eficiencia, calidad, Innovación y capacidad de satisfacción al cliente) (Hill y Jones, 2001). Además creemos que puede ser interesante enriquecer nuestros estudios a través de dos ámbitos de trabajo: incorporando nuevas variables que permitan ampliar el análisis del impacto medioambiental, y ampliando el ámbito geográfico, para lo cual estamos evaluando la posibilidad de replicar nuestro estudio a nivel europeo utilizando las bases de datos de EUROSTAT y EPRTR-Europa.

Y para finalizar, atendiendo a las limitaciones descritas en el epígrafe anterior, podría ser interesante plantear un estudio de caso (similar al de Lean-TI) para ampliar el conocimiento sobre la influencia de las iniciativas medioambientales en las rutinas de Excelencia Operacional. Si bien los dos ensayos cuantitativos nos permitieron identificar aquellas rutinas (Jidoka) que tenían un efecto positivo sobre el rendimiento industrial, se echan en falta estudios más profundos que permitan abordar el complejo proceso de transformación de las estas rutinas. Necesitamos ir más allá de la simple cuantificación en las relaciones y entender el cómo y el porqué de estas mutaciones, además de su influencia en la generación de ventajas competitivas sostenibles.

9. BIBLIOGRAFÍA

9 BIBLIOGRAFÍA

Abdulmalek, F., Rajgopal, J., Needy, K.L. (2006). A classification model for the process industry to guide the implementation of lean. *Engineering Management Journal*, 18 (1), 15-25.

Abdulmalek, F. A., Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107 (1), 223-236.

Adams, J. S. (1963). Toward an understanding of inequity. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 67, 422–436.

Agarwal, A., Shankar, R., Tiwari, M. K. (2006). Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. *European Journal of Operational Research*, 173, 211-225.

Agarwal, A., Shankar, R., Tiwari, M. (2007). Modeling agility of supply chain. *Industrial Marketing Management*, 36 (4), 443-457.

Aguinis, H. (2014). Revisiting some “established facts” in the field of management. *Business Research Quarterly*, 17 (1), 2-10.

Aiken, L. S., West, S. G. (1991). *Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions*. London: Sage Publications.

Akerlof, G., Yellen, J. (1990). The fair wage–effort hypothesis and unemployment. *Quarterly Journal of Economics*, 105, 257–283.

Alchian, A. A. (1950). Uncertainty, evolution, and economic theory. *The Journal of Political Economy*, 58 (3), 211-221.

Aldrich, H. E., Hodgson, G. M., Hull, D. L., Knudsen, T., Mokyry, J., Vanberg, V. J. (2008). In defence of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*, 18 (5), 577-596.

Alonso-Mosquera, J. L., Lampón, J. F., Vázquez, X. H. (2006). Estrategias de aprovisionamiento en el sector español del automóvil: situación actual y perspectivas. *Universia Business Review*, 1(9).

Amable, B. (2000). Institutional complementarity and diversity of social systems of innovation and production. *Review of International Political Economy*, 7 (4), 645-687.

Amit, R., Schoemaker, P. J. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14 (1), 33-46.

9. Bibliografía

- Anderson, J. C., Gerbing, D. W., (1988). Structural equation modeling in practice: a review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103 (3), 453–460.
- Aoki, M. (2001). *Toward a comparative institutional analysis*. USA: The MIT Press.
- Aragon-Correa, J. A., Sharma, S. (2003). A contingent resource-based view of proactive corporate environmental strategy. *Academy of management review*, 28(1), 71-88.
- Aragon-Correa, J. A., Rubio-Lopez, E. A. (2007). Proactive corporate environmental strategies: myths and misunderstandings. *Long Range Planning*, 40(3), 357-381.
- Arellano, M., Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *Review of Economic Studies*, 58, 277–297.
- Arellano, M., Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variables estimation of error components models. *Journal of Econometrics*, 68, 29–51.
- Arfmann, D., Federico, G. (2014). The Value of Lean in the Service Sector: a Critique of Theory & Practice. *International Journal of Business and Social Sciences*, 5, 2-18.
- Armstrong, J. S., Overton, T. S., (1977). Estimating non-response bias in mail surveys. *Journal of Marketing Research*, 14 (3), 396–402.
- Arocena, P., Villanueva, M., Arévalo, R., Vázquez, X. H. (2010). Why are firms challenging conventional wisdom on moral hazard? Revisiting the fair wage–effort hypothesis. *Industrial and Corporate Change*, 20 (2), 433-455.
- Arocena, P., Blazquez, L., Grifell-Tatjé, E. (2011). Assessing the consequences of restructuring reforms on firms’ performance. *Journal of Economic Policy Reform*, 14 (1), 21-39.
- Aronsson, H., Abrahamsson, M., Spens, K. (2011). Developing lean and agile health care supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16 (3), 176-183.
- Arrow, K. J. (1974). *The limits of organization*. New York: Norton.
- Arruñada, B., Vázquez, X. H. (2006). When your contract manufacturer becomes your competitor. *Harvard Business Review*, 84 (9), 135–145.
- Arruñada, B., Vázquez, X. H. (2013). El trasfondo darwiniano de las instituciones. En X.C Arias y G. Caballero (Eds.), *Nuevo institucionalismo: gobernanza, economía y políticas públicas*: 36-41. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Bartezzaghi, E. (1999). The evolution of production models: is a new paradigm emerging?. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(2), 229-250.

9. Bibliografía

Bagozzi, R. P., Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of The Academy of Marketing Science*, 16 (1), 74-94.

Balakrishnan, R., Linsmeier, T.J., Venkatachalam, M. (1996). Financial benefits from JIT adoption: effects of customer concentration and cost structure. *The Accounting Review*, 71 (2), 183–205.

Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Bansal, P., Roth, K. (2000). Why Companies Go Green: a Model of Ecological Responsiveness. *Academy of Management Journal*, 43 (4), 717-736.

Baramichai, M., Zimmers, E.W., Marangos, C.A. (2007). Agile supply chain transformation matrix: an integrated tool for creating an agile enterprise. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12 (5), 334-348.

Barela, M. J. (2003). Executive Insights: United Colors of Benetton—From Sweaters to Success: an Examination of the Triumphs and Controversies of a Multinational Clothing Company. *Journal of International Marketing*, 11 (4), 113-128.

Barney, J. B. (2001). Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view. *Journal of Management*, 27 (6), 643-650.

Bhasin, S., Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17 (1), 56-72.

Bayraktar, E., Jothishankar, M. C., Tatoglu, E., Wu, T. (2007). Evolution of operations management: past, present and future. *Management Research News*, 30 (11), 843-871.

Bell, S. (2006). *Lean enterprise systems: using IT for continuous improvement*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Bell, S. C., , M. A. (2010). *Lean IT: Enabling and sustaining your lean transformation*. New York: Productivity Press.

Belsley D. A., Edwin K., Welsch R. E. (1980). *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*. New York: John Wiley.

Bergvall-Forsberg, J., Towers, N. (2007). Creating agile supply networks in the fashion industry: A pilot study of the European textile and clothing industry. *Journal of the Textile Institute*, 98 (4), 377-386.

Biazzo, S., Panizzolo, R. (2000). The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker's perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, 11 (1), 6-15.

9. Bibliografía

- Bikfalvi, A., Jäger, A., Lay, G. (2014). The incidence and diffusion of teamwork in manufacturing-Evidences from a Pan-European survey. *Journal of Organizational Change Management*, 27 (2), 206-231.
- Bizzi, L., Langley, A. (2012). Studying processes in and around networks. *Industrial Marketing Management*, 41 (2), 224-234.
- Black, S. E., Lynch, L.M. (2001). How to compete: the impact of workplace practices and information technology on productivity. *Review of Economics and Statistics*, 83 (3), 434-445.
- Blundell, R., Bond, S. (2000). GMM estimation with persistent panel data: an application to production functions. *Econometric Reviews*, 19 (3), 321-340.
- Bollen, K., Lennox, R. (1991). Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological Bulletin*, 110 (2), 305-314.
- Bortolotti, T., Danese, P., Romano, P. (2013). Assessing the impact of just-in-time on operational performance at varying degrees of repetitiveness. *International Journal of Production Research*, 51 (4), 1117-1130.
- Boyer, R. (2005). Coherence, diversity, and the evolution of capitalisms—the institutional complementarity hypothesis. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 2 (1), 43-80.
- Bragdon, J., Marlin J. (1972). Is pollution profitable? *Risk Management*, April, 9-18.
- Brown, S., Bessant, J. (2003). The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing-an exploratory study. *International Journal of Operations & Production Management*, 23 (7), 707-730.
- Browning, T. R., Heath, R. D. (2009). Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program. *Journal of Operations Management*, 27 (1), 23-44.
- Bruce, M., Daly, L., Towers, N. (2004). Lean or agile: a solution for supply chain management in the textiles and clothing industry? *International Journal of Operations & Production Management*, 24 (2), 151-170.
- Brusoni, S., Prencipe, A., Pavitt, K. (2001). Knowledge specialization, organizational coupling, and the boundaries of the firm: why do firms know more than they make? *Administrative Science Quarterly*, 46 (4), 597-621.
- Bruun, P., Mefford, R. N. (2004). Lean production and the Internet. *International Journal of Production Economics*, 89 (3), 247-260.

9. Bibliografía

- Brynjolfsson, E., Hitt, L. (1996). Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Science*, 42 (4), 541-58.
- Cagliano, R., Caniato, F., Spina, G. (2006). The linkage between supply Chain integration and manufacturing improvement programmes. *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (3), 282–299.
- Camuffo, A., Romano, P., Vinelli, A. (2001). Back to the future: Benetton transforms its global network. *Sloan Management Review*, Fall, 46-52.
- Candace, Y. Y., Ngai, E. W. T., Moon, K-L. (2011). Supply chain flexibility in an uncertain environment: exploratory findings from five case studies. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16 (4), 271-283.
- Carvalho, H., Cruz-Machado, V. (2011). Integrating Lean, Agile, Resilience and Green Paradigms. In P. Li (Ed.), *Supply Chain Management*: 27-36.
- Chiocca, D., Guizzi, G., Murino, T., Revetria, R., & Romano, E. (2012). A methodology for supporting lean healthcare. In W. Ding, H. Jiang, M. Ali, M. Li (Eds.), *Modern Advances in Intelligent Systems and Tools*: 93-99. New York: Springer Berlin Heidelberg.
- Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B., Gill, C. (2006). The effects of lean production on worker job stress. *International journal of operations & production management*, 26(9), 1013-1038.
- Cooney, R. (2002). Is “lean” a universal production system? Batch production in the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (10), 1130-1147.
- Carr, N.G. (2003). IT Doesn't Matter. *Harvard Business Review*, May, pp 41-49.
- Carr, N.G. (2004). *Does IT matter? Information technology and the corrosion of competitive advantage*. Boston: Harvard Business School Press.
- Cenfetelli, R. T., Bassellier, G. (2009). Interpretation of formative measurement in information systems research. *Management Information Systems Quarterly*, 33 (4), 689-707.
- Chan, H. K., Chiou, T. Y., Lettice, F. (2012). A conceptual model for greening a supply chain through greening of suppliers and green innovation. In *Supply Chain Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*: 302-315. USA: Information Resources Management Association.
- Cheng, Y. T., Van de Ven, A. H. (1996). Learning the innovation journey: order out of chaos? *Organization Science*, 7 (6), 593-614.

9. Bibliografía

- Chin, W. W. (1998). The Partial Least Squares Approach for Structural Equation Modeling. In G. A. Marcoulides (Ed.), *Modern Methods for Business Research*: 295-336. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chin, W. W. (2010). How to write up and report PLS analyses. In V. Esposito Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler, H. Wang (Eds.), *Handbook of partial least squares: Concepts, methods and applications*: 655–690. Berlin: Springer-Verlag.
- Christmann, P. (2000). Effects of “best practices” of environmental management on cost advantage: The role of complementary assets. *Academy of Management Journal*, 43 (4), 663-680.
- Christopher, M., Towill, D.R. (2000). Supply Chain migration from lean and functional to agile and customized". *Supply Chain Management: An International Journal*, 5 (4), 206-213.
- Christopher, M., Peck, M. (2004). Building the Resilient Supply Chain. *International Journal of Logistics Management*, 15 (2), 1-14.
- Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128–152.
- Connolly, C. (2004). Optical inspection tools for the automotive industry. *Sensor Review*, 24 (4), 347-352.
- Cooney, R. (2002). Is Lean a Universal Production System? Batch Production in the Automotive Industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (9), 1130-1147.
- Cordeiro, J., Sarkis, J. (1997). Environmental proactism and firm performance: evidence from security analyst forecasts. *Business Strategy and Environment*, 6 (2), 104–114.
- Coriat, B. (2000). The “abominable Ohno Production System.” Competences, monitoring, and routines in Japanese production systems. En G. Dosi, R. Nelson, S. Winter (Eds.), *The nature and dynamics of organizational capabilities*: 213-243. Oxford: Oxford University Press.
- Coriat, B., Dosi, G. (1999). Learning how to govern and learning how to solve problems: on the co-evolution of competences, conflicts, and organizational routines. En A.D. Chandler, P. Hagstrom, O. Sölvell, *The Dynamic Firm: The Role of Technology, Strategy, Organization and Regions*. Oxford: Oxford University Press.
- Coriat, B., Weinstein, O. (1995). Les nouvelles théories de l’entreprise. Edición consultada (en español): Coriat, B., Weinstein, O. (2011). *Nuevas teorías de la empresa: una revisión crítica*. Buenos Aires: Lenguaje Claro Editora.

9. Bibliografía

- Coriat, B., O. Weinstein (1998). *Sur la Théorie Evolutionniste de la Firme, Apports et Apories*. Working Paper, CREI, University of Paris XIII.
- Cottyn, J., Van Landeghem, H., Stockman, K., Derammelaere, S. (2011). A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. *International Journal of Production Research*, 49 (14), 4397-4413.
- Cox, A., Chicksand, D. (2005). The Limits of Lean Management Thinking: Multiple Retailers and Food and Farming Supply Chains. *European Management Journal*, 23(6), 648-662.
- Cuatrecasas, L., Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial.
- Cusumano, M. A. (1994). The Limits of "Lean". *Sloan Management Review*, 35, 27-32.
- Damanpour, F. (1992). Organizational size and innovation. *Organization Studies*, 13 (3), 375-402.
- Danese, P., Romano, P., Bortolotti, T. (2012). JIT production, JIT supply and performance: investigating the moderating effects. *Industrial Management & Data Systems*, 112 (3), 441-465.
- Dedrick, J., Gurbaxani, V., Kraemer, K.L. (2003). Information technology and economic performance: a critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys*, 35 (1), 1-28.
- Delbridge, R., Lowe, J., Oliver, N. (2000). Shopfloor responsibilities under lean teamworking. *Human Relations*, 53 (11), 1459-1479.
- Dewett, T., Jones, G. R. (2001). The role of information technology in the organization: a review, model, and assessment. *Journal of Management*, 27 (3), 313-46.
- Diamantopoulos, A., Winklhofer, H. (2001). Index construction with formative indicators: An alternative to scale development. *Journal of Marketing Research*, 38, 269-277.
- Dooley, K. J., Van de Ven, A. H. (1999). Explaining complex organizational dynamics. *Organization Science*, 10 (3), 358-372.
- Docampo-Gómez F. (2008). *50 años de Jealsa*. Jealsa Rianxeira, Boiro.
- Dosi, G. (1984). *Technical change and industrial transformation-the theory and an application to the semiconductor industry*. UK: Macmillan.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 26 (3), 1120-1171.
- Dosi, G. (1991). Una reconsideración de las condiciones y los modos del desarrollo: una perspectiva "evolucionista" de la innovación, el comercio y el crecimiento. *Pensamiento iberoamericano*, 20, 167-192.

9. Bibliografía

- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. L. (1988). *Technical change and economic theory*. UK: Pinter Publishers.
- Dosi, G. , Marengo, L. (1994). Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competences. In R.W. England (Ed.), *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*: 157-78. USA: University of Michigan Press.
- Dosi, G., Marengo, L. (2000). Some elements of an evolutionary theory of organizational competences. *The Theory of the Firm: Critical Perspectives on Business and Management*, 4.
- Dosi, G., Teece, D., Winter, S. (1990). Toward a theory of corporate coherence. Mimeo, March 1990.
- Duclos, L. K., Vokurka, R.J., Lummus, R.R. (2003). A conceptual model of supply chain flexibility. *Industrial Management & Data Systems*, 103 (6), 446–456.
- Dües, C. M., Tan, K. H., Lim, M. (2013). Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 40, 93-100.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R., Lowe, A. (2002). *Management Research: An Introduction*, 2nd edition. London: Sage Publications.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Making fast strategic decisions in high-velocity environments. *Academy of Management Journal*, 32 (3), 543-576.
- Eisenhardt, K.M., Graebner, M.E., 2007. Theory building from cases: opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50 (1), 25–32.
- Elkington, J. (2004). Enter the triple bottom line. In A. Henriques, J. Richardson, J. (Eds), *The triple bottom line: Does it all add up?:* 1-16. London: Ed Earthscan.
- Emiliani, B. (2008). The Equally Important “Respect for People” Principle Real Lean: The Keys to Sustaining Lean Management, Vol 3. Wethersfield: The Center for Lean Business Management.
- Emiliani, M. L. (1998). Lean behaviors. *Management Decision*, 36(9), 615-631.
- Emiliani, M. L. (2006). Origins of lean management in America. *Journal of Management History*, 12 (2), 167-184.
- Emiliani, M. L., Stec, D. J. (2005). Leaders lost in transformation. *Leadership & Organization Development Journal*, 26 (5), 370-387.
- Emiliani, B., Stec, D., Grasso, g L., Stodder, J. (2007). *Better Thinking, Better Results: Case Study and Analysis of an Enterprise-Wide Lean Transformation*. Wethersfield: The Center for Lean Business Management.

9. Bibliografía

- Falk, M. (2005). ICT-linked firm reorganisation and productivity gains. *Technovation*, 25 (11), 1229-1250.
- Falk, R. F., Miller, N. B. (1992). *A primer for soft modeling*. Akron: University of Akron.
- Fane, G., Vaghefi, M., Van Deusen, C., Woods, L. (2003). Competitive advantage the Toyota way. *Business Strategy Review*, 14 (4), 51-60.
- Feitzinger, E., Lee, H.L. (1997). Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement. *Harvard Business Review*, Jan.–Feb., 116–121.
- Felin, T., Foss, N. J. (2004). *Organizational Routines A Sceptical Look*. Druid Working Paper No. 04-13, Copenhagen Business School.
- Ferdows, K., Lewis, M., Machuca, J. (2004). Rapid-Fire Fulfillment. *Harvard Business Review*, 82 (11), 104-110.
- Ferdows, K., de Meyer, A. (1990). Lasting improvements in manufacturing performance: in search of a new theory. *Journal of Operations Management*, 9 (2), 168-184.
- Fisher, M.L. (1997). What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review*, March–April, 105–116.
- Florida, R. (1996). Lean and green: the move to environmentally conscious manufacturing. *California Management Review*, 39 (1), 80–105.
- Fornell, C., Larcker, D.F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18 (1), 39–50.
- Fortuny-Santos, J., Cuatrecasas-Arbós, L., Cuatrecasas-Castellsaques, O., Olivella-Nadal, J. (2008). Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales. *Universia Business Review*, 20, 28-41.
- Forza, C. (1996). Work organization in lean production and traditional plants: what are the differences? *International Journal of Operations & Production Management*, 16 (2), 42-62.
- Foss, K., Foss, N. J., Vázquez, X. H. (2006). 'Tying the manager's hands': constraining opportunistic managerial intervention. *Cambridge Journal of Economics*, 30 (5), 797-818.
- Franchetti, M., Bedal, K., Ulloa, J., Grodek, S. (2009). Lean and green-industrial engineering methods are natural stepping stones to green engineering. *Industrial Engineer*, 41 (9), 24.
- Fujimoto, T. (1994). *Reinterpreting the Resource-Capability View of the Firm: A Case of the Development-Production Systems of the Japanese Auto Makers*. Discussion Paper 94-F-20, Tokyo University Faculty of Economics. In *Dynamic Firm*, forthcoming from Oxford University Press.

9. Bibliografía

- Fujimoto, T. (1996). *An evolutionary process of Toyota's final assembly operations. The role of ex-post dynamic capabilities*. Discussion Paper 96-J-11, Faculty of Economics, University of Tokyo.
- Fujimoto, T. (1999). *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. Oxford: Oxford University Press.
- Fujimoto, T. (2000). Evolution of manufacturing systems and ex post dynamic capabilities: a case of Toyota's final assembly operations. In G. Dosi, R. Nelson, S. Winter (Eds.), *The nature and dynamics of organizational capabilities*: 244-280. Oxford: Oxford University Press.
- Fullerton, R. R., McWatters, C. S., Fawson, C. (2003). An examination of the relationships between JIT and Industrial Performance. *Journal of Operations Management*, 21 (4), 383–404.
- Furrer, O., Tjemkes, B., Henseler, J. (2012). A model of response strategies in strategic alliances: a PLS analysis of a circumplex structure. *Long Range Planning*, 45 (5), 424-450.
- Gajewski, M. (2014). Evolution of the "Respect for People" Principle in Progressive Management (Doctoral dissertation, Central Connecticut State University).
- Galeazzo, A., Furlan, A., Vinelli, A. (2014). Lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention projects. *Journal of Cleaner Production*, 85, 191-200.
- Galve, C., Ortega, R. (2000). Equipos de trabajo y performance: un análisis empírico a nivel de planta productiva. *Management*, 3 (4), 111-134
- Gamallo, R. N. (2006). As Empresas conserveiras e o mercado mundial do atún. *Revista galega de economía: Publicación Interdisciplinar da Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais*, 15(1), 149-168.
- Gavidia, J. V., Martínez, J. L. (2007). Dos alternativas de organización de la cadena de suministros con una orientación al mercado: Benetton frente a Inditex. *Revista de Empresa*, (19), 48-57.
- George, M.L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma with Lean Production Speed*, McGraw Hill, New York, NY.
- Gerbing, D. W., Anderson, J. C. (1988). An Updated Paradigm for Scale Development Incorporating Unidimensionality and its Assessment. *Journal of Marketing Research*, 25 (2) 186-192.
- Gerstlberger, W., Præst Knudsen, M., Stampe, I. (2014). Sustainable development strategies for product innovation and energy efficiency. *Business Strategy and the Environment*, 23 (2), 131-144.

9. Bibliografía

- Gilley, K., Worrell, D., El-Jelly, A. (2000). Corporate environmental initiatives and anticipated firm performance: the differential effects of process-driven versus product-driven greening initiatives. *Journal of Management*, 26 (6), 1199-216.
- Glaser, B., Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory*. Hawthorne: Aldine Publishing Company.
- Goldratt, E. (1990). *The Theory of Constraints*, North River Press, New York, NY.
- González-Benito, J., González-Benito, Ó. (2005). Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis. *Omega*, 33(1), 1-15.
- González-Benito, J., González-Benito, O. (2006). A review of determinant factors of environmental proactivity. *Business Strategy and the Environment*, 15, 87–102.
- González-Benito, J., González-Benito, Ó. (2008). Operations management practices linked to the adoption of ISO 14001: An empirical analysis of Spanish manufacturers. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 60-73.
- González-Benito, J. (2007). Information technology investment and operational performance in purchasing: The mediating role of supply chain management practices and strategic integration of purchasing. *Industrial Management y Data Systems*, 107 (2), 201-228.
- Gouldner, A. (1960). The norm of reciprocity: a preliminary statement. *American Sociological Review*, 25, 161–178.
- Graham, J. R., Harvey, C. R., Rajgopal, S. (2005). The Economic Implications of Corporate Financial Reporting. *Journal of Accounting and Economics*, 40 (1-3), 3–73.
- Grant, R. M. (1996). *Dirección estratégica*. Madrid: Civitas
- Green, F. (2004). Why has work effort become more intense? *Industrial Relations*, 43, 709–741.
- Greenberg, J. (1990). Employee theft as a reaction to underpayment inequity: the hidden cost of pay cuts. *Journal of Applied Psychology*, 75, 561–568.
- Grossman, S. J., Hart, O. D. (1980). Takeover bids, the free-rider problem, and the theory of the corporation. *Bell Journal of Economics*, 11, 42–64.
- Gummesson, E. (2000). *Qualitative methods in management research*. London: Sage Publications.
- Gunasekaran, A., Patel, C., Tirtiroglu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 21 (1/2), 71-87.

9. Bibliografía

- Gupta, N. (1980). Some alternative definitions of size. *Academy of Management Journal*, 23 (4), 759-766.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis*, 7th. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hair, J. F., Hult, G., Ringle, C., Sarstedt, M. (2014). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. London: Sage Publications.
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Mena, J. A. (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40, 414–433.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., Sarstedt, M. (2013). Partial least squares structural equation modeling: Rigorous applications, better results and higher acceptance. *Long Range Planning*, 46 (1), 1-12.
- Halinen, A., Medlin, C. J., Törnroos, J. Å. (2012). Time and process in business network research. *Industrial Marketing Management*, 41 (2), 215-223.
- Hall, P. A., Soskice, D. (Eds.) (2001). *Varieties of capitalism: The institutional foundations of comparative advantage*. Oxford: Oxford University Press.
- Hallgren, M., Olhager, J. (2009). Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes. *International Journal of Operations y Production Management*, 29 (10), 976-999.
- Han, K., Mithas, S. (2013). Information technology outsourcing and non-IT operating costs: an empirical investigation. *MIS Quarterly*, 37 (1), 315-331.
- Handfield, R. B., Melnyk, S. A. (1998). The scientific theory-building process: a primer using the case of TQM. *Journal of Operations Management*, 16(4), 321-339.
- Hannan, M.T., Freeman, J. (1984). Structural Inertia and Organizational Change. *American Sociological Review*, 49 (2), 149-164.
- Hart, S. L. (1997). Beyond greening: strategies for a sustainable world. *Harvard Business Review*, 75 (1), 66-77.
- Hart, S., Ahuja, G. (1996). Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and Industrial Performance. *Business Strategy and the Environment*, 5, 30-37.

9. Bibliografía

- Heim, G., Peng, D. (2010). The impact of information technology use on plant structure, practices, and performance: an exploratory study. *Journal of Operations Management*, 28 (2), 144–162.
- Helm, S., Eggert, A., Garnefeld, I. (2010) Modeling the impact of corporate reputation on customer satisfaction and loyalty using partial least squares. In V. E. Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler, H. Wang (Eds), *Handbook of Partial Least Squares, Concepts, Methods and Applications*: 515-534. Berlin: Springer.
- Helmer, O. (1983). *Looking forward: a guide to future research*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Helper, S. (1991). How much has really changed between U.S. automakers and their suppliers? *Sloan Management Review*, 32, 15-28.
- Hemantha, Y. (2012). Indian consumers` perception of Spanish fashion brand Zara". *Advances in Management*, 5 (4), 52-58.
- Henriques, I., Sadorsky, P. (1999). The relationship between environmental commitment and managerial perceptions of stakeholder importance. *Academy of Management Journal*, 42 (1), 87-99.
- Henseler, J., Ringle, C. M., Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. *Advances in International Marketing*, 20, 277–320.
- Heras-Saizarbitoria, I., Molina-Azorín, J. F., Dick, G. P. (2011). ISO 14001 certification and Industrial Performance: selection-effect versus treatment-effect. *Journal of Cleaner Production*, 19 (1), 1-12.
- Hicks, B. (2007). Lean information management: understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27 (1–2), 233–249.
- Hill, C. W. L., Jones, G. R. (2001). *Strategic Management: An Integrated Approach*, Houghton Mifflin in cooperation with Means Business, Boston, MA.
- Hines, P., Holweg, M., Rich, N. (2004). Learning to evolve: a review of contemporary lean Thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24 (10), 994-1011
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data* (Vol. 54). Cambridge university press.
- Hodgson, G. M. (1998). Evolutionary and competence-based theories of the firm. *Journal of Economic Studies*, 25 (1), 25-56.

9. Bibliografía

- Hodgson, G. M., Knudsen, T. (2006). Why we need a generalized Darwinism, and why generalized Darwinism is not enough. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 61 (1), 1-19.
- Holmström, J., Tetzlaff, J. (2009). Enabling or Inhibiting? Exploring the impact of information technology on Lean manufacturing. *Journal of Information Technology Management*, 20 (2), 22-34.
- Hong, P., Roh, J (2009). Internationalization, product development and performance outcomes: a comparative study of 10 countries. *Research in International Business and Finance*, 23 (2), 169–180.
- Hormozi, A. M. (2001). Agile manufacturing: the next logical step. *Benchmarking*, 8 (2), 132–143.
- Houchens, N., Kim, C. S. (2014). The Application of Lean in the Healthcare Sector: Theory and Practical Examples. In N. Wickramasinghe, N. Al-Hakim, L. González, J. Tan (Eds.), *Lean Thinking for Healthcare*: 43-53. New York: Springer.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of Panel Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Huang, B. N., Hwang, M. J., Yang, C. W. (2008). Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: a dynamic panel data approach. *Ecological Economics*, 67 (1), 41-54.
- Huang, S. H., Dismukes, J. P., Mousalam, A., Razzak, R .B., Robinson D. E. (2003). Manufacturing Productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis. *International Journal of Production Research*, 41 (3), 513-527.
- Hwang, Y-D. (2006). The practices of integrating manufacturing execution systems and six sigma methodology. *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 31, 145-154.
- ILO (International Labour Organization) (2005). *Automotive industry trends affecting component suppliers*. Geneva: ILO,
- ISI, 2014. The European Manufacturing Survey. Retrieved August 20, 2014 from <http://www.isi.fraunhofer.de/isi-en/i/projekte/fems.php>.
- Jaccard, J., (2001): Interaction effects in logistic regression. Sage Publications, California.
- Jaccard, J.; Dodge, T., (2009). Analyzing contingent effects in regression models, in M. Hardy and A. Bryman (eds.), *The handbook of data analysis*. Sage Publications, California, pags. 237-258.

9. Bibliografía

Jaccard, J., Wan, C. K., Turrisi, R. (1990). The detection and interpretation of interaction effects between continuous variables in multiple regression. *Multivariate Behavioral Research*, 25(4), 467-478.

Jaeger, A., Matyas, K., Sihn, W. (2014). Development of an Assessment Framework for *Operations Excellence (OsE)*, based on the *Paradigm Change in Operational Excellence (OE)*. *Procedia CIRP*, 17, 487-492.

Jaffe, A., Peterson, S., Portney, P., Stavins, R. (1995). Environmental regulation and the competitiveness of US manufacturing: what does the evidence tell us? *Journal of Economic Literature*, 33 (1), 132-63.

James-Moore, S. M., Gibbons, A. (1997). Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(9), 899-911.

Jensen, R. (1982). *Adoption and diffusion* of an innovation of uncertain profitability. *Journal of Economic Theory*, 27 (1), 182-193.

Jin-Hai, L., Anderson, A. R., Harrison, R. T. (2003). The evolution of agile manufacturing. *Business Process Management Journal*, 9 (2), 170-189.

Judge, W. Q., Douglas, T. J. (1998). Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment. *Journal of Management Studies*, 35 (2), 241–262.

Karlsson, C., & Åhlström, P. (1996). The difficult path to lean product development. *Journal of Product Innovation Management*, 13(4), 283-295.

Katayama, H., Bennett, D. (1996). Lean Production in a changing competitive world: a Japanese perspective. *International Journal of Operations and Production Management*, 16 (1-2), 18-21.

Kidder, L., Judd, C.M. (1986). *Research Methods in Social Relations*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

King, A. A., Lenox, M. J. (2001). Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. *Production and Operations Management*, 10 (3), 244–256.

King, A. A., Lenox, M. J. (2002). Exploring the locus of profitable pollution reduction. *Management Science*, 48 (2), 289–299.

9. Bibliografía

- Kinkel, S., Kirner, E., Armbruster, H., Jäger, A. (2011). Relevance and innovation of production-related services in manufacturing industry. *International Journal of Technology Management*, 55 (3), 263-273.
- Kinney, M.R., Wempe, W.F. (2002). Further evidence on the extent and origins of JIT's profitability effects. *The Accounting Review*, 77 (1), 203–225.
- Klassen, R. D., Whybark, D. C. (1999). The impact of Environmental Technologies on manufacturing performance. *Academy of Management Journal*, 42 (6), 599-615.
- Klein, H. K., Myers, M. D. (1999). A set of principles for conducting and evaluating interpretive field studies in information systems. *MIS Quarterly*, 23 (1), 67-93.
- Kleindorfer, P.R., Singhal, K., Van Wassenhove, L.N. (2005). Sustainable operations management. *Production and Operations Management*, 14 (4), 482–492.
- Klevorick, A. K., Levin, R. C., Nelson, R. R., Winter, S. G. (1995). On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Policy*, 24, 185-205.
- Kornbluh, H., Crowfoot, J., Cohen-Rosenthal, E. (1989). Worker participation in energy and natural resource conservation. *International Labour Review*, 124 (6), 737–754.
- Kotani, S. (2008). Optimal method for changing the number of kanbans in the e-Kanban system and its applications. *International Journal of Production Research*, 45 (24), 5789–5809.
- Kotha, S., Swamidass, P (2000). Strategy, advanced manufacturing technology and performance: empirical evidence from US manufacturing firms. *Journal of Operations Management*, 18 (3), 257–277.
- Kouvelis, P., Chambers, Ch., Wang, H. (2006). Supply chain management research and production and operations management: review, trends, and opportunities. *Production and Operations Management*, 15 (3), 449-469.
- Kuehr, R. (2007). Environmental technologies—from misleading interpretations to an operational categorisation y definition. *Journal of Cleaner Production*, 15 (13), 1316-1320.
- Kura, K. M., Shamsudin, F. M., Chauhan, A. (2014). Mediating role of self-regulatory efficacy on the relationship between punishment certainty, punishment severity and organizational deviance. *Management Science Letters*, 4, 651-658.
- Lakatos, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes*. Cambridge: Cambridge University Press.

9. Bibliografía

Larson, T., Greenwood, R. (2004). Perfect complements: Synergies between lean production and eco-sustainability initiatives. *Environmental Quality Management*, 13 (4), 27-36.

Lee, H. L. (2004). The triple-A supply chain. *Harvard Business Review*, October, 1-11.

Legler, H., Frietsch, R. (2006). *Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen*, Studienzum deutschen Innovationssystem. *Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 22-2007, Hannover*.

Hamilton, A., Lewis, A., McCoy, M. A., Havice, E., Campling, L. (2011). *Market and Industry Dynamics in the Global Tuna Supply Chain*, Overseas Fisheries Cooperation Foundation.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Madrid: McGraw Hill.

Linderman, K., Schroeder, R. G., Choo, A., (2006). Six sigma: the role of goals in improvement teams. *Journal of Operations Management*, 24 (6), 779–790.

Link, S., Naveh, E. (2006). Standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits?" *IEEE Transactions on Engineering Management*, 53 (4), 508-19.

Linton, J. D., Klassen, R., Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: an introduction. *Journal of Operations Management*, 25 (6), 1075-1082.

Locke, K. (2001). *Grounded theory in management research*. London: Sage Publications.

López-Gamero, M. D., Molina-Azorín, J. F., Claver-Cortes, E. (2009). The whole relationship between environmental variables and Industrial Performance: Competitive advantage and firm resources as mediator variables. *Journal of Environmental Management*, 90 (10), 3110-3121.

Maccoby, M. (1997). Is there a best way to build a car? *Harvard Business Review*, Nov-Dec., 161-170.

MacDuffie, J. P. (1995). Human resource bundles and manufacturing performance: organizational logic and flexible production systems in the world auto industry. *Industrial and Labor Relations Review*, 48 (2), 197–221.

Martínez-Jurado, P.J., Moyano Fuentes, J. (2011). Lean Production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 17 (1), 137-157.

9. Bibliografía

- Martínez-Jurado, P. J., Moyano-Fuentes, J., Jerez-Gómez, P. (2014). Human resource management in Lean Production adoption and implementation processes: success factors in the aeronautics industry. *Business Research Quarterly*, 17 (1), 47-68.
- McAfee, A. (2002). The impact of enterprise information technology adoption on operational performance: an empirical investigation. *Production and Operations Management*, 11, 33-53.
- McGahan, A. M., Porter, M. E. (1997). How much does industry matter, really? *Strategic Management Journal*, 18 (summer special issue), 15-30.
- McLachlin, R. (1997). Management initiatives and just-in-time manufacturing. *Journal of Operations Management*, 15 (4), 271–292.
- Mahmood, M. A., Mann, G. J. (2000). Impacts of information technology investment on organizational performance. *Journal of Management Information Systems*, 17 (1), 3-10.
- Makadok, R. (2001). Toward a synthesis of the resource-based and dynamic-capability views of rent creation. *Strategic Management Journal*, 22 (5), 387-401.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2 (1), 71-87.
- Martínez Barreiro, A. (2008). Hacia un nuevo sistema de la moda. El modelo Zara. *Revista Internacional de Sociología*, LXVI (51), 105-122.
- Mason-Jones, R., Naylor, J. B., Towill, D. R. (2000). Engineering the leagile supply chain. *International Journal of Agile Manufacturing Systems*, 2 (1), 54–61.
- Mauri, A. J., Michaels, M. P. (1998). Firm and industry effects within strategic management: An empirical examination. *Strategic Management Journal*, 19 (3), 211-219.
- McCutcheon, D. M., Meredith, J. R. (1993). Conducting case study research in operations management. *Journal of Operations Management*, 11 (3), 239-256.
- McKone, K. E., Schroeder, R. G., Cua, K. O. (1999). Total productive maintenance: a contextual view. *Journal of Operations Management*, 17 (2), 123–144.
- McLachlin, R. (1997). Management initiatives and just-in-time manufacturing. *Journal of Operations Management*, 15 (4), 271–292.
- Melnyk, S. A., Sroufe, R. P., Calantone, R. J. (2003). Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management*, 21 (3), 329–351.

9. Bibliografía

- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83 (6), 662-673.
- Melville, N., Gurbaxani, V., Kraemer, K. (2007). The productivity impact of information technology across competitive regimes: the role of industry concentration and dynamism. *Decision Support Systems*, 43 (1), 229–242.
- Menguc, B., Ozanne, L. K. (2005). Challenges of the “green imperative”: a natural resource-based approach to the environmental orientation–business performance relationship. *Journal of Business Research*, 58 (4), 430-438.
- Menon, N. M., Lee, B., Eldenburg, L. (2000). Productivity of information systems in the healthcare industry. *Information Systems Research*, 11 (1), 83-92.
- Miles, M., Covin, J. (2000). Environmental marketing: a source of reputational, competitive and financial advantage. *Journal of Business Ethics*, 23 (3), 299-311.
- Miles, M. B., Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. London: Sage Publications.
- Mintzberg, H. (1983). *Power in and around organizations*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Mintzberg, H., Waters, J. A. (1985). Of strategies, deliberate and emergent. *Strategic Management Journal*, 6 (3), 257-272.
- Mo, J. P. (2009). The role of lean in the application of information technology to manufacturing. *Computers in Industry*, 60 (4), 266-276.
- Molina-Azorín, J. F., Claver-Cortés, E., Pereira-Moliner, J., Tarí, J. J. (2009). Environmental practices and Industrial Performance: an empirical analysis in the Spanish hotel industry. *Journal of Cleaner Production*, 17 (5), 516-524.
- Mollenkopf, D., Stolze, H., Tate, W. L., Ueltschy, M. (2010). Green, lean, and global supply chains. *International Journal of Physical Distribution y Logistics Management*, 40 (1/2), 14-41.
- Monden, Y. (1983). *Toyota production system: practical approach to production management*. Industrial Engineering & Management Press.
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*, 4th edition. United States of America: CRC Press.
- Montabon, F., Sroufe, R., Narasimhan, R., (2007). An examination of corporate reporting, environmental management practices and Industrial Performance. *Journal of Operations Management*, 25 (5), 998–1014.

9. Bibliografía

Moschella, D. C. (1997). *Waves of Power: The Dynamics of Global Technology Leadership, 1964-2010*. New York: American Management Association.

Moyano-Fuentes, J., Martínez-Jurado, P. J., Maqueira Marín, J. M., Bruque Cámara, S. (2012). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la búsqueda de la eficiencia: un análisis desde Lean Production y la integración electrónica de la cadena de suministro. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 15 (3), 105-116.

Moyano-Fuentes, J., Sacristán-Díaz, M. (2012). Learning on lean: a review of thinking and research. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(5), 551-582.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press.

Nakao, Y., Amano, A., Matsumura, K., Genba, K., Nakano, M. (2007). Relationship between environmental performance and financial performance: an empirical analysis of Japanese corporations. *Business Strategy and the Environment*, 16(2), 106-118.

Narasimhan, R., Swink, M., Kim, S. W. (2006). Disentangling leanness and agility: an empirical investigation. *Journal of Operations Management*, 24, 440-447.

Naylor, J. B., Naim, M. M., Berry, D. (1999). Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *International Journal of Production Economics*, 62 (1), 107-118.

Nelson, R. R., Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic behavior and capabilities*. Cambridge: Harvard University Press.

Neter, J., Wasserman, W., Kutner, M.H. (1990). *Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental design*. Illinois: Richard D. Irwin.

Nishitani, K., Kaneko, S., Hidemichi, F., Komatsu, S. (2011). Effects of the reduction of pollution emissions on the economic performance of firms: an empirical analysis focusing on demand and productivity. *Journal of Cleaner Production*, 19, 1956-1964.

North, D. (2010). *Understanding the process of economic change*. New Jersey: Princeton University Press.

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.

Oliver, R. K., Webber, M. D. (1992). Supply-Chain Management: Logistics Catches Up with Strategy. In M.G. Christopher (Ed.) (1992), *Logistics, the Strategic Issue*. London: Chapman and Hall.

9. Bibliografía

- Osterman, P. (2000). How common is workplace transformation and who adopts it? *Industrial and Labor Relations Review*, 47, 179–196.
- Ouchi, W. (1980). Markets, bureaucracies and clans. *Administrative Science Quarterly*, 25, 129–141.
- Pagès, J. L., Bikfalvi, A., de Castro Vila, R. (2010). The use and impact of technology in factory environments: evidence from a survey of manufacturing industry in Spain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47 (1-4), 181-190.
- Pandya, K. V., Boyd, J. (1995). Appraisal of JIT using financial measures. *International Journal of Operations and Production Management*, 15 (9), 200-209.
- Peneder, M. (2010). Technological regimes and the variety of innovation behaviour: Creating integrated taxonomies of firms and sectors. *Research Policy*, 39(3), 323-334.
- Phillips, L. W. (1981). Assessing measurement error in key informant reports: a methodological note on organization analysis in marketing. *Journal of Marketing Research*, 18 (4), 395–415.
- Pil, F. K., MacDuffie, J. P. (1996). The adoption of high-involvement work practices. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 35 (3), 423-455.
- Pil, F. K., Rothenberg, S. (2003). Environmental performance as a driver of superior quality. *Production and Operations Management*, 12(3), 404-415.
- Piñeiro-García, M. P., Quintás M. A., Caballero, G. (2009). Incidencia de la proactividad medioambiental en el rendimiento de las empresas constructoras españolas. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 18 (2), 79-106.
- Pisano, G. P. (1994). Knowledge, integration, and the locus of learning: An empirical analysis of process development. *Strategic Management Journal*, 15 (S1), 85-100.
- Piszczalski, M. (2000). Lean vs. information systems. *Automotive Manufacturing and Production*, 112 (8), 26–28.
- Poesche, J. (2002). Agile manufacturing strategy and business ethics. *Journal of Business Ethics*, 38 (4), 307-326.
- Pons, M., Bikfalvi, A., Llach, J., Palcic, I. (2013). Exploring the impact of energy efficiency technologies on manufacturing Industrial Performance. *Journal of Cleaner Production*, 52, 134-144.
- Porter, M. E., van der Linde, C. (1995a). Green and competitive: ending the statement. *Harvard Business Review*, 73 (5), 120–134.

9. Bibliografía

Porter, M. E.; van der Linde, C. (1995b). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9 (4), 97-118.

Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.

Powell, D. (2013). ERP systems in lean production: new insights from a review of lean and ERP literature. *International Journal of Operations & Production Management*, 33 (11/12), 1490-1510.

Powel, T.C. (1995). Total quality management as competitive advantage: a review and empirical study. *Strategic Management Journal*, 16, 15-37.

Pratt, M. G. (2009). For the lack of a boilerplate: Tips on writing up (and reviewing) qualitative research. *Academy of Management Journal*, 52 (5), 858-862.

Preacher, K. J., Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, 40 (3), 879–891.

Prince, J., Kay, J. M. (2003). Combining lean and agile characteristics: creation of virtual groups by enhanced production flow analysis. *International Journal of Production Economics*, 85 (3), 305-318.

Qrunfleh, S., Tarafdar, M. (2014). Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and Industrial Performance. *International Journal of Production Economics*, 147, 340-350.

Qudrat-Ullah, H., Seong, B. S., Mills, B. L. (2012). Improving high variable-low volume operations: an exploration into the lean product development. *International Journal of Technology Management*, 57(1), 49-70.

Ray, G., Muhanna, W. A., Barney, J. B. (2005). Information technology and the performance of the customer service process: A resource-based analysis. *Mis Quarterly*, 29 (4), 625-652.

Reed, R., de Fillippi, R.J. (1990). Causal ambiguity, barriers to imitation, and sustainable competitive advantage. *Academy of Management Review*, 15 (1), 88-102.

Reinartz, W., Haenlein, M., Henseler, J. (2009). An empirical comparison of the efficacy of covariance-based and variance-based SEM. *International Journal of Research in Marketing*, 26 (4), 332–344.

Rialp, A., Rialp, J., Urbano, D., Vaillant, Y. (2005). The born-global phenomenon: A comparative case study research. *Journal of International Entrepreneurship*, 3 (2), 133-171.

9. Bibliografía

- Richards, C. W. (1996). Agile manufacturing: beyond lean? *Production and Inventory Management Journal*, 37, 60-64.
- Riezebos, J., Klingenberg, W., Hicks, C. (2009). Lean Production and information technology: Connection or contradiction? *Computers in Industry*, 60 (4), 237-247.
- Ringle, C. M., Wende, S., Will, A. (2005). Smart PLS 2.0 (beta). Germany: University of Hamburg.
- Del Río González, P. (2005). Analysing the factors influencing clean technology adoption: a study of the Spanish pulp and paper industry. *Business strategy and the environment*, 14(1), 20-37.
- Rodicio I., (2007) Mejora de los proceso de negocio desde el nivel de fabricación. *Automática e Instrumentación*, 384, pp. 78-82
- Roh, J. J., Kunnathur, A., Tarafdar, M. (2009). Classification of RFID adoption: an expected benefits approach. *Information and Management*, 46 (6), 357–363.
- Roldán, J. L., Sánchez-Franco, M. J. (2012). Variance-based structural equation modeling: Guidelines for using partial least squares in information systems research. In M. Mora, O. Gelman, A. L. Steenkamp, M. Raisinghani, *Research Methodologies, Innovations and Philosophies in Software Systems Engineering and Information Systems: 193-221*.
- Romano, P. (2009). How can fluid dynamics help supply chain management? *International Journal Production Economics*, 118, 463-472.
- Roodman, D. (2009). Practitioners' Corner: A Note on the Theme of Too Many Instruments. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 71 (1): 135–58.
- Rothenberg, S., Pil, F. K., Maxwell, J., (2001). Lean, green, and the quest for superior environmental performance. *Production and Operations Management*, 10 (3), 228–243.
- Rousseau, D. M. (1989). Psychological and implied contracts in organizations. *Employee Responsibilities and Rights Journal*, 2 (2), 121–39.
- Rousseau, D. M., Parks, J. M. (1992). The contracts of individuals and organizations. In B. M. Staw, L. L. Cummings (Eds), *Research in Organizational Behavior 15*. Connecticut: JAI Press.
- Saenz de Ugarte, B., Artiba, A., Pellerin, R. (2009). Manufacturing execution system – a literature review. *Production Planning and Control*, 20 (6), 525–539.
- Sahin, F. (2000). Manufacturing competitiveness: different systems to achieve the same results". *Production and Inventory Management Journal*, 41 (1), 56–65.

9. Bibliografía

- Saldanha, T. J., Melville, N. P., Ramirez, R., Richardson, V. J. (2013). Information systems for collaborating versus transacting: impact on manufacturing plant performance in the presence of demand volatility. *Journal of Operations Management*, 31 (6), 313-329.
- Sánchez-Rodríguez, C., Dewhurst, F. W., Martínez-Lorente, A. R. (2006). IT use in supporting TQM initiatives: an empirical investigation. *International Journal of Operations and Production Management*, 26 (5), 486–504.
- Sarkis, J., (1995). Supply chain management and environmentally conscious design and manufacturing. *International Journal of Environmentally Conscious Design and Manufacturing*, 4 (2), 43–52.
- Sawhney, R., Teeparakul, P., Aruna, B., Li, X. (2007). En-Lean: a framework to align lean and green manufacturing in the metal cutting supply chain. *International Journal of Enterprise Network Management*, 1 (3), 238-260.
- Schein, E.H. (1987). *Process Consultation, Volume II*. Massachusetts: Addison-Wesley.
- Shah, R., Goldstein, S. M., Ward, P. T. (2002). Aligning supply chain management characteristics and inter-organizational information system types: an exploratory study. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49 (3), 282–292.
- Shah, R., Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21 (2), 129–149.
- Shah, R., Ward, P.T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25 (4), 785–805.
- Shapiro, C., Stiglitz, J. E. (1984). Equilibrium unemployment as a worker discipline device. *The American Economic Review*, 74 (3), 433-444.
- Sharp, J. M., Irani, Z., Desai, S. (1999). Working towards agile manufacturing in the UK industry. *International Journal of Production Economics*, 62, 155–169.
- Sheridan, J. H. (2000). `Lean Sigma´ synergy. *Industry Week*, 249 (17), 81-82.
- Shingo, S. (1990). *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. London: Taylor&Francis.
- Shrivastava, P. (1995). Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 16 (Special issue, Summer), 183–200.
- Shrout, P. E., Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: new procedures and recommendations. *Psychological Methods*, 7 (4), 422-445.

9. Bibliografía

- Siggelkow, N. (2007). Persuasion with case studies. *Academy of Management Journal*, 50 (1), 20-24.
- Silverman, D. (2001). *Interpreting qualitative data: methods for analysing talk, text and interaction*. London: Sage Publications.
- Simon, H. A. (1951). A formal theory of the employment relationship. *Econometrica*, 19 (3), 293-305.
- Simons, D., Mason, R. (2003). Lean and green: doing more with less. *ECR Journal*, 3 (1), 84-91.
- Simpson, D. F., Power, D. J. (2005). Use the supply relationship to develop lean and green suppliers. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10 (1), 60-68.
- De Smet, R., Gelders, L. (1998). Using simulation to evaluate the introduction of a Kanban subsystem within an MRP-controlled manufacturing environment. *International Journal of Production Economics*, 56, 111-122.
- Solow, R. M. (1987). We'd better watch out. *New York Times Book Review*, July 12, 36.
- Sosik, J. J., Kahai, S. S., Piovoso, M. J. (2009). Silver bullet or voodoo statistics? A primer for using the partial least squares data analytic technique in group and organization research. *Group & Organization Management*, 34 (1), 5-36.
- Spear, S., Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota production system. *Harvard Business Review*, 77, 96-108.
- Stake, R. E (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Storhagen, N. G. (1998). Management and Flow Efficiency in Japan and Sweden-Prerequisites and Possibilities for implementing Just in Time. Linköping: Linköping University.
- Stratton, R., Warburton, R. D. (2003). The strategic integration of agile and lean supply. *International Journal of Production Economics*, 85 (2), 183-198.
- Strauss, A. L. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. Cambridge University Press.
- Strauss, A. L., Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research (Vol. 15)*. Newbury Park, CA: Sage.
- Stuart, I., McCutcheon, D., Handfield, R., McLachlin, R., Sampson, D. (2002). Effective case research in operations management: a process perspective. *Journal of Operations Management*, 20 (5), 419-433.
- Suarez, F., Cusumano, M., Fine, C. (1995). An empirical study of flexibility in manufacturing. *Sloan Management Review*, 37 (1), 25-32.

9. Bibliografía

- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The International Journal of Production Research*, 15 (6), 553-564.
- Sutton, R. I. (1997). Crossroads-the virtues of closet qualitative research. *Organization Science*, 8 (1), 97-106.
- Suzuki, Y. (2004). Structure of the Japanese Production System: Elusiveness and Reality. *Asian Business & Management*, 3, 201-219.
- Swank, C. K. (2003). The lean service machine. *Harvard Business Review*, 81 (10), 123-130.
- Swink, M., Narasimhan, R., Kim, S. W. (2005). Manufacturing practices and strategy integration: effects on cost efficiency, flexibility, and market-based performance. *Decision Sciences*, 36 (3), 427-457.
- Taylor, A., MacKinnon, D., Tein, J. (2008). Tests of the three-path mediated effect. *Organizational Research Methods*, 11 (2), 241-269.
- Teece, D. J. (1982). Towards an economic theory of the multiproduct firm. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 3 (1), 39-63.
- Teece, D. J. (1987) Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing, and Public Policy. In D. J. Teece (Ed.), *The competitive challenge*: 185-219. Cambridge: Ballinger Publishing.
- Teece, D. J. (1988). Technological Change and the Nature of the Firm. In G. Dosi, *et al.* (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publishers.
- Teece, D. J., Pisano, G., Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18 (7), 509-533.
- Tokatli, N. (2008). Global sourcing: insights from the global clothing industry –the case of Zara, a fast fashion retailer”. *Journal of Economic Geography*, 8, 21-38.
- Toyoda, E. (1983). Creativity, Challenge and Courage, Toyota Motor Corporation (citado en Liker, J.K. 2004).
- Treacy, M., Wiersema, F. (1993). Customer intimacy and other value disciplines. *Harvard Business Review*, 71 (1), 84-93.
- Tremosa, R., Trigo, J. (2003). La empresa textil española en el contexto europeo. *Boletín Económico del ICE*, 2768, 9-17.

9. Bibliografía

- De Treville, S., Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*, 24 (2), 99-123.
- Tseng, W. T., Dornyei, Z., Schmitt, N. (2006). A new approach to assessing strategic learning: The case of self-regulation in vocabulary acquisition. *Applied Linguistics*, 27, 78–102.
- Tu, Q., Vonderembse, M. A., Ragu-Nathan, T. S., Sharkey, T. W. (2006). Absorptive capacity: enhancing the assimilation of time-based manufacturing practices. *Journal of Operations Management*, 24 (5), 692–710.
- Turesky, E. F., Connell, P. (2010). Off the rails: understanding the derailment of a lean manufacturing initiative. *Organization Management Journal*, 7 (2), 110-132.
- Vachon, S. (2007). Green supply chain practices and the selection of environmental technologies. *International Journal of Production Research*, 45(18-19), 4357-4379.
- Vachon, S., Klassen, R. D. (2006). Extending green practices across the supply chain: the impact of upstream and downstream integration. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(7), 795-821.
- Vachon, S., Klassen, R.D. (2008). Environmental management and manufacturing performance: the role of collaboration in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 111 (1), 299–315.
- Vázquez, X. H. (2004). Allocating decision rights on the shop floor: A perspective from transaction cost economics and organization theory. *Organization Science*, 15 (4), 463-480.
- Vázquez, X. H. (2006). An eclectic explanation of shopfloor control using efficiency and power theories. *Organization Studies*, 27 (10), 1421-1446.
- Venkat, K., Wakeland, W. (2006). Is lean necessarily green? Proceedings of the 50th Annual Meeting of the ISSS-2006, Sonoma, USA.
- Villareal Larrinaga, O., Landeta Rodríguez, J. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 16 (3), 31-52.
- Vonderembse, M. A., Uppal, M., Huang, S. H.; Dismukes, J. P. (2006). Designing supply chains: towards theory development. *International Journal of Production Economics*, 100 (2), 223-238.
- Voss, C., Tsikriktsis, N., Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22 (2), 195–219.

9. Bibliografía

- Wacker, J. G. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management". *Journal of Operations Management*, 16 (4), 361–385.
- Wade, M., Hulland, J. (2004). Review: the resource-based view and information systems research: review, extension, and suggestions for future research. *MIS quarterly*, 28 (1), 107-142.
- Walley, P., Stephens, A., Bucci, G. (2006). *Evaluation of the lean approach to business management and its use in the public sector*. Edinburgh: Scottish Executive Social Research.
- Walley, N., Whitehead, B. (1994). It's not easy being green. *Harvard Business Review*, 72 (3), 46-52.
- Wan, H., Chen, F. F., Rivera, L. (2007). *Leanness score of value stream maps*. Proceedings of the 2007 Industrial Engineering Research Conference.
- Ward, P., Zhou, H. (2006). Impact of information technology integration and lean/ just-in-time practices on lead-time performance. *Decision Sciences*, 37 (2), 177–203.
- Watson, K., Klingenberg, B., Polito, T., & Geurts, T. G. (2004). Impact of environmental management system implementation on financial performance: A comparison of two corporate strategies. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 15(6), 622-628.
- De Weerd-Nederhof, P. C. (2001). Qualitative case study research. The case of a PhD research project on organising and managing new product development systems. *Management Decision*, 39 (7), 513-538.
- Werts, C. E., Linn, R. L., Jöreskog, K. G. (1974). Intraclass reliability estimates: Testing structural assumptions. *Educational and Psychological Measurement*, 34 (1), 25-33.
- Wilden, R., Gudergan, S. P., Nielsen, B. B., Lings, I. (2013). Dynamic capabilities and performance: strategy, structure and environment. *Long Range Planning*, 46 (1), 72-96.
- Williams, J., MacKinnon, D. P. (2008). Resampling and distribution of the product methods for testing indirect effects in complex models. *Structural Equation Modeling*, 15 (1), 23–51.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. USA: Mc Graw Hill Companies
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. *Journal of Econometrics*, 126, 25–51.
- Womack, J. P., Jones, D.T., Ross, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: MacMillan/ Rawson Associates.
- Womack, J., Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking*. London: Simon and Schuster.

9. Bibliografía

- Wood, S., Albanese, M. T. (1995). Can we speak of a high commitment management on the shop floor? *Journal of Management Studies*, 32 (2), 215-247.
- Woollard, F. G., Emiliani, B. (2009). *Principles of Mass and Flow Production*. Wethersfield: The CLBM, LLC, 55th Anniversary special reprint edition.
- Wright, R. T., Campbell, D. E., Thatcher, J. B., Roberts, N. (2012). Operationalizing multidimensional constructs in structural equation modeling: Recommendations for IS research. *Communications of the Association for Information Systems*, 30, 367–412 (Article 23).
- Yamashina, H. (2000). Challenge to world-class manufacturing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17 (2), 132-143.
- Yang, C., Lin, S., Chan, Y., Sheu, C. (2010). Mediated effect of environmental management on manufacturing competitiveness: an empirical study. *International Journal of Production Economics*, 123 (1), 210–220.
- Yang, M. G. M., Hong, P., Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on Industrial Performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129 (2), 251-261.
- Yang, T.M., Su, C.T. (2007). Application of hoshin kanri for productivity improvement in a semiconductor manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18 (6), 761-775.
- Yao, A. C., Carlson, J. G. (2003). Agility and mixed-model furniture production. *International Journal of Production Economics*, 81, 95-102.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and methods*, second edition. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Yin, R. K. (1998). The abridged version of case study research: design and method. In L. Bickman, D. J. Rog (Ed.), *Handbook of applied social research methods*: 229-259, Thousand Oaks: Sage Publications.
- Yin, R. K. (1999). Enhancing the quality of case studies in health services research. *Health Services Research*, 34, 1209–1224.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: design and methods*. Sage publications.
- Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Adeleye, E. O., Sivayoganathan, K. (2004). Agile supply chain capabilities: determinants of competitive objectives. *European Journal Operational Research*, 159, 379–392.

9. Bibliografía

Zeng, S. X., Meng, X. H., Yin, H. T., Tam, C. M., Sun, L. (2010). Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*, 18(10), 975-983.

Zhu, Q., Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22 (3), 265–289.

Zollo, M., Winter, S. G. (2002). Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities. *Organization Science*, 13 (3), 339-351.

9. Bibliografía

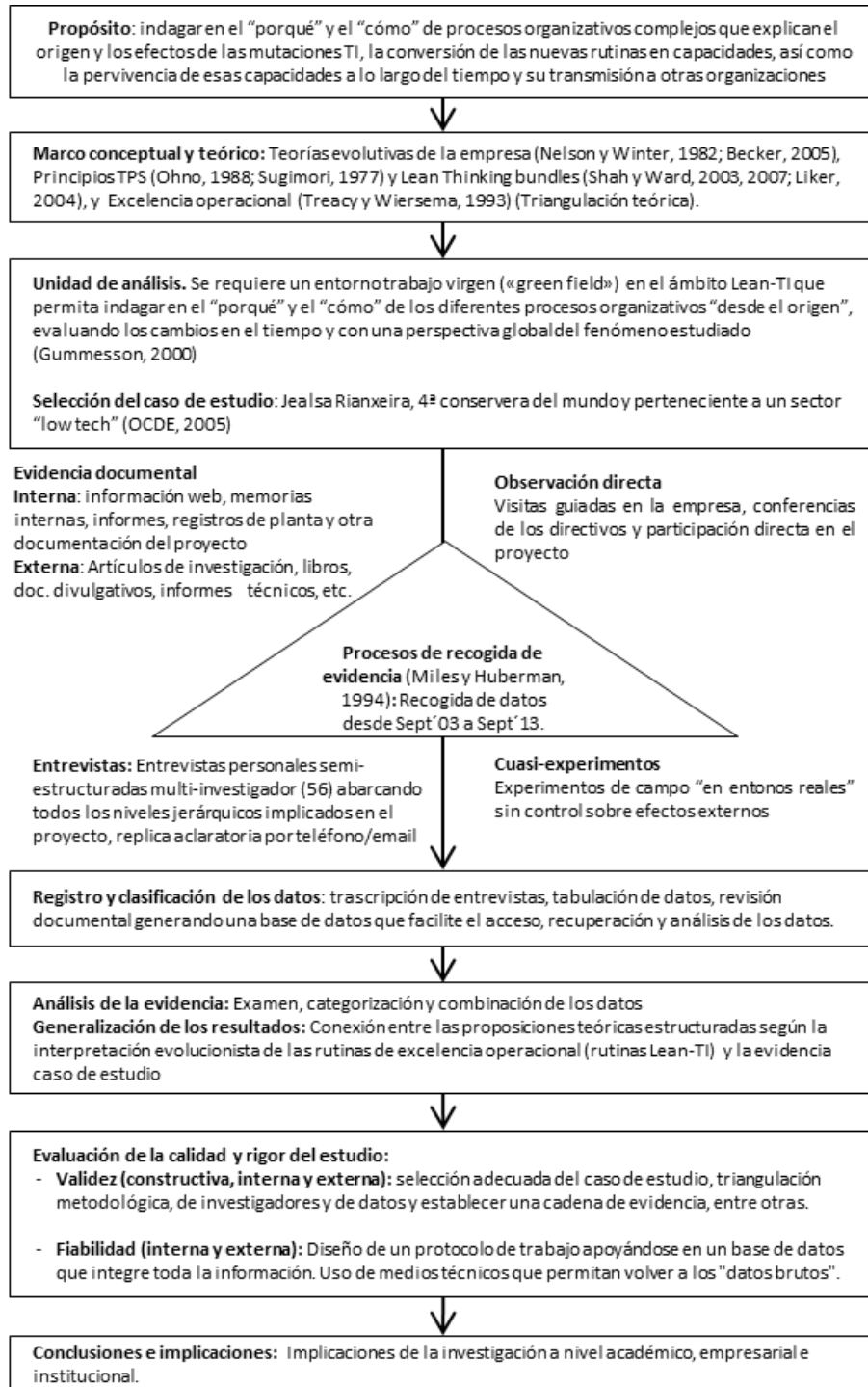
10. ANEXOS

10 ANEXOS

Se recoge en los Anexos la información utilizada en el Ensayo 1: “Una perspectiva evolucionista de las Tecnologías de la Información en la Excelencia Operacional: planificación, emergencia y aleatoriedad en el desarrollo de sistemas industriales adaptativos” que no será incluida en la versión final del artículo cuando se envíe al proceso de revisión para su publicación.

Los otros Artículos o bien no tienen anexos o, como en el caso del Ensayo 4: “Balancing offshoring and agility in “traditional Lean supply chains”: a grounded theory approach based on Benetton and Inditex organizational innovations”, se incluye como parte del propio artículo.

ANEXO 1. EJEMPLO DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA EN LOS ESTUDIOS DE CASO



Fuente: Elaboración propia a partir de Yin (1989, 1994, 1998) y Rialp et al. (2005)

ANEXO 2. VERSIÓN FINAL DEL GUION UTILIZADO EN LAS ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS¹

1. Datos del entrevistado

- Fecha cumplimentación:
- Nombre y apellidos: Cargo dentro de la organización:
- Relación con el proyecto Lean-TI:

2. Datos de la empresa/centro productivo

- Facturación total anual (balance consolidado) y facturación de su fábrica. Evolución los tres últimos años.
- Contribución a las ventas por marca (Rianxeira, Ecurís, otras, MMDD) y por mercado (nacional, internacional)
- Descripción del grupo. Empresas que lo conforman, marcas y volumen de fabricación por fábrica.
- Breve descripción del proceso de internacionalización. Principales objetivos e hitos.
- Número total de empleados medios (porcentaje de empleados de empresa de trabajo temporal)
- Porcentaje de personal dedicado a actividades de: Producción, Mantenimiento, I+D producto, Ingeniería, Mejora de proceso, PRRL.
- Costes de personal como porcentaje de facturación (incentivos incluidos). Evolución los tres últimos años.
- Estructura funcional de la empresa. Estructura del área industrial y del Dpto. TI
- SCM. ¿Cómo se distribuye la producción? ¿Cómo se gestiona la información?
- **Ratios de proceso (situación actual y evolución durante los tres últimos años):**
 - Retorno en ventas. Evolución los tres últimos años.
 - Grado de utilización de la capacidad
 - Tamaño de lote y tiempo medio de fabricación de su producto principal. Que volumen de facturación supone.
 - Ratio de órdenes de fabricación entregadas a tiempo

¹ Se incluye aquí la versión final del cuestionario realizado en la última ronda de entrevistas. Conforme fue avanzando el proyecto y se completaron las diferentes etapas de la implantación Lean-TI, las preguntas se fueron actualizado en cada una de las rondas atendiendo a la realidad de cada momento.

10. Anexos

- Ratio de productos “no conformes” (reprocesados o con problemas de calidad)
- Indique el nº de referencias vivas y como se distribuye el nivel de facturación.
- Costes de calidad respecto a la facturación. Evolución los tres últimos años.
- Indique que certificaciones posee (ISO 9000, ISO 14001, OHSAS 18000, UNE 166002, Modelo EFQM...)
- Gasto total en I+D+i respecto a la facturación. Evolución los tres últimos años. Impacto aproximado de las innovaciones sobre las ventas
- Amortización de maquinaria y bienes de equipo (terrenos y edificios excluidos)
- OEE, TEEP, Productividad Laboral
- Nivel de rotación de stocks

3. Estrategia, retos y objetivos.

- ¿Cuáles son principales los retos a los que se enfrenta la empresa: precios, personalización, calidad, time to market...?
- ¿Qué medidas se toman para atacar estos retos: deslocalización, Outsourcing, programas de mejora, formación, sistemas de información...?
- ¿Cuáles son los principales problemas a los que se enfrenta la empresa: dificultad en la previsión de la demanda, complejidad del producto/proceso, falta de organización/formación, gestión de la información ineficiente...?
- ¿Cuál es el recurso más utilizado para la mejora en el ámbito industrial: inversiones, mejoras organizativas o formación? ¿y en el área de negocio? Podía citar algún(os) ejemplos.
- ¿Cuál cree que es la actitud de la empresa (operarios, técnicos y dirección) hacia la innovación/mejora de procesos? ¿Y del sector?
- ¿Cuál cree que es la actitud de la empresa hacia la incorporación de TICs? ¿Y del sector?
- ¿Considera su empresa más orientada a la innovación de producto o mejora de proceso? Podía cita algún(os) ejemplos.
- ¿Introdujo su empresa bienes, servicios o procesos nuevos o mejorados de manera significativa en los últimos años? Cite algún ejemplo.
- ¿Qué iniciativas mejora continua ha emprendido en los últimos tres años: Lean Manufacturing, Six Sigma, TPM...? ¿Con qué objetivo?
- En los tres últimos años ¿qué importancia tuvieron los siguientes factores al dificultar sus actividades o proyectos de innovación: factores de coste, falta de conocimiento y/o formación, mercado, otros?

4. Cuestiones referentes al proyecto Lean

10. Anexos

- ¿Dispone la empresa de un responsable/equipo de mejora? ¿Tiene dedicación plena? ¿A qué Dpto. pertenece? ¿Cuál es su situación dentro del organigrama de la fábrica y la compañía?
- ¿Cuándo comienza el proceso de transformación Lean? ¿Con qué objetivo? ¿Por qué esta metodología?
- Describa las principales dificultades (al inicio) en la implantación del Lean Manufacturing: falta de apoyo de la dirección, inversión elevada, resistencia al cambio, falta de información, etc. ¿Y actualmente?
- ¿Cuál ha sido la principal fuente de aprendizaje? (interno, proveedores, consultoras, otros...) ¿Y en la implantación? ¿Ha realizado acuerdos de cooperación con otras empresas y/o instituciones?
- Describa el equipo de trabajo en el proyecto Lean (cargo, formación, edad, antigüedad en la empresa...) y su situación dentro del organigrama de la fábrica y la compañía ¿A quién reporta el responsable del proyecto? ¿Cómo se relaciona con el área TIC?
- Describa el grado de implantación por área. ¿Qué herramientas se han implantado? ¿Cuáles fueron los resultados? ¿Se mantienen en la actualidad? Cite algún ejemplo.
- ¿Qué resultados (cualitativos y cuantitativos) se obtuvieron con la transformación Lean? ¿Podría estimar el ROI de las iniciativas Lean? ¿Qué incidencia tuvieron en los resultados a nivel de negocio?
- Cite varias iniciativas Lean exitosas/fallidas ¿Cuál considera que fueron las causas?

5. Cuestiones referentes al proyecto TI

- ¿Cuándo comienzan a incorporarse sistemáticamente las TICs a las distintas áreas de negocio? ¿Con qué objetivo?
- Describa las principales dificultades (al inicio) en la implantación de las TICs: falta de apoyo de la dirección, inversión elevada, resistencia al cambio, falta de formación, etc. ¿Y actualmente?
- ¿Cuál ha sido la principal fuente de aprendizaje? (interno, proveedores, consultoras, otros...) ¿Y en la implantación? ¿Ha realizado acuerdos de cooperación con otras empresas y/o instituciones?
- ¿Dispone la empresa de un Dpto. TI? ¿Cuál es su composición? ¿Cuál es su estructura funcional? ¿Cuál es su situación dentro del organigrama de la fábrica y la compañía? ¿Lidera el proyecto TI? ¿Lidera el proyecto Lean-TI?
- Describa el equipo de trabajo en el proyecto TI (cargo, formación, edad, antigüedad en la empresa...) ¿A quién reporta el responsable del proyecto? ¿Cuál es la relación con el área Lean?
- Describa el grado de implantación por área. ¿Qué herramientas se han implantado? ¿Cuáles fueron los resultados? ¿Se mantienen en la actualidad? Cite algún ejemplo.
- Señale si utiliza alguna de las siguientes tecnologías (y grado de utilización):
 - Comercio electrónico
 - Software Enterprise Resource Planning (ERP)
 - Robots y Sist. automatizados de manipulación
 - RFID y/o sistemas EDI

10. Anexos

- Sistemas de almacenaje automatizado (WHS)
 - Sist. de visión artificial para control de calidad
 - MES (Manufacturing Execution System)
 - Sistemas GMAO y SPC
 - Pantallas de visualización de datos (PVDs)
- ¿Qué resultados (cualitativos y cuantitativos) se obtuvieron con la implantación de las TI a nivel de planta? ¿Podría estimar el ROI? ¿Qué incidencia tuvieron en los resultados a nivel de negocio?
 - Cite varias iniciativas Lean exitosas/fallidas ¿Cuál considera que fueron las causas?

Sobre el ERP

- ¿Cuál es el ERP de su compañía? ¿Cuándo se decide su implantación? ¿Qué empresa lo implantó? ¿Cuánto tiempo se ha invertido? ¿Cuántos usuarios tiene actualmente?
- ¿Quién formó parte del comité de decisión? ¿Qué Dpto. lideró el cambio y la implantación? ¿Hubo asesoramiento externo?
- Describa las principales dificultades (al inicio) en la implantación del ERP. ¿Y actualmente cuales son los principales retos?
- Describa brevemente el proceso de implantación ¿Con qué módulos se cuenta el ERP? ¿En qué áreas está implantado y en qué plantas?
- ¿Cómo describiría el nivel de integración y utilización del ERP por fábrica y área: producción, finanzas, compras y ventas, calidad... en la actualidad?
- Describa el nivel de integración con otros sistemas TI: MES, GMAO, SPC, Almacenes, EDI, etc.
- ¿Cuál es su nivel de satisfacción, como usuario, respecto al ERP? ¿Cómo cree que es el nivel de satisfacción de la compañía?
- ¿Qué resultados (cualitativos y cuantitativos) se obtuvieron con la implantación del ERP a nivel de planta/negocio? ¿Podría estimar el ROI?
- ¿Qué cosas deberían cambiarse si se volviese a realizar el proceso de adquisición e implantación de un ERP?

Sobre el MES

- ¿Cuál es el MES de su compañía? ¿Cuándo se decide su implantación? ¿Qué empresa lo implantó? ¿Cuánto tiempo se ha invertido? ¿Cuántos usuarios tiene actualmente?
- ¿Quién formó parte del comité de decisión? ¿Qué Dpto. lideró el cambio y la implantación? ¿Hubo asesoramiento externo?
- Describa las principales dificultades (al inicio) en la implantación del MES. ¿Y actualmente cuales son los principales retos?

10. Anexos

- Describa brevemente el proceso de implantación ¿De qué módulos/funcionalidades dispone el MES? ¿Cuál es el más utilizado?
- ¿Cómo describiría el nivel de integración y utilización del MES en la actualidad?
- La integración del ERP y el MES. ¿Cuándo confluyen ambas iniciativas, la industrial y la corporativa? ¿Motivos, problemas, objetivos industriales, sinergias, resultados obtenidos?
- ¿Cuál es su nivel de satisfacción, como usuario, respecto al MES? ¿Cómo cree que es el nivel de satisfacción de la compañía?
- ¿Qué resultados (cualitativos y cuantitativos) se obtuvieron con la implantación del MES a nivel de planta/negocio? ¿Y en la SCM? ¿Podría estimar el ROI?
- ¿Qué cosas cree que deberían cambiarse si se volviese a realizar el proceso de adquisición e implantación de un MES?

6. Cuestiones referentes al proyecto Lean-TI

- Las iniciativas Lean-TI nacen de forma conjunta o separada ¿Cuándo confluyen ambas iniciativas? ¿Qué objetivo(s) perseguía?
- Describa brevemente el proceso de integración Lean y TI (la secuencia y ritmo) ¿Cree que fue la secuencia adecuada? ¿Qué debería haberse cambiado?
- ¿Quién lideró/implantó este proyecto? ¿A qué Dpto. pertenece? ¿Cuál es su situación dentro del organigrama de la fábrica y la compañía?
- Describa las principales dificultades (al inicio) en la integración Lean-TI ¿Y actualmente?
- Describa el grado de implantación obtenido por fábrica y área. ¿Qué sinergias Lean-TI se han obtenido? ¿Cuáles fueron los resultados?
- ¿Qué resultados (cualitativos y cuantitativos) se obtuvieron con la utilización de las TICs en la transformación Lean a nivel de planta? ¿Qué incidencia tuvieron en los resultados a nivel de negocio?
- Cite varias iniciativas Lean-TI exitosas o que produjeron escasos/malos resultados ¿Cuál considera que fueron las causas? ¿Se mantienen en la actualidad?
- Comente la importancia de los siguientes objetivos para su empresa antes y después del proyecto Lean-TI: a) reducción de costes, mejora de la calidad, reducción de los plazos de entrega, aumento de la flexibilidad, incremento de la variedad. Cite ejemplos.
- Análisis del impacto del proyecto Lean-TI. Comparativa de diversos indicadores antes del inicio del proyecto y en la actualidad
 - EBITDA
 - Productividad Laboral
 - OEE global, TEEP
 - Nivel de rotación de stocks Grado de utilización de la capacidad
 - Tamaño de lote
 - Tiempo medio de fabricación,

10. Anexos

- Ratio de órdenes de fabricación entregadas a tiempo
- Ratio de productos “no conformes” (reprocesados o con problemas de calidad)
- Costes de calidad respecto a la facturación