



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

T e s i s

**La gestión de tecnología en empresas innovadoras
mexicanas.**

Que para obtener el grado de:

**Doctor en Ciencias de la
Administración**

Presenta: Enrique Alberto Medellín Cabrera

Tutor (Director de la tesis): Dr. Sergio Javier Jasso Villazul

México, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

T e s i s

**La gestión de tecnología en empresas innovadoras
mexicanas.**

Que para obtener el grado de:

**Doctor en Ciencias de la
Administración**

Presenta: Enrique Alberto Medellín Cabrera

**Comité Tutoral: Dr. Sergio Javier Jasso Villazul.
Dra. Nadima Simón Domínguez.
Dr. Vicente Borja Ramírez.**

México, D.F.

2010

Contenido

Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	viii
Resumen	xi
1. Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Innovación tecnológica y tipos de innovaciones.....	1
1.3 Innovación y desempeño innovador	4
1.3.1 Modelos y gestión de la innovación	4
1.3.2 Empresas innovadoras y gestión de tecnología.....	7
1.3.3 Desempeño innovador.....	9
1.3.4 Factores que influyen en el desempeño innovador	11
1.4 Justificación de la investigación	19
1.5 La pregunta de investigación	23
1.6 Alcance y objetivo de investigación.....	24
1.7 Hipótesis de trabajo	25
1.8 Estructura de la tesis	26
2. Gestión de tecnología y capacidad de innovación en la empresa	29
2.1 Contenido del capítulo	29
2.2 Propósito y modelos de gestión de tecnología	30
2.2.1 Significado y propósito de la gestión de tecnología	30
2.2.2 Modelos de gestión de tecnología	33
2.2.3 El modelo del Premio Nacional de Tecnología de México	38
2.2.4 Comparación entre modelos de gestión de tecnología	40
2.2.5 Qué sé entiende por gestión de tecnología en esta tesis.....	42
2.3 Gestión de tecnología en la empresa.....	42
2.3.1 Variables utilizadas en el análisis de la gestión tecnológica.....	42
2.3.2 Estrategia tecnológica	43
2.3.3 Estructura y organización de la gestión de tecnología	46
2.3.4 Procesos de gestión de tecnología	52
2.3.5 Gestores de tecnología.....	54
2.4 Capacidad de innovación de una empresa: definición y crítica	57
2.4.1 Capacidades tecnológicas	57
2.4.2 Diversos enfoques o modelos sobre capacidades tecnológicas	59
2.4.3 La capacidad de innovación en esta tesis.....	68
2.5 Condiciones y contexto para la innovación	73
2.6 Resultados de la gestión de tecnología	75
2.6.1 Indicadores de desempeño innovador	76
3. Estrategia de investigación	78
3.1 Contenido del capítulo	78
3.2 La estrategia de investigación.....	79
3.3 Unidad de análisis	81
3.4 Marco de investigación utilizado	82
3.4.1 Rasgos relevantes de la gestión de tecnología en la literatura	82
3.4.2 Aspectos metodológicos en la literatura sobre gestión de tecnología	85

3.4.3 Algunos marcos publicados de análisis organizacional.....	86
3.4.4 Algunos marcos propuestos para el análisis de la innovación	87
3.4.5 Marco analítico para la investigación utilizado en esta tesis	88
3.5 Los criterios para interpretar los hallazgos.....	96
3.6 Investigación empírica realizada: estudios de caso	97
3.7 La selección de los casos	98
3.8 Fuentes de evidencia empleadas	103
3.9 Recolección de la evidencia empírica	103
4. Cidec Carso: gestión colectiva e innovación sostenible y exitosa	106
4.1 Antecedentes.....	107
4.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología de Cidec Carso	109
4.3 Gestión de tecnología en Cidec Carso.....	111
4.3.1 Estrategia tecnológica de Cidec Carso	112
4.3.2 Estructura organizacional de Cidec Carso	114
4.3.3 Procesos de gestión de tecnología	119
4.3.4 Gestores de tecnología.....	122
4.4 Capacidad de innovación en Cidec Carso	124
4.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos.....	124
4.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías	129
4.4.3 Innovaciones producidas	130
4.5 Condiciones y contexto para la innovación en Cidec Carso	133
4.6 Resultados de la gestión de tecnología en Cidec.....	135
4.7 Conclusiones	137
5. Cebadas y Maltas: innovación de proceso y gestión tecnológica incipiente	141
5.1 Antecedentes.....	141
5.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología de Cebadas y Maltas.....	145
5.3 Gestión de tecnología en Cebadas y Maltas.....	147
5.3.1 Estrategia tecnológica de Cebadas y Maltas	147
5.3.2 Estructura organizacional de Cebadas y Maltas	151
5.3.3 Procesos de gestión de tecnología	155
5.3.4 Gestores de tecnología.....	156
5.4 Capacidad de innovación de Cebadas y Maltas	157
5.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos.....	157
5.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías	159
5.4.3 Innovaciones producidas	161
5.5 Condiciones y contexto para la innovación en Cebadas y Maltas	164
5.6 Resultados de la gestión de tecnología en CyM	164
5.7 Conclusiones	167
6. Innovamédica: innovación con base en tecnologías disruptivas.....	171
6.1 Perfil de Innovamédica SAPI de C.V.....	172
6.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología de Innovamédica.....	174
6.3 Gestión de tecnología en Innovamédica	175
6.3.1 Estrategia tecnológica de Innovamédica.....	175
6.3.2 Estructura organizacional de Innovamédica	179
6.3.3 Procesos de gestión de tecnología	181
6.3.4 Gestores de tecnología.....	182

6.4 Capacidad de innovación en Innovamédica.....	182
6.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos.....	183
6.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías	186
6.4.3 Innovaciones producidas	187
6.5 Condiciones y contexto para la innovación en Innovamédica	189
6.6 Resultados de la gestión de tecnología en Innovamédica.....	191
6.7 Conclusiones	193
7. Caismex: una empresa que no innova pero que busca renovarse	197
7.1 Breve perfil de Caismex.....	197
7.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología en Caismex	201
7.3 Gestión de tecnología en Caismex	201
7.3.1 Estrategia tecnológica de Caismex.....	201
7.3.2 Estructura organizacional de Caismex.....	203
7.3.3 Procesos de gestión de tecnología	203
7.3.4 Gestores de tecnología.....	204
7.4 Capacidad de innovación de Caismex	204
7.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos.....	204
7.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías	205
7.4.3 Innovaciones producidas	205
7.5 Condiciones y contexto para la innovación en Caismex.....	207
7.6 Resultados de la gestión de tecnología en Caismex.....	207
7.7 Conclusiones	208
8. Análisis de los estudios de caso	210
8.1 Observaciones preliminares y síntesis de hallazgos	211
8.2 Propósito y modelos de gestión de tecnología en las empresas	215
8.3 Gestión de tecnología en las empresas innovadoras.....	216
8.4 Capacidad de innovación mostrada	232
8.5 Condiciones y contexto para la innovación	238
8.6 Tipología de empresas según su gestión de tecnología	242
9. Conclusiones de la investigación	248
9.1 Introducción	248
9.2 Aportaciones analíticas de esta tesis	248
9.2.1 Tipología de empresas según su gestión de tecnología	248
9.2.2 Un modelo sobre cómo se gestiona tecnología en empresas innovadoras	249
9.3 Por qué se gestiona tecnología en las empresas innovadoras.....	252
9.4 Principales hallazgos sobre gestión de tecnología en empresas innovadoras	253
9.4.1 Hallazgos sobre estrategia tecnológica de la empresa	253
9.4.2 Hallazgos sobre la estructura organizacional para la innovación	258
9.4.3 Hallazgos sobre procesos de gestión de tecnología	261
9.4.4 Hallazgos sobre la gente que se dedica a la gestión de tecnología	265
9.5 Principales hallazgos sobre capacidad de innovación en la empresa	269
9.5.1 Hallazgos sobre capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i.....	269
9.5.2 Hallazgos sobre capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías	271
9.6 Percepciones sobre condiciones y contexto para la innovación.....	273
9.7 Conclusión sobre la hipótesis de trabajo y objetivo	274
9.8 Recomendaciones	275

9.9 Limitaciones de la investigación.....	278
9.10 Futuras líneas de investigación.....	279
Referencias bibliográficas.....	281
Anexo I. Cuestionario guía para entrevistas (Protocolo para los estudios de caso)	300
Anexo II. Publicaciones periódicas consultadas en la revisión del estado del arte internacional	320
Anexo III. Muestra de carta de presentación y solicitud a directivos y gerentes de las empresas estudiadas.....	323
Anexo IV. Antecedentes del Grupo Carso y de Condumex.....	325
Anexo V. Tabla para la identificación de técnicas y herramientas de gestión de tecnología y su uso.....	334
Anexo VI. Técnicas y herramientas de gestión de tecnología utilizadas en Cidec.....	336
Anexo VII. Perfil del Grupo Modelo	342
Anexo VIII. Antecedentes de Innovamédica.....	350
Anexo IX. Antecedentes de Caismex.....	355
Anexo X. Prácticas de gestión de tecnología en las cuatro empresas investigadas.....	359
Anexo XI. Condiciones y contexto para la innovación en las empresas investigadas.....	383

Índice de tablas

Capítulo 1

Tabla 1. Factores relativos a los objetivos y efectos de la innovación (OECD)	10
Tabla 2. Métricas típicas de desempeño innovador de una empresa.....	12
Tabla 3. Factores que obstaculizan las actividades de innovación.....	13
Tabla 4. Factores externos que influyen en el desempeño innovador.....	16
Tabla 5. Factores internos que influyen en el desempeño innovador.....	18
Tabla 6. Estructura de la tesis doctoral	27

Capítulo 2

Tabla 7. Asuntos y responsabilidades específicas de la gestión de tecnología	34
Tabla 8. Conceptualización de la gestión de tecnología: un modelo propuesto.....	36
Tabla 9. Contenido y alcance de la gestión tecnológica en diversos modelos	41
Tabla 10. Matriz ilustrativa de las capacidades tecnológicas	60
Tabla 11. Capacidades tecnológicas: categorías propuestas por Bell (2007)	67

Capítulo 3

Tabla 12. Rasgos relevantes de la gestión de tecnología reportados en la literatura	84
Tabla 13. Marcos de análisis organizacional, reportados en la literatura.....	86
Tabla 14. Marcos analíticos para el estudio de la innovación y su gestión.....	88
Tabla 15. Características generales de las empresas investigadas	102
Tabla 16. Contenido del protocolo para los estudios de caso	104
Tabla 17. Directivos y gerentes entrevistados en las cuatro empresas	105

Capítulo 4

Tabla 18. Inversiones realizadas en I+D por Grupo Condumex (2005-2007)	114
Tabla 19. Personal que labora en el Cidec Carso	125
Tabla 20. Proyectos de innovación de proceso y producto en Cidec (2004-2007)	126
Tabla 21. Principales innovaciones del Cidec Carso en los últimos tres años.....	131
Tabla 22. Otras innovaciones de producto de Cidec Carso	132
Tabla 23. Principales indicadores de gestión tecnológica de Cidec (2006-2009)	135
Tabla 24. Patentes de Cidec Carso de 1989 a 2009.....	136

Capítulo 5

Tabla 25. Inversiones de Cebadas y Maltas en I+D+i e impacto en su cartera	150
Tabla 26. Principales innovaciones de Cebadas y Maltas en años recientes.....	162
Tabla 27. Resultados de la gestión de tecnología de Cebadas y Maltas.....	165
Tabla 28. Importancia de los indicadores de gestión de tecnología en CyM	165

Capítulo 6

Tabla 29. Ventas, utilidades e inversiones en I+D de Innovamédica (2006-2008)	178
---	-----

Tabla 30. Actividades de gestión de tecnología que realizan diversas áreas de Innovamédica	181
Tabla 31. Principales innovaciones de Innovamédica	188
Tabla 32. Indicadores de gestión de tecnología de Innovamédica de 2006 a 2008.....	192
Tabla 33. Patentes de Innovamédica por producto en desarrollo.....	192

Capítulo 7

Tabla 34. Características y usos de los productos de Caismex	200
Tabla 35. Innovaciones incrementales de Caismex	206

Capítulo 8

Tabla 36. Síntesis de hallazgos sobre <i>gestión de tecnología</i> en las empresas	212
Tabla 37. Síntesis de hallazgos sobre <i>capacidad de innovación</i> en las empresas.....	214
Tabla 38. Estrategia tecnológica de las empresas investigadas	218
Tabla 39. Estructura organizacional en las empresas investigadas	222
Tabla 40. Procesos y actividades de gestión de tecnología en empresas investigadas .	226
Tabla 41. Procesos de gestión de tecnología que realizan las empresas	228
Tabla 42. Gestores de tecnología y líderes de proyecto en las empresas investigadas .	230
Tabla 43. Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos en las empresas investigadas.....	233
Tabla 44. Capacidad de acceso a tecnologías y conocimientos externos en empresas investigadas.....	237
Tabla 45. Infraestructura para la I+D+i en las empresas investigadas	239
Tabla 46. Nivel de importancia de las principales condiciones para la innovación en la empresa.....	241
Tabla 47. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa	242
Tabla 48. Tipología de empresas según su gestión de tecnología y capacidad de innovación	244

Anexo II

Tabla 49. Artículos seleccionados sobre gestión de tecnología en 12 revistas de circulación internacional.....	321
Tabla 50. Artículos seleccionados por temática de interés para la tesis.....	322

Anexo IV

Tabla 51. Antecedentes importantes del Grupo Carso.....	327
Tabla 52. Inversiones en proyectos de I+D por Grupo Carso (2005-2007)	330
Tabla 53. Principales productos y procesos productivos del Grupo Condumex	333
Tabla 54. Identificación de técnicas y herramientas de gestión de tecnología y su uso .	335
Tabla 55. Uso de técnicas y herramientas de gestión de tecnología en Cidec Carso	339
Tabla 56. Marcas registradas del Grupo Modelo.....	345
Tabla 57. Ventas netas del Grupo Modelo de 2004 a 2008	346
Tabla 58. Ventas del Grupo Modelo de 2004 a 2008 en volumen.....	346
Tabla 59. Capacidad de producción del Grupo Modelo.....	347

Anexo VIII

Tabla 60. Antecedentes importantes de Innovamédica.....	351
---	-----

Anexo X

Tabla 61. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en Cidec	361
Tabla 62. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en Cidec Carso	362
Tabla 63. Incidencia innovadora y grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en Cidec	363
Tabla 64. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en CyM	367
Tabla 65. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en CyM	368
Tabla 66. Incidencia innovadora de la gestión de tecnología en CyM.....	369
Tabla 67. Grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en CyM.....	370
Tabla 68. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica ..	372
Tabla 69. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica	373
Tabla 70. Incidencia innovadora de las prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica	374
Tabla 71. Grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica	376
Tabla 72. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en Caismex.....	378
Tabla 73. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en Caismex.....	379
Tabla 74. Grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en Caismex	380
Tabla 75. Incidencia innovadora de las prácticas de gestión de tecnología en Caismex	381

Anexo XI

Tabla 76. Condiciones para la innovación en la empresa Cidec Carso.....	384
Tabla 77. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de Cidec...	386
Tabla 78. Condiciones para la innovación en Cebadas y Maltas	387
Tabla 79. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa	389
Tabla 80. Condiciones para la innovación en la empresa Innovamédica	390
Tabla 81. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa	392
Tabla 82. Condiciones para la innovación en Caismex.....	394
Tabla 83. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de Caismex	396

Índice de figuras

Figura 1. Principales influencias sobre el desempeño innovador	17
Figura 2. Elementos clave de las capacidades tecnológicas.....	64
Figura 3. Las etapas de investigación de esta tesis	80
Figura 4. Categorías y subcategorías de análisis usadas	91
Figura 5. Marco de análisis de la gestión de tecnología en empresas	93
Figura 6. Modelo de gestión de tecnología de Cidec	111
Figura 7. Organigrama de Cidec Carso	115
Figura 8. Beneficio/Costo de las inversiones en I+D en Cidec de 1994 a 2009.....	127
Figura 9. Proceso de producción de malta.....	144
Figura 10. Estructura organizacional de Cebadas y Maltas.....	152
Figura 11. Organigrama de Innovamédica	180
Figura 12. Proceso de producción de lana mineral	199
Figura 13. Organigrama de Caismex	203

Dedicatoria

*Con todo cariño para Elda y nuestros
hijos Enrique y Guillermo.*

Agradecimientos

Agradezco al Dr. Sergio Javier Jasso Villazul su valiosa dirección, recomendaciones y apoyo constante para la elaboración de esta tesis de doctorado con el rigor científico requerido.

Quiero dejar constancia también de mi agradecimiento a los otros dos miembros de mi Comité Tutorial, la Dra. Nadima Simón Domínguez y el Dr. Vicente Borja Ramírez, quienes durante los tres años de mi doctorado me proporcionaron atinadas orientaciones, críticas y sugerencias para que mi trabajo de investigación tuviese una mejor calidad y profundidad.

Igualmente, quiero agradecer a la Dra. Rebeca de Gortari Rabiela y a la Dra. Rosalba Casas Guerrero, quienes participaron como integrantes del Jurado Evaluador de mi Examen de Candidatura, por sus valiosos comentarios y sugerencias que me fueron de gran utilidad para mejorar el alcance y la calidad de mi tesis.

Por supuesto, mi especial agradecimiento a los directivos, gerentes y demás personal entrevistado de las empresas Cidec Carso, Cebadas y Maltas, Innovamédica y Caismex por su valiosa colaboración, y tiempo dedicado, para que yo pudiese investigar y conocer a profundidad cómo se gestiona tecnología y por qué motivos en sus organizaciones. Sin su ayuda no hubiese sido posible terminar mi tesis en tiempo y forma.

Además, en diferentes momentos de mis estudios de doctorado tuve el apoyo de especialistas y colegas con quienes pude intercambiar opiniones sobre algunos aspectos de mi trabajo de investigación. Es el caso de la Dra. María del Rocío Soto Flores, investigadora del Instituto Politécnico Nacional, con quien discutí el cuestionario que utilicé para el trabajo de campo; del Doctor Jean-Louis Fortin, consultor internacional y profesor de la Universidad de Montréal, así como del Dr. Erenio González Suárez, investigador de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas en Cuba, quienes leyeron mi trabajo final y me hicieron algunas valiosas sugerencias.

Sobra decir que lo que se dice en la tesis y cómo se dice es de mi absoluta responsabilidad.

Muchas gracias a todos.

Resumen

Ante el hecho de que se conoce poco sobre cómo y por qué gestionan tecnología las empresas mexicanas innovadoras consideré conveniente realizar una investigación que permitiera entender a profundidad dicho fenómeno.

Así, el objetivo de esta tesis fue investigar tres empresas innovadoras mexicanas de naturaleza, tamaño y sectores diferentes, con el fin de conocer cómo y por qué gestionan tecnología, completando la investigación con el estudio de una cuarta empresa no innovadora. Para ello utilicé el método de estudio de caso como estrategia de investigación, y desarrollé un modelo analítico basado en tres corrientes de pensamiento: diseño organizacional, gestión de tecnología y construcción de capacidades tecnológicas.

La investigación da cuenta de cómo estas empresas definen su estrategia tecnológica, invierten en investigación y desarrollo, adaptan modelos, organizan su gestión de tecnología, forman equipos multidisciplinarios, ejecutan sus proyectos tecnológicos, protegen sus desarrollos, se vinculan, innovan, y desarrollan indicadores de desempeño, entre otras actividades. Pero también da cuenta de ciertas prácticas que realizan de forma distinta a lo reportado en la literatura. Por ejemplo, el propósito de su gestión tecnológica se enfoca más hacia la productividad que a la búsqueda de competitividad. Además, las empresas estudiadas no incluyen la gestión tecnológica en sus estructuras organizacionales, y tampoco cuentan con gerentes de tecnología en sus equipos de dirección.

Los resultados obtenidos fueron útiles para construir una tipología de empresas según el nivel de desarrollo de su gestión tecnológica que puede servir para investigaciones posteriores o para definir políticas públicas de apoyo a la innovación.

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

En este capítulo se presenta el planteamiento del problema de investigación que abarca las razones por la que se realiza, o se justifica la investigación, y los enunciados básicos del problema. Además, se discute el significado de innovación tecnológica y desempeño innovador así como los diversos tipos de innovación que se proponen en la literatura; se plantea la pregunta de investigación que se busca responder con la investigación, el alcance y objetivo de la misma, y la hipótesis de trabajo. Finalmente, se explica cuál es la estructura de esta tesis doctoral.

1.2 Innovación tecnológica y tipos de innovaciones

La innovación es un proceso clave de las empresas hoy en día pues permite su diferenciación competitiva gracias a la introducción de productos o servicios nuevos o mejorados al mercado, y respalda su eficiencia productiva y organizacional gracias a la introducción o mejora de los procesos de producción y entrega. Es un proceso técnico de gran importancia económica que se sustenta en dos factores fundamentales: la tecnología y el mercado.

Hay muchas definiciones de innovación publicadas en la literatura, desde la propuesta por Schumpeter (1934)¹, que identificaba como innovaciones la introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes, la introducción de un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado en un país – aun existiendo ya en otro-, la conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas o productos semielaborados, independientemente de si ya existe o tiene que ser creada, y la implantación de una nueva estructura de mercado. O bien, la definición sugerida por Schmookler (1966)²:

Cuando una empresa produce un bien o servicio, o usa un método o insumo que es nuevo para ella, hace un cambio técnico. La primera empresa en hacer un cambio técnico dado es una innovadora. Su acción es innovación.

Hasta algunas definiciones más recientes de innovación, tales como las que siguen:

Freeman (1982): "Una invención es (...) un bosquejo o modelo para un dispositivo, producto, proceso o sistema nuevo o mejorado (...) Una innovación en el sentido económico está acompañada de la primera transacción comercial

¹ Según Pavitt (1990, p. 18), Schumpeter "nos dio la definición más útil de innovación como consistente no solo de nuevos productos y procesos, sino también de nuevas formas de organización, nuevos mercados, y nuevas fuentes de materias primas".

² Citada por Marquis (1969, p. 28).

del nuevo producto, proceso, sistema o dispositivo, aunque la palabra se use para describir todo el proceso”.

Moss (1983, p. 20): “Es la generación, aceptación e implementación de nuevas ideas, procesos, productos o servicios. Puede, pues, ocurrir en cualquier parte de una compañía y puede comprender uso creativo lo mismo que invención original. Aplicación e implementación son parte central de esta definición, que comprende la capacidad de cambiar o de adaptarse”.

Roberts (1988, p. 13): “Innovación = Invención + Explotación”. (Donde) “El proceso de invención abarca todos los esfuerzos encaminados a la creación de nuevas ideas y lograr que funcionen. El proceso de explotación incluye todas las etapas de desarrollo comercial, aplicación y transferencia, incluyendo el enfoque de ideas o invenciones hacia objetivos específicos, la evaluación de dichos objetivos, la transferencia `aguas abajo´ de los resultados de la investigación y/o desarrollo, y la eventual utilización, diseminación y difusión de los resultados basados en la tecnología”.

Manual de Frascati (1993, p. 23), que define la innovación científica y tecnológica como “la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado introducido en el mercado; en un proceso de fabricación nuevo o mejorado utilizado en la industria o en el comercio; o en un nuevo enfoque de un servicio social”.

En México y América Latina se utilizó, y se sigue haciendo, una definición de innovación tecnológica que propusieron integrantes del Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM. Es la siguiente (Cadena *et al.*, 1986, p. 27):

Proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico³ que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo, con su consecuente comercialización.

³ “El paquete tecnológico es un elemento central en los procesos de transferencia e innovación tecnológica; es la expresión documentada de las tecnologías que se transfieren o comercializan. Se compone de conocimientos integrados, documentados y agrupados de acuerdo con el tipo de tecnología; entre otros: libros de ingeniería básica y de detalle, diseño de instalaciones, memorias de cálculo, hojas de proceso, manuales, guías, planos, especificaciones, dibujos, diagramas de flujo, diagramas de tubería e instrumentos, listas de verificación, fórmulas y composiciones, instructivos de puesta en marcha y operación, fichas técnicas, bitácoras de investigación y desarrollo, resultados de pruebas piloto, listas de partes y componentes, estudios técnicos y económicos, normas, patentes, directorio de proveedores” (CEGESTI, Velázquez y Medellín, 2005, p. 45).

Tipo de innovaciones

Por otro lado, se han identificado varios tipos de innovaciones. Las más comunes son las ya mencionadas innovaciones tecnológicas de producto y de proceso. Estas innovaciones, pueden ser a su vez, por su alcance y penetración (Burgelman *et al.*, 2004, p. 3): *incrementales*, sustentadas en los programas de mejora continua, adaptación, refinamiento y mejora de productos y servicios, o procesos existentes de producción y entrega – por ejemplo, la siguiente generación de un microprocesador; *radicales*, o de ruptura, que traen consigo categorías enteras de nuevos productos y servicios, o de sistemas de producción y entrega (por ejemplo, comunicaciones inalámbricas); y *arquitectónicas*, que se refieren a reconfiguraciones del sistema de componentes que constituyen el producto (por ejemplo, los efectos de la miniaturización de los componentes electrónicos de radio).

Sin embargo, como ha señalado Beacham en su guía para la innovación empresarial (2006, p. 9):

La innovación no necesariamente está confinada a productos y procesos. Las innovaciones más radicales para una organización pueden ser a menudo procesos de negocios y de gestión. Hay innovaciones que cambian la forma de hacer las cosas, y que mejoran indirectamente los negocios. Ellas usualmente involucran la aplicación de nuevos principios de administración (por ejemplo, *outsourcing*, colaboración, descentralización y delegación).

De hecho, la OECD (2005) en su *Manual de Oslo* establece, en su última versión, cuatro tipos de innovación: de producto, de proceso, organización y de mercadotecnia. A las dos primeras le llama «innovaciones tecnológicas de producto y proceso».

De acuerdo con dicho manual, las *innovaciones de producto* implican cambios significativos en las características de los bienes o servicios. Lo anterior incluye tanto productos y servicios nuevos como mejoras significativas a productos existentes. Las *innovaciones de proceso* son cambios significativos en los métodos de producción y distribución (o entrega). Las *innovaciones organizacionales* se refieren a la puesta en práctica de nuevos métodos de organización, tales como cambios en las prácticas de negocios, en la organización del lugar de trabajo o en las relaciones externas de la empresa. Las *innovaciones en mercadotecnia* implican la puesta en práctica de nuevos métodos de comercialización. Estos métodos incluyen cambios en el diseño y empaque del producto, en la promoción y colocación de los productos, y en los métodos para ponerle precio a bienes y servicios (OECD, 2005, pp. 23-24)⁴.

⁴ El modelo actual de gestión de tecnología del Premio Nacional de Tecnología en México utiliza esta tipología del Manual de Oslo. En esta tesis se utilizan también los cuatro tipos de innovación que propone dicho Manual para categorizar las innovaciones en una empresa; aunque también se

En la siguiente sección se plantean las razones por las cuales se realiza la investigación, la pregunta de investigación, el alcance y objetivo de la investigación, el argumento central y enunciados de la misma, así como la estructura de la tesis.

1.3 Innovación y desempeño innovador

1.3.1 Modelos y gestión de la innovación

Como se mencionó antes, existen diversas maneras de conceptualizar la innovación y diversas formas de categorizarla. Sin embargo, existe un consenso casi generalizado sobre el hecho de que innovar implica transformar de manera profunda las dimensiones de desempeño de un producto o servicio, un proceso, un equipo o una forma de operación de una empresa, que se introducen por primera vez en el mercado; y que, dependiendo del alcance de dicha transformación, impactará en su productividad -por la vía de bajar costos, producir más o ser más eficiente- o en su competitividad, ya sea que se produzca un nuevo producto, se produzca de manera distinta, o bien se produzca un nuevo producto o servicio utilizando una nueva forma de hacerlo o comercializarlo.

Modelos de innovación

Existen también diversos modelos del proceso de innovación, algunos lineales, otros iterativos, y otros más complejos. Casi siempre están constituidos por una serie de etapas técnicas. Por ejemplo, el modelo más conocido, propuesto por Marquis (1969, p. 30), muestra la innovación en el tiempo, pasando por las siguientes etapas: 1. Reconocimiento de la factibilidad técnica o de la demanda potencial; 2. Formulación de la idea (concepto de diseño, evaluación); 3. Solución del problema, por medio de actividades de investigación y desarrollo (I+D): búsqueda, experimentación y cálculo; 4. Solución del problema, a través de la invención o la adopción (o imitación); 5. Desarrollo, resolviendo imperfecciones y escalando a nivel de planta piloto; y 6. Puesta en práctica, uso y difusión.

El modelo de Marquis fue ampliado después por Roberts y Frohman (1978), quienes mantuvieron las mismas seis etapas, le llamaron de forma distinta a la primera etapa (reconocimiento de la oportunidad), a la cuarta (solución prototipo), a la quinta (desarrollo comercial), y a la sexta (transferencia a la manufactura); y le agregaron dos «rieles» dentro de los cuales van ocurriendo las etapas del proceso de innovación tecnológica. Estos rieles son tecnología y mercado. En su modelo,

usa el concepto de *innovación incremental*, que es el tipo de innovación más común encontrado en los casos estudiados, y de *innovación de ruptura* basadas en el uso de tecnologías disruptivas, cuyo uso es reportado por una de las empresas investigadas (Innovamédica).

en cada etapa técnica se da una interacción constante con la tecnología y con el mercado.

Un modelo de innovación ligeramente diferente, en su dinamismo, es el de Kline (1985), que mantiene las cinco etapas de desarrollo técnico: mercado potencial, invención o diseño analítico, diseño detallado y prueba, rediseño y producción, y comercialización; pero que pone énfasis en la iteración (o retroalimentación) entre tales etapas y, al igual que en el modelo de Roberts y Frohman, la interacción constante de todas ellas con los conocimientos científicos y técnicos existentes (el estado del arte), producidos a través de la investigación y el desarrollo. No es un proceso lineal sino interactivo, que considera la innovación como fuente de problemas y soluciones.

Una manera distinta de ver la innovación es la que proponen Nonaka y Takeuchi (1999, pp. 80-83). En su opinión la innovación surge en las empresas de la interacción entre el conocimiento tácito y el explícito. Según estos autores, el conocimiento humano se crea y expande a través de la interacción social de conocimiento tácito y conocimiento explícito. A esta interacción la denominan *conversión de conocimiento*. Según su propuesta, existen cuatro formas de conversión del conocimiento⁵: 1) *Socialización*, que es la conversión de conocimiento tácito en conocimiento tácito; es un proceso que consiste en compartir experiencias; 2) *Exteriorización*, donde el conocimiento tácito se vuelve explícito y adopta la forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos; 3) *Combinación*, que es la conversión de conocimiento explícito en conocimiento explícito: Es un proceso de sistematización de conceptos con el que se genera un sistema de conocimiento; y, 4) *Interiorización*, que implica la conversión de conocimiento explícito en tácito. La interacción de los cuatro tipos de conocimiento facilita el proceso de innovación. Cuando se pasa de uno a otro, de manera dinámica y sistemática, se generan lo que los autores llaman *espirales de creación del conocimiento organizacional*, donde la escala de interacción del conocimiento tácito y explícito se incrementa conforme se avanza de lo individual a lo grupal, de este a lo organizacional, y de este a lo interorganizacional. “Así, la creación de conocimiento organizacional es un proceso en espiral que inicia en el nivel individual y se mueve hacia delante pasando por comunidades de interacción cada vez mayores, y que cruza los límites o fronteras de las secciones, de los departamentos, de las divisiones y de la organización”⁶. Estas espirales de creación de conocimiento sustentan los procesos de innovación.

⁵ Nonaka y Takeuchi, 1999, pp. 68-83.

⁶ *Op. cit.*, p. 82.

Gestión de la innovación

Los procesos de innovación son complejos e intervienen en su realización muchos factores y actores. Como señalan Livesay *et al.* (1989, p. 268): “Moverse con éxito desde el acto creativo de una invención pasando por las etapas necesarias hasta llevar una nueva tecnología al mercado constituye una tarea retardadora, cara y riesgosa para cualquier organización de negocios independientemente de su tamaño y experiencia”. Y, especifican:

Dentro de cada una de las tres áreas –técnica, de mercado, y de negocios- encontramos numerosos problemas particulares y específicos de los proyectos que pueden deteriorar o interrumpir totalmente el proceso de innovación (...). Superar esos problemas demanda una estructura de gestión capaz de coordinar y soportar el desarrollo técnico, el análisis de mercado y el crecimiento organizacional. Sin el control necesario para mantener, razonablemente en paralelo, desarrollos en esas tres áreas cualquier esfuerzo de innovación es un riesgo. El corazón de la innovación, no obstante, recae en las tareas técnicas y de mercado, donde el movimiento paralelo tiene una importancia cardinal⁷.

Ahora bien, a pesar de su contenido técnico, la innovación tiene una perspectiva, y un impacto, en esencia económica y comercial. Como señalan Burgelman *et al.* (2004, p. 2):

Los criterios de éxito de la innovación tecnológica son comerciales más que técnicos: Una innovación tecnológica es aquella que permite la recuperación de la inversión inicial sobre su desarrollo y que genera además un retorno económico adicional. Esto requiere que pueda desarrollarse un mercado lo suficientemente grande para la innovación. Además, las innovaciones son el resultado de los *procesos de innovación*, que pueden ser definidos como actividades combinadas que conducen a nuevos productos y servicios comercializables y/o a nuevos sistemas de producción y entrega.

Coincide lo anterior con lo planteado por Drucker (2002, p. 93), cuando señaló que la innovación es una cuestión económica, no técnica, y que no es un «destello de genio», sino “una disciplina sistemática, organizada, rigurosa”.

En otras palabras, si los procesos de innovación pueden organizarse, sistematizarse, hacerse más eficientes y eficaces, entonces son procesos que pueden ser administrados, y en ello radica uno de los aspectos centrales de la administración o gestión de tecnología⁸. Como indica Christensen (2005): “La innovación es un problema de administración general, cuya solución requiere habilidades y comprensión de los problemas de finanzas, organización, de

⁷ Livesay *et al.*, 1989, p. 272.

⁸ Para que las empresas sean innovadoras es fundamental que gestionen sus tecnologías – y procesos de innovación-, y que lo hagan de forma sistemática y eficaz. Esto implica administrar recursos de diversos tipos, pero principalmente tecnológicos.

hallazgo de mercados y de gestión de tecnología”⁹. Esto es, como ratifican Tidd, Bessant y Pavitt (2005, p. 87): “La innovación es un proceso, no un solo acontecimiento, y necesita ser administrado como tal”. Además, indican: “Las influencias sobre el proceso pueden ser manipuladas para afectar el resultado – esto es, *pueden* ser administradas”¹⁰.

En conclusión, tal como ha planteado Sheasley (1997, p. 8):

La innovación puede y debe ser gestionada. Ciertamente, esto requiere gente capaz, pero el factor más crítico para el éxito es el compromiso de la gerencia para la innovación, con un entendimiento de los ingredientes esenciales y como utilizarlos. La innovación se vuelve una iniciativa progresiva, que se fortalece a sí misma, cuando se compromete como una fusión de tecnología fuerte, inteligencia de mercado, y equipo de trabajo.

1.3.2 Empresas innovadoras y gestión de tecnología

Se considera una *empresa innovadora* aquella que realiza procesos y proyectos de innovación tecnológica; esto es, que realiza actividades combinadas que conducen a la introducción en el mercado, por primera vez, de nuevos productos o servicios (Myers y Marquis, 1969; Roberts y Frohman, 1978; Kline, 1985; Teece, 1986; OECD, 1997¹¹; Burgelman *et al.*, 2004), y adopta o implanta procesos de producción tecnológica nuevos o con características mejoradas de desempeño (Utterback, 1974; OECD, 1997), para lo cual requieren de sistemas y/o procesos de gestión de tecnología con propósitos claros, sistematizados, dominados por su personal y eficaces. La empresa innovadora “es la que cambia, evoluciona, hace cosas nuevas, ofrece nuevos productos/servicios y adopta, o pone a punto, nuevos procesos de fabricación” (Zaintek, 2003, p. 15).

La empresa innovadora utiliza la tecnología como parte importante de sus estrategias. Como lo indica Morone (1989, p. 96):

Lo que distingue la empresa innovadora no es precisamente que sea más eficiente en aplicar tecnología para satisfacer sus fines..., sino que sus fines están en sí mismos conformados por la tecnología. La tecnología crea oportunidades estratégicas; las empresas innovadoras reconocen esas oportunidades y construyen su estrategia corporativa alrededor de ellas.

⁹ De acuerdo con Duncan (1999, p. 24): “Administración es la coordinación de los recursos humanos y materiales encaminada hacia el logro de los objetivos organizacionales de manera que resulte aceptable para la sociedad en general”.

¹⁰ Las cursivas son de Tidd y sus colaboradores.

¹¹ Esta edición del Manual de Oslo fue publicada en español por el CIECAS del Instituto Politécnico Nacional en el año 2000.

Por su parte, de acuerdo al *Manual de Oslo* (OECD, 2005, p. 27):

La empresa innovadora es aquella que ha introducido una innovación durante el periodo bajo revisión. Las innovaciones no tienen que haber tenido éxito comercial - muchas innovaciones fracasan. Las empresas innovadoras pueden ser divididas en aquellas que han desarrollado innovaciones principalmente por sí mismas o en cooperación con otras empresas u organismos públicos de investigación, o las que principalmente han innovado adoptando innovaciones desarrolladas por otras empresas (por ejemplo, nuevos equipos). Las empresas innovadoras pueden distinguirse también por los tipos de innovación que han implementado, por ejemplo si ellas han desarrollado un nuevo producto o proceso, o si ellas han introducido un nuevo método de mercadotecnia o algún cambio organizacional.

Los impactos de la innovación sobre los resultados de las empresas, de acuerdo a dicho *Manual de Oslo* (OECD, 2005, p. 27):

Van desde los efectos sobre las ventas y la cuota de mercado a la mejora de la productividad y la eficiencia. Los impactos importantes a nivel de industria y a nivel nacional son los cambios en la competitividad internacional y la productividad total de los factores, las derramas de conocimiento de las innovaciones a nivel de empresa, y un incremento en la cantidad de conocimiento que fluye a través de las redes. (...) Los resultados de las innovaciones de producto pueden medirse por el porcentaje de ventas derivadas imputable a los productos nuevos o mejorados. Un tratamiento similar puede ser utilizado para medir los resultados de otros tipos de innovaciones. Además, se pueden obtener indicadores adicionales sobre los resultados de la innovación por medio de preguntas de tipo cualitativo sobre los efectos de las innovaciones.

A nivel más específico, de acuerdo con Pavitt (2003, p. 4), a nivel de la empresa, los procesos de innovación pueden ser categorizados en tres amplios subprocesos que se empalman entre sí: 1) Cognitivos (Cómo las empresas generan y mantienen el *know-how* para llevar a cabo sus tareas), 2) Organizacionales (Cómo las empresas `hacen las cosas´ internamente o junto con otras organizaciones), y 3) Económicos (Cómo las empresas establecen incentivos para asegurar la innovación rápida y en la dirección "correcta"). Además, señala Pavitt:

Los procesos de innovación difieren en muchas dimensiones de acuerdo al sector, campo de conocimiento, tamaño de la empresa, estrategia corporativa o experiencia previa, tipo de innovación, periodo histórico y país. En otras palabras, los procesos de innovación –sea cognitivos, organizacionales o económicos- son «contingentes».

Esto implica, por lo tanto, que la gestión de tecnología en las empresas es diferente en muchos aspectos, según los procesos de innovación en los que participe.

Ahora bien, la realización de procesos y proyectos de innovación tecnológica, la adopción o implantación de procesos de producción tecnológica nuevos o con características mejoradas de desempeño, la introducción al mercado de nuevos productos, las actividades de generación y mantenimiento de *know-how* para que las empresas lleven a cabo sus tareas, la organización de las tareas de I+D e innovación interna (*in house*) o en conjunto con otras organizaciones, el establecimiento de incentivos para asegurar la innovación rápida y en la dirección “correcta”, forman parte del repertorio de prácticas de gestión de tecnología que utilizan las empresas en su operación, como se muestra con los estudios de caso realizados, descritos en los capítulos 4 a 7 de esta tesis.

En síntesis, como señala Badawy (1997, p. 274):

La gestión de la tecnología es un proceso integrador (...) no es una actividad funcional como la dirección de la ingeniería. Se centra en la integración del aspecto tecnológico de la compañía (I+D, ingeniería, fabricación, etc.) con el aspecto de los negocios (*marketing*, finanzas, recursos humanos, etc.). Visto desde esta perspectiva, la gestión de tecnología tiene un impulso estratégico e integrador.

1.3.3 Desempeño innovador

Existen publicadas diversas métricas para evaluar el desempeño innovador de una empresa, así como una serie de indicadores y estándares que se utilizan con ese fin, tanto cuantitativos como cualitativos, simples y compuestos¹². Por un lado, estas métricas tienen que ver con los objetivos y motivaciones de las empresas para innovar. Así por ejemplo, en el *Manual de Oslo* se proponen una serie de factores y objetivos que inciden en los diversos tipos de innovación: producto, proceso, de organización y mercadotecnia. Algunos de estos factores y objetivos son de tipo económico (competencia, demanda y mercados), otros son de tipo productivo y organizacional (producción y distribución), otros están referidos a la organización del lugar de trabajo, y otros tienen que ver con la reducción del impacto ambiental, la mejora de la seguridad en el trabajo y el respeto a las normas. En la Tabla 1 se muestran estos factores y en qué tipos de innovaciones surten efecto (OECD, 2005, p. 124).

¹² Los indicadores de desempeño son una medida del cumplimiento de un estándar en un periodo; proporcionan información sobre la efectividad de una organización: Desempeño real/Estándar x 100 = Indicador de desempeño (Secodam, 1996, p. 7).

Tabla 1. Factores relativos a los objetivos y efectos de la innovación (OECD)

Referidos a:	Innovaciones de			
	Producto	Proceso	Organización	Mercado-tecnia
Competencia demanda y mercados:				
Reemplazar los productos progresivamente retirados	*			
Aumentar la gama de bienes y servicios	*			
Desarrollo productos respetuosos con el medio ambiente	*		-	
Aumentar y mantener la cuota de mercado	*			*
Introducirse en nuevos mercados	*			*
Aumentar la visibilidad o exposición de productos				*
Reducir el plazo de respuesta a las necesidades de los clientes		*	*	
Producción y distribución:				
Mejorar la calidad de bienes y servicios	*	*	*	
Mejorar la flexibilidad de la producción o la prestación del servicio		*	*	
Aumentar la capacidad de producción o de prestación del servicio		*	*	
Reducir los costos laborales unitarios		*	*	
Reducir el consumo de materiales y de energía	*	*	*	
Reducir los costos de diseño de los productos		*	*	
Reducir las demoras en la producción		*	*	
Cumplir las normas técnicas del sector de actividad	*	*	*	
Reducir los costos de explotación vinculados a la prestación de servicios		*	*	
Aumentar la eficiencia o la rapidez del aprovisionamiento y/o del suministro de los bienes y servicios		*		
Mejora la capacidad en cuanto a tecnologías de información		*	*	
Organización del lugar de trabajo:				
Mejorar la comunicación y la interacción entre las distintas actividades de la empresa			*	
Intensificar la transferencia de conocimientos con otras organizaciones y el modo de compartirlos			*	
Aumentar la adaptabilidad a las distintas demandas de los clientes			*	*
Establecer relaciones más estrechas con la clientela			*	*
Mejorar las condiciones de trabajo		*	*	
Varios:				
Reducir el impacto medioambiental o mejorar la sanidad y la seguridad	*	*	*	
Respetar las normas	*	*	*	

Fuente: *Manual de Oslo*, OECD, 2005, p. 124.

Por otro lado, los indicadores se orientan muchas veces hacia el desempeño innovador de la empresa, y de manera específica hacia el desempeño de la gestión de tecnología en la misma. Por ejemplo, Thamhain (2005) ha sintetizado, de propuestas hechas por diversos autores, una métrica típica del desempeño innovador de una empresa, cuyas variables y medidas típicas se muestran en la Tabla 2.

De acuerdo con Thamhain (2005, p. 263) las medidas que se citan de forma más frecuente por los gerentes son: 1) Número de nuevos productos o servicios introducidos al mercado, 2) Tiempo para llegar al mercado (*Time to market*: T2M), 3) Mejoras en costo y desempeño, y 4) Revelaciones de patentes. Y, las métricas más comunes para evaluar el desempeño innovador de equipos de trabajo e individuos son: 1) Dictamen o juicio del desempeño innovador, 2) Número de ideas innovadoras, 3) Revelaciones de patentes y publicaciones, y 4) Esfuerzo y compromiso con los objetivos establecidos. Pero, acota Thamhain, “la evaluación de cómo I+D y los individuos involucrados en ello están contribuyendo a un nuevo producto o servicio y su ventaja competitiva es muy difícil y a menudo imposible de obtener con un cierto grado de confianza”.

Como se puede observar, al analizar los objetivos y variables utilizados el desempeño innovador de una empresa se ve afectado por factores tanto externos como internos, que lo influyen de forma positiva o negativa. Estos factores se comentan en el siguiente apartado.

1.3.4 Factores que influyen en el desempeño innovador

La innovación es un fenómeno complejo, dinámico, circunstancial muchas veces, contingente como lo ha planteado Pavitt (2003, p. 4), riesgoso en lo técnico, comercial, económico y organizacional. Como se ha señalado antes, en su realización intervienen diversos actores sociales (clientes, proveedores, investigadores, ingenieros, técnicos, diseñadores, administradores, contadores, etc.), y dependiendo del problema tecnológico a resolver o de la necesidad de mercado por atender, de las características de la empresa, del sector donde compite (algunos sectores tienen una dinámica innovadora muy grande, otros no), de la situación económica de la empresa y sus clientes, de la situación del país o región donde se ubica la empresa, existen una serie de factores que pueden facilitar u obstaculizar el éxito de la misma.

Tabla 2. Métricas típicas de desempeño innovador de una empresa

Variable	Medidas típicas
Tiempo de respuesta	Tiempo para llegar al mercado (T2M)
	Tiempo para cumplir una orden de trabajo
	Tiempo de respuesta de I+D a una solicitud interna
Nuevo producto o servicio	Número de nuevos conceptos de producto/servicio identificados
	Número de nuevos conceptos de producto/servicio introducidos al mercado
	Precio-desempeño de nuevo producto/servicio
	Razones de ingresos: productos nuevos/productos viejos
Características del producto	Catálogo de características
	Precio de mercado
	Dictamen de los críticos
Reducción de costos	Reducción de costos de producto o servicio existente
	Reducción de costos del proceso interno de negocios
Transferencia de tecnología	Costo de llevar un nuevo producto al mercado
	Costo y tiempo para transferir un nuevo producto a manufactura, comercialización, y operaciones en campo
Satisfacción del cliente	Satisfacción medida por estudios u otras retroalimentaciones
	Negocios repetidos
	Referencias
	Reportes de críticos
Calidad	Medidas de confiabilidad
	Retornos del cliente
	Medidas de satisfacción del cliente
	Medidas de garantía
	Modelo de Despliegue de la Función de Calidad (QFD)
Mejora continua	Número de sugerencias
	Horas de capacitación
	Curva de aprendizaje.
	Reducción de costos
	Mejoras de la calidad
Patentes y publicaciones	Número de patentes y publicaciones
	Número de citas
	Regalías de patentes
Ingresos por propiedad intelectual	Licenciamiento, regalías
	Pagos de usuarios
Éxito del negocio	Participación en el mercado
	Volumen de ventas
	Medidas de rentabilidad
	Periodo de retorno y Tasa Interna de Retorno
	Tablero de mando corporativo
	Imagen de liderazgo mundial
	Cobertura en prensa y medios

Fuente: Thamhain, 2005, p. 264.

Tabla 3. Factores que obstaculizan las actividades de innovación

Referidos a:	Innovaciones de			
	Producto	Proceso	Organización	Mercado-tecnia
Factores de costos:				
Riesgos percibidos como excesivos	*	*	*	*
Costo demasiado elevado	*	*	*	*
Falta de fondos propios	*	*	*	*
Falta de financiación externa a la empresa:				
Capital de riesgo	*	*	*	*
Financiación pública	*	*	*	*
Factores vinculados al conocimiento:				
Potencial de innovación insuficiente (I+D, diseño, etc.)	*	*		*
Falta de personal cualificado:				
Dentro de la empresa	*	*		*
En el mercado laboral	*	*		*
Falta de información sobre la tecnología	*	*		
Falta de información sobre los mercados	*			*
Insuficiencias en la disponibilidad de servicios externos	*	*	*	*
Dificultad de encontrar socios en cooperación para:				
El desarrollo de productos o procesos	*	*		
Consortios de comercialización				*
Rigideces organizativas dentro de la empresa:				
Actitud del personal respecto al cambio	*	*	*	*
Actitud de los gestores respecto al cambio	*	*	*	*
Estructura de la dirección de la empresa	*	*	*	*
Incapacidad para incorporar personal a las actividades de innovación debido a los requisitos de la producción	*	*		
Factores de mercado:				
Demanda dudosa de bienes y servicios innovadores	*			*
Mercado potencial dominado por empresas establecidas	*			*
Factores institucionales:				
Falta de infraestructura	*	*		*
Debilidad de los derechos de propiedad	*			*
Legislación, reglamentos, normas, fiscalidad	*	*		*
Otras razones para no innovar:				
No hay necesidad de innovar debido a innovaciones previas	*	*	*	*
No hay necesidad de innovar debido a una falta de demanda de innovación	*			*

Fuente: *Manual de Oslo*, OECD, 2005, p. 131.

Estos factores han sido identificados por los estudiosos del tema, y han sido clasificados de diversas maneras. Por ejemplo, en el *Manual de Oslo* se sugiere evaluar un conjunto de factores que obstaculizan las innovaciones de producto, proceso, organización y mercadotecnia. Como se puede ver en la Tabla 3, estos factores agrupan una serie de barreras a la innovación referidas a costos, vinculados al conocimiento, de mercado, institucionales, y otras razones para no innovar.

Por su naturaleza (extrínseca o intrínseca) o ubicación, estos factores que influyen en el desempeño innovador de las empresas se pueden agrupar en externos (contextuales o ambientales) e internos¹³. En los siguientes apartados se analizan sus características más importantes.

Factores externos

Los factores externos identificados para el análisis de las empresas innovadoras son en esencia los mismos que sugiere Hall (1996) para identificar cómo el entorno afecta el funcionamiento de las organizaciones¹⁴. Pero, dado que se trata aquí de desempeño innovador de la empresa, conviene resaltar las diferencias.

Ha habido diversas propuestas teóricas que abordan los factores externos e internos que influyen sobre el desempeño innovador de una empresa¹⁵. Por ejemplo, Utterback (1974, pp. 659-661) identificó en la literatura empírica publicada hasta entonces que los factores de mercado eran los que principalmente habían influido en la innovación. Así, entre un 60 y 80% de las innovaciones importantes en un gran número de campos se había generado en respuesta a las demandas y necesidades del mercado. El resto se habían originado como resultado de avances y oportunidades científicas y tecnológicas. La innovación también fue estimulada por mercados en expansión y el elevamiento de costos de los insumos, que condujeron a innovaciones cuyo objetivo fue reducir el uso de insumos caros. Resaltó también en su trabajo que muchas innovaciones de gran

¹³ En esta tesis, a las variables o factores internos que afectan el desempeño innovador se les denomina también *Condiciones para la innovación*. Se les solicitó a los directivos y gerentes entrevistados que calificaran un conjunto de estas condiciones que se les presentaron en una tabla, y que las priorizaran en orden de importancia. Esta tabla forma parte del cuestionario utilizado en las entrevistas (Ver Anexo I, sección III.1).

¹⁴ Comentados en el apartado 2.5 de este trabajo.

¹⁵ Los factores externos (mercado, regulaciones, demografía, ecología, política, etc.) que invariablemente influyen en la operación de la empresa, en su forma de interactuar con su entorno y en sus procesos de trabajo, están fuera del alcance de esta investigación. Sin embargo, se buscó identificar cuál es la percepción que tienen los directivos y gerentes de las empresas estudiadas sobre la influencia que los factores contextuales tienen en la capacidad de innovación de la empresa.

importancia comercial fueron de relativo bajo costo, de tipo incremental, y resultado en gran medida de esfuerzos de desarrollo continuo.

Otras variables contextuales que han sido reportadas en la literatura son señaladas por Tidd *et al.* (2005, p. 75): *Sector* (diferentes sectores tienen diferentes prioridades y características); *tamaño* (pequeñas empresas difieren en términos de acceso a recursos); *Sistemas Nacionales de Innovación* (diferentes países tienen más, o menos, contextos de soporte en términos de instituciones, políticas, etc.); *ciclo de vida* (de tecnología, industria, etc.); *grado de novedad* (la innovación continua requiere diferentes enfoques de organización, y de gestión, que la discontinua); y el *rol jugado por agencias externas* (Algunos sectores son influidos de manera muy fuerte por regímenes externos que conforman la velocidad y dirección de la actividad innovadora).

Por su parte Thamhain (2005, p. 265) ha propuesto, basado en estudios realizados en campo, los siguientes factores externos que influyen en el desempeño innovador: competencia, economía, mercado y consumidores, regulaciones, ambiente social y político, proveedores, tecnología y coordinación (*timing*). Estos factores externos son los que se muestran en la primera columna de la Tabla 4. En la columna de la derecha se muestran algunas características – de dichos factores- que se utilizaron para conocer las impresiones que los gerentes entrevistados para este trabajo (en la investigación de campo realizada para esta tesis) tienen sobre cómo el entorno influye sobre la capacidad de innovación de la empresa.

Factores internos

Thamhain (2005, p. 265) también propone ocho factores internos –o variables- que influyen sobre el desempeño innovador de una empresa. Estos factores son los siguientes: Liderazgo, ambiente organizacional, gente, procesos, estrategia, tareas, tecnología, herramientas y técnicas.

A diferencia de los factores externos, que son complejos, interrelacionados y que están fuera del control de los directivos de una empresa, los factores que componen “el ambiente «interno» son controlables por la gerencia. A través de sus acciones, políticas y liderazgo, los gerentes pueden influir sobre muchas de las variables internas” (Thamhain, 2005, p. 265).

Tabla 4. Factores externos que influyen en el desempeño innovador

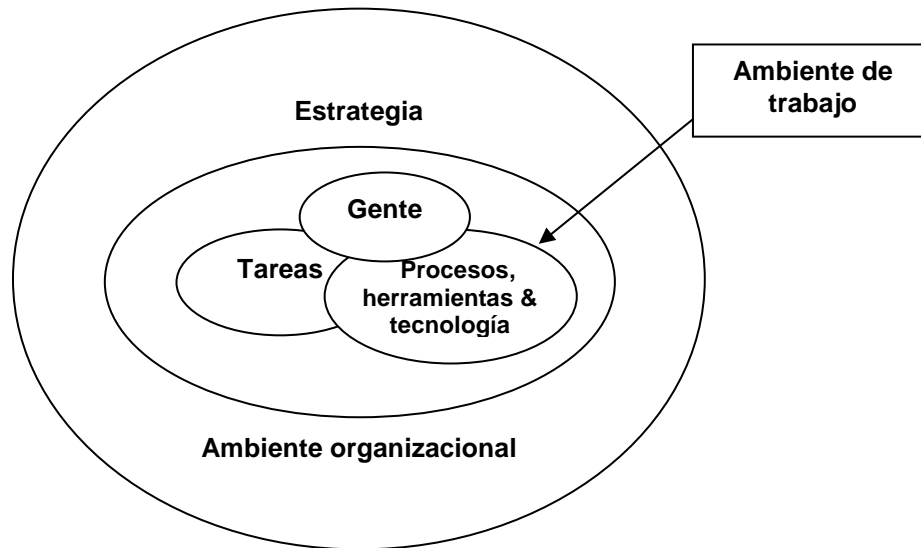
Factor externo	Factores a evaluar y priorizar por los entrevistados
Competencia	Competencia elevada
Economía	Rentabilidad del sector
	Estructura de precios del sector
Mercado, clientes	Tamaño del mercado
	Ciclo de vida de los productos
Regulaciones	Regulaciones gubernamentales
Ambiente social / político	Universidades y centros de I+D cercanos
	Adversidad al riesgo
	Disponibilidad de financiamiento
Proveedores	Diversidad de productos
Tecnología	Patentes de la competencia
	Dinámica innovadora del sector
Timing	Difícil de calificar: se decidió no utilizarlo.

Fuente: Elaboración propia con base en factores propuestos por Thamhain (2005, p. 265).

Este mismo autor propone un marco para la discusión, *benchmarking*, y desarrollo de políticas de gestión, donde los factores mencionados, a los que también denomina variables, se agrupan en tres categorías: 1) Gente, 2) Tareas, y 3) Procesos, herramientas y técnicas¹⁶. Muchos de estos factores, plantea Thamhain, “pueden ser medidos a través de la percepción de los diversos actores, dependiendo de qué realidad se intenta determinar”. En base a lo anterior, este autor propone el modelo de la Figura 1, que presenta las principales influencias sobre el desempeño innovador.

¹⁶ Estas tres categorías se utilizan como parte del marco de análisis que se propone en esta tesis para realizar la investigación. Se usan como subcategorías de análisis de la gestión de tecnología, igual que la estrategia y la estructura organizacional, como se explica en sección 3.4.

Figura 1. Principales influencias sobre el desempeño innovador



Fuente: Thamhain, 2005, p. 266.

Para conocer la percepción de los gerentes entrevistados de las cuatro empresas estudiadas, en esta investigación, sobre los factores que influyen en la capacidad de innovación de la empresa, se utilizaron las variables que se indican en la segunda columna de la Tabla 5. Éstas se corresponden con los factores propuestos por Thamhain que ocupan la primera columna de dicha tabla. Dado que estos factores condicionan la innovación en la empresa, en las entrevistas y casos de esta tesis doctoral se les denominó: *Condiciones para la innovación en la empresa*.

Cultura para la innovación

Dada su importancia, se resalta aquí el rol que juega la cultura organizacional para obstaculizar o favorecer la innovación en la empresa. Si se quiere que una empresa sea innovadora, es importante contar con una cultura de soporte y de un contexto que favorezca la innovación y sus diversas expresiones organizacionales (Barretta *et al.*, 2004).

Las personas que laboran en una organización comparten una serie de significados que le son propios, y que son la base de la cultura organizacional. Esta cumple varias funciones (Robbins, 1987, p. 444): define límites, otorga sentido de identidad, facilita la creación de compromisos personales, incrementa la estabilidad a través de vínculos sociales (normas) que mantienen unida la organización, y también modela actitudes y comportamientos de los individuos. Las personas que laboran en una organización comparten una serie de significados que le son propios, y que son la base de la cultura organizacional.

Esta cumple varias funciones (Robbins, 1987, p. 444): define límites, otorga sentido de identidad, facilita la creación de compromisos personales, incrementa la estabilidad a través de vínculos sociales (normas) que mantienen unida la organización, y también modela actitudes y comportamientos de los individuos.

Tabla 5. Factores internos que influyen en el desempeño innovador

Factor externo	Condiciones a evaluar y priorizar por los entrevistados
Liderazgo	Líderes que impulsan la innovación.
Ambiente organizacional	Cultura de la empresa favorable a la innovación. Existencia de gerencia o departamento de I+D. Existencia de gerencia o departamento de ingeniería
Gente	Personal capacitado para realizar tareas de I+D. Personal capacitado para realizar tareas de escalamiento y transferencia. Personal capacitado para gestionar tecnología.
Procesos	Capacidad de formulación y ejecución de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).
Estrategia	Estrategia tecnológica (o de innovación) definida. Inversión en I+D.
Tareas	Capacidad de respuesta a las demandas del mercado.
Tecnología	Cartera de proyectos tecnológicos aprobados ¹⁷ . Infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos, planta piloto).
Herramientas y técnicas	Herramientas y técnicas de gestión de tecnología.

Fuente: Elaboración propia con base en factores propuestos por Thamhain (2005, p. 265).

Por otro lado, esta cultura se sustenta en las convicciones, los valores y suposiciones básicas del empresario (creador de la empresa, líder por tanto en la misma) que se transfieren a los modelos mentales de los subordinados, y esto forma parte del proceso de creación de cultura (Schein, 1996, p. 91). A su vez, la

¹⁷ En esta tesis se entiende por *proyecto tecnológico* el “conjunto organizado de actividades de una organización encaminadas a mejorar sus productos o servicios mediante la adaptación, el desarrollo o integración de nuevas tecnologías” (Premio Nacional de Tecnología, 2005b, p. 42). La definición abarca los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), e incluye las actividades de diseño e ingeniería.

cultura de los grupos que forman una organización puede ser vista, como señala Schein (2000, p. 131), como la respuesta aprendida sobre un conjunto de tareas de adaptación al entorno, y sobre un conjunto de tareas de integración interna.

En las empresas innovadoras, estas funciones, convicciones, valores y suposiciones básicas apuntan a reforzar las siguientes características de una cultura orientada hacia la innovación (Bueno y Morcillo, 2003): Estructura organizacional flexible, apoyo a la generación de nuevas ideas, favorecimiento de la informalidad en las relaciones interdepartamentales, fomento a la disposición al cambio y al aprendizaje, tolerancia a posibles fracasos, tolerancia al riesgo. Otras características de una cultura organizacional en pro de la innovación son las señaladas por Twiss (1986, pp. 11-13): Un ambiente de trabajo que impulse la creatividad, una actitud favorable a la innovación, un *clima organizacional* favorable a la colaboración¹⁸, una estructura organizacional que permita la fácil comunicación entre el innovador y los directivos de la empresa, y un gerente de I+D que sea el principal agente de cambio.

Todos estos factores que influyen en el desempeño de una empresa innovadora deben ser considerados por el gerente o gestor de tecnología en su quehacer cotidiano, pues tiene que comprender por qué las organizaciones funcionan de una cierta forma en un cierto entorno y en un momento dado. De lo contrario, hará su trabajo como si caminase a ciegas por una vereda llena de obstáculos.

1.4 Justificación de la investigación

La *gestión de tecnología*¹⁹ es una de las disciplinas que más se ha ocupado de estudiar y desarrollar el fenómeno de la innovación empresarial, y de la innovación tecnológica en particular, en los últimos 25 años. Se ha ocupado de la comprensión del fenómeno innovador, de su modelaje, de sus prácticas, de sus impactos en la competitividad empresarial, de sus actores, de sus procesos y prácticas, de la interacción de estos últimos con otros procesos y prácticas organizacionales, de su medición y evaluación, de sus técnicas y herramientas, y de las condiciones externas e internas necesarias para que sea efectiva en un contexto y un momento histórico particular.

¹⁸ El *clima organizacional* lo constituye el conjunto de actitudes y relaciones que se dan entre los miembros de la organización (Rothman, 1980). Para algunos autores clima organizacional es sinónimo de la cultura interna, que es un contexto organizacional conservador en que se forman las estructuras (Hall, 1996, pp.102-103).

¹⁹ En esta tesis se utiliza el concepto *gestión de tecnología*, o gestión tecnológica, como sinónimo de administración de tecnología. En el ámbito latinoamericano, así como en España y Portugal, el término se ha utilizado desde hace más de 25 años (Cadena *et al.*, 1986, p. 84) para designar la disciplina que en el ámbito anglosajón se denomina *Management of Technology* (National Research Council, 1987), y en el ámbito francófono como *Le management des ressources technologiques* (Morin y Seurat, 1987).

Hoy se reconoce por representantes de todos los sectores en México que la innovación es pieza clave en el logro de una mejor posición competitiva de las empresas, las regiones y el país mismo. Sin embargo, muy pocos reconocen, o señalan, la importancia de que esa innovación, y lo que implica, sea un fenómeno que puede y debe ser gestionado por las organizaciones y sus profesionales. Por ejemplo, en la *Propuesta de una Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación* elaborado por el Foro Consultivo Científico y Tecnología (2007) se menciona 335 veces el término innovación, pero menciona una sola vez el término “gestión de la tecnología”, y cero veces el de “administración de tecnología”. Por supuesto, esto solo nos da una idea sobre la escasa importancia que dan al tema algunos especialistas de política científica y tecnológica en México.

Aunado a lo anterior, existe un cierto vacío teórico y de estudios de caso sobre cómo las empresas innovadoras en México realizan la gestión de sus tecnologías y por qué razones la llevan a cabo y, de manera específica, sobre cómo y por qué desarrollan e implantan sus prácticas o procesos clave de gestión de tecnología²⁰. Por un lado, la literatura sobre innovación tecnológica en empresas mexicanas se ha concentrado en el análisis de las características de las empresas innovadoras (Corona, 1997; Corona, 2001), la identificación de las capacidades tecnológicas y su construcción, así como el comportamiento innovador en algunos sectores (Constantino, 2000; Gonsen y Jasso, 2000; Villavicencio y Arvanitis, 2001; Santos, 2001, de Gortari, 2001; Simón y Rueda, 2002; Villavicencio *et al.*, 2005, Estrada, 2006), la modernización y el cambio tecnológico como proceso social complejo (Aboites, 1992; Santos, 1994; Santos, 2000; Lezama, 2000; Aboites y Dutrénit, 2003), el aprendizaje tecnológico y la acumulación de capacidades tecnológicas, desde la perspectiva del cambio tecnológico y de la economía evolucionista (Villavicencio *et al.*, 1995; Lara, 1998; Vera-Cruz, 2003; Sampedro, 2003; Arias, 2004), o la innovación de sus operaciones (Irusta y Fernández, 2000). No obstante, estos estudios no han analizado cómo gestionan tecnología las empresas innovadoras, ni lo que los motiva a ello, ni tampoco la relación entre ésta gestión de tecnología y su capacidad de innovación.

²⁰ Para los fines de este proyecto, se consideran *procesos clave de gestión de tecnología* aquellos procesos que cumplen con las siguientes características: a) Aportan valor a la innovación tecnológica, y establecen un marco de relaciones entre la tecnología, las capacidades de la empresa y los objetivos del negocio (Phaal *et al.*, 1998; Christensen y Overdorf, 2000); b) Impactan directamente en la búsqueda de cumplimiento de requisitos y expectativas (tecnológicas) de los clientes y genera ventajas competitivas para la organización (Basado en García y Tavera, 2008, p. 197); c) Son procesos que sólo la empresa posee en los mercados donde compite, o que solo ella posee en ciertas etapas de evolución de la industria o sector, y ello le proporciona ciertas ventajas competitivas (Abernathy y Utterback, 1978); d) Son procesos especializados, propios del sector, que han sido obtenidos gracias a alianzas estratégicas o vía métodos complejos de adquisición (OECD, 1992); y e) Son procesos que el personal de la empresa domina a profundidad (Wilson y Harsin, 1998).

La literatura que aborda aspectos o prácticas de gestión de tecnología en empresas mexicanas ha puesto énfasis en cuestiones tales como: el abordaje de la variable tecnológica desde una perspectiva integral (Giral y González, 1986), el manejo de la variable tecnológica a nivel de centro empresarial de I+D y (Galán *et al.*, 1990; ADIAT, 1991), la identificación de actividades de gestión tecnológica realizadas en proyectos de innovación (Medellín *et al.*, 1993; Medellín *et al.*, 1994), y en empresas de la industria química (Medellín, 1995b; Pedroza *et al.*, 2003), las actividades de gestión tecnológica en empresas medianas (Pedroza y Suárez, 2003), la relación entre gestión tecnológica y competitividad en PYMES innovadoras (Pedroza y Sánchez, 2005), los procesos y actividades específicos de gestión de tecnología que se realizan en organizaciones de investigación públicas (Figuroa, 2003), y sobre el rol que juegan los agentes traductores en la construcción de nuevas competencias y prácticas en empresas innovadoras (Santos y de Gortari, 2008). Estos estudios, sin embargo, no profundizan en *cómo se gestiona tecnología* en empresas innovadoras ni *por qué* razones. Si bien, dos estudios basados en información difundida por el Premio Nacional de Tecnología (PNT), y en documentos públicos, han reportado ciertas prácticas de gestión de tecnología que realizan un par de empresas farmacéuticas en México, ambas ganadoras del PNT (Pedroza y Suárez, 2003; Pedroza y Sánchez, 2005). Las empresas analizadas fueron Laboratorios Sophia y Probiomed.

Por su parte, el Premio Nacional de Tecnología (PNT) publica cada año una síntesis de las prácticas de gestión de tecnología reportadas por organizaciones ganadoras del premio, donde se muestran aspectos importantes de la gestión de tecnología, a criterio de las propias empresas, pero donde no se presenta de forma integral, tampoco detallada, cómo se gestiona la tecnología en la organización, ni como han desarrollado sus procesos clave de gestión de tecnología, ni cuál ha sido su propósito organizacional (Premio Nacional de Tecnología, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2008b)²¹.

En relación a esto último, se ha podido identificar que la mayoría de las empresas innovadoras mexicanas, ganadoras del Premio Nacional de Tecnología, no estructuran sus prácticas y procesos como parte de un sistema de gestión de tecnología tal que les proporcione congruencia, sistematización, capacidad de dominio y eficacia, y que les permita ser más innovadoras. Aunque realicen actividades de I+D, innovación y gestión de tecnología, e inclusive cuenten con algún modelo, carecen casi siempre de un sistema de gestión de tecnología y de

²¹ Diversos investigadores documentaron con el apoyo económico de CONACYT lo que denominaron *prácticas de creación de valor* en empresas innovadoras (ADIAT, 2005). Las prácticas estudiadas fueron: *Modelo de negocio para el desarrollo tecnológico* en PGSA y Bioclon; *Planeación tecnológica* en Delphi y Laboratorios Sophia; *Posicionamiento competitivo* en Schering Plough y Six Sigma Networks; *Aprovechamiento de patentes para el desarrollo tecnológico* en Hylsa y Arroba Ingeniería; y, *Fuentes de financiamiento para apoyar el desarrollo tecnológico* en Peñoles y Farmaquimia.

un método que les permita implantarlo (Medellín *et al*, 2005; Pedroza y Sánchez, 2005).

De igual manera, son escasas las prácticas empresariales publicadas de diseño e implantación de modelos de gestión de tecnología. En un reciente de trabajo donde se analizó la experiencia de 10 empresas ganadoras del Premio Nacional de Tecnología se encontró que son pocas las organizaciones que cuentan con un modelo desarrollado y probado de gestión de tecnología. Estas organizaciones son grandes empresas que cuentan con laboratorios o centros de investigación y desarrollo (I+D). Lo que reportan la mayoría de las empresas analizadas son actividades de gestión de tecnología que no están integradas en modelo o sistema alguno de gestión de tecnología, o bien que responden a modelos de negocios, de desarrollo o innovación de producto (Medellín y Borja, 2005a).

Con base en lo anterior y dada la importancia de saber administrar con efectividad los recursos tecnológicos de las empresas así como sus procesos de innovación, es conveniente, por lo tanto, realizar estudios a profundidad que permitan conocer los propósitos y prácticas de gestión de tecnología en México para saber cómo se llevan a cabo, y conocer de primera mano si estas prácticas refuerzan o no las actividades de innovación de las empresas. Para ello, se requiere un trabajo de investigación que permita explorar, interpretar y explicar el fenómeno, y dado que se busca “examinar eventos contemporáneos, donde las conductas relevantes no pueden ser manipuladas” (Yin, 1994, p. 8), que “se trata de problemas emergentes no previamente estudiados en la literatura (...), y que se busca el entendimiento del fenómeno en cuestión formulando nuevas hipótesis más que probando hipótesis pre-existentes” (Aggeri y Segrestin, 2007, pp. 40-41), se decidió por el autor utilizar con ese fin una metodología de investigación de estudio de caso.

La realización de este tipo de estudios tiene implicaciones no sólo teóricas sino también prácticas, pues en la medida que se conozca cómo gestionan sus tecnología las empresas, y que se identifiquen y conozcan mejor las prácticas o procesos empresariales de gestión de tecnología, los gerentes o gestores de tecnología contarán con mejores instrumentos conceptuales y gerenciales para realizar su trabajo. Por otro lado, la utilización del estudio de caso como método y estrategia de investigación, no solo permite el examen de eventos actuales, y el uso de fuentes múltiples de evidencia (Yin, 1994, p. 8), sino que aporta herramientas de utilidad metodológica para investigadores y estudiosos de la gestión de tecnología.

Lo planteado en los párrafos anteriores esboza un conjunto de razones por la que se llevó a cabo este trabajo de investigación doctoral y la metodología seleccionada.

1.5 La pregunta de investigación

El tema de cómo las empresas innovadoras en México gestionan su tecnología, y por qué razones, está ausente de la literatura mencionada. Lo mismo puede decirse sobre el análisis de los principales procesos clave de gestión de tecnología que se llevan a cabo en las empresas innovadoras.

En vista de lo anterior esta investigación intenta llenar esta brecha teórica sobre la gestión de tecnología en México, mostrando evidencia empírica sobre cómo y por qué algunas empresas gestionan su tecnología, y qué relación existe entre esta capacidad de gestión tecnológica y su actividad innovadora.

La utilización del método del estudio de caso permitió una mejor comprensión de dichos procesos o prácticas de gestión de tecnología, y ayudó a explicar cómo las empresas han generado las condiciones necesarias para ser, y mantenerse, innovadoras en las condiciones actuales.

Dado que se utilizó el método de estudio de caso, la pregunta de investigación se relaciona estrechamente al objetivo planteado en el siguiente apartado. La pregunta guía, central, del trabajo, a responder es:

- ¿Cómo y por qué gestionan su tecnología las empresas innovadoras mexicanas?

Para responder a dicha pregunta se realizó trabajo de investigación de campo: se realizaron estudios de caso a profundidad en cuatro empresas mexicanas de características distintas, donde se realizaron entrevistas a profundidad con personal directivo, gerencial y de operación²². Las características de las empresas estudiadas, y las razones para su selección, se describen en la sección 3.7 del capítulo 3 de esta tesis.

Con los resultados de estas entrevistas, y la revisión documental correspondiente, se construyeron los casos que se incluyen en los capítulos 4 a 7 de esta tesis, y cuyo análisis cruzado se incluye en el capítulo 8 de la misma. Con la información obtenida se respondió a la pregunta de investigación, y se aportan elementos empíricos que dan pie a propuestas de política y a la formulación de otros temas y preguntas de investigación.

²² Previamente se realizó un estudio exploratorio en 25 empresas innovadoras en México ganadoras del Premio Nacional de Tecnología entre 1999 y 2007 con la finalidad de identificar cuáles eran las características relevantes y principales prácticas de su gestión de tecnología. Parte de los resultados obtenidos se pueden consultar en Medellín (2009). Este estudio exploratorio aportó elementos (temas, preguntas) para diseñar el cuestionario que se utilizó en esta tesis para la investigación de campo, mismo que se muestra en el Anexo I.

Para contestar la pregunta de investigación esbozada aquí se planteó el objetivo de investigación que se expone en el siguiente apartado.

1.6 Alcance y objetivo de investigación

Saber cómo y por qué gestionan tecnologías las empresas innovadoras en México implica hacer el examen de eventos contemporáneos sobre los cuáles el investigador tiene poco o ningún control, características propias de la estrategia de investigación de estudio de caso señalada por Yin (1994).

Se revisó el estado del arte a nivel internacional sobre la materia con el fin de afinar el marco teórico de la investigación, así como la pregunta a responder. En este sentido, el autor de esta tesis se ha referido a la literatura sobre el tema, y a partir de ello ha retomado argumentos, enfoques y sugerencias sobre cómo abordar la problemática a investigar. En el capítulo 2 de esta tesis se presenta el marco teórico de la investigación, integrado a partir de una revisión exhaustiva de la literatura publicada sobre gestión de tecnología en empresas.

Para obtener una mejor comprensión de la teoría, sus principales enfoques, autores y aportaciones, la revisión se acotó a las siguientes áreas temáticas, tomando en cuenta el método de investigación y las fuentes de evidencia utilizadas, así como la unidad de análisis usada:

- Literatura sobre gestión de tecnología e innovación.
- Literatura sobre estrategia y capacidades tecnológicas.
- Literatura sobre el significado y alcance de la gestión de tecnología.
- Literatura sobre modelos de gestión de tecnología.
- Literatura sobre diseño organizacional para la innovación.
- Literatura sobre empresas innovadoras y sus prácticas.

Esta revisión permitió identificar algunos aspectos clave, teóricos y metodológicos, de la gestión de tecnología en empresas innovadoras en otros contextos nacionales o regionales, que se consideran en la presente investigación, a saber:

- El conocimiento de los modelos o enfoques de gestión de tecnología que las empresas utilizan y su utilidad.
- El conocimiento de las prácticas y retos organizacionales que plantea la gestión del desarrollo de nuevos productos, la construcción de plataformas tecnológicas, la construcción de capacidades esenciales y la participación en redes de innovación.
- El saber cómo se diseña y ejecuta la estrategia tecnológica en la empresa.
- El conocimiento sobre cómo se organiza y estructura una organización innovadora.

- El conocimiento sobre cómo las empresas participan en procesos de innovación extendida y por qué.
- El uso de diversas fuentes de evidencia y sujetos de investigación (informantes clave).
- El conocimiento de propuestas metodológicas que aportan elementos sobre cómo enfocar el estudio del fenómeno de innovación, la mejora de las prácticas de gestión de proyectos y los procesos de gestión de tecnología.
- El uso del estudio de caso y el análisis documental de empresas innovadoras para explicar cómo las empresas gestionan su tecnología e innovación.

El marco teórico que surgió de ello sustentó la importancia de buscar respuesta al siguiente *objetivo* que se planteó para esta investigación:

- Investigar tres empresas mexicanas de naturaleza, tamaño y sectores diferentes, que han mostrado capacidad de innovación de producto, proceso, organización o mercadotecnia, aunque con distintos niveles de desarrollo, con el fin de conocer cómo y por qué gestionan sus tecnologías, completando la investigación con el estudio de una cuarta empresa, no innovadora, que sin embargo lleve a cabo algunas actividades de gestión de tecnología en su operación.

Durante los meses de abril a julio de 2009 se llevaron a cabo una serie de visitas a tres de las empresas (Innovamédica, Cidec Carso y Caismex²³) para la realización de las entrevistas a profundidad, y para un mejor conocimiento del proceso de producción y de su forma de operación. Debido a la contingencia sanitaria por la Gripe AH1N1 en esos meses, la cuarta empresa, empresa Cebadas y Maltas no permitió visitas a sus instalaciones, pero los directivos de la misma respondieron por correo electrónico los cuestionarios enviados, si bien el autor de este trabajo ya había visitado antes la empresa, en un par de ocasiones, para conocerla.

1.7 Hipótesis de trabajo

La *hipótesis de trabajo* es la siguiente:

Una empresa donde se gestiona tecnología con sentido estratégico, estructura organizacional adecuada, que cuenta además con capacidad desarrollada de ejecución de procesos y proyectos tecnológicos, y de obtención de tecnologías y conocimientos de fuentes diversas, tiene mayores posibilidades de producir innovaciones de diversos tipos.

²³ Caismex, S.A. de C.V. es un nombre ficticio. A petición de los representantes de la empresa no se utiliza en esta tesis el nombre real de la misma. Aceptaron que se publique el caso pero sin dar conocer su razón social.

Cabe precisar que el *sentido estratégico* se refiere a contar con una estrategia tecnológica claramente definida y alineada con la estrategia de negocios de la empresa; la estructura organizacional adecuada es la organización de tareas, autoridades y responsabilidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación dentro de la organización; y la capacidad de organización y ejecución de procesos tecnológicos se refiere a la capacidad de los empleados de la empresa para diseñar, realizar, evaluar y mejorar procesos de gestión tecnológica.

Por su parte, y como se discute en la sección 2.4, a la capacidad de ejecutar proyectos tecnológicos y de acceder a conocimientos y tecnologías de fuentes externas se le denomina en esta tesis *capacidad de innovación*. Desarrollar ésta última implica, en este contexto, que se debe contar con habilidades y conocimientos necesarios para realizar actividades tecnológicas de mayor complejidad, tales como investigación básica, diseño e ingeniería, innovación de producto y proceso, vinculación para la realización de proyectos de I+D, y licenciamiento de tecnología a terceros.

El marco analítico en que se basa la hipótesis de trabajo se desarrolló a partir de la revisión de la literatura publicada sobre el tema²⁴.

1.8 Estructura de la tesis

Esta tesis contiene nueve capítulos - cuyo nombre, contenido y alcance se comentan de forma breve en la tabla 6 que se muestra a continuación-, una sección de referencias bibliográficas, y once anexos que contienen herramientas metodológicas empleadas en esta investigación, información adicional de las empresas estudiadas e información complementaria sobre las percepciones de los entrevistados sobre condiciones y contexto para la innovación.

²⁴ Véase el Capítulo 3, en particular el apartado 3.4.5 y la Figura 5.

Tabla 6. Estructura de la tesis doctoral

Capítulo	Título	Descripción	Observaciones
1.	Introducción	Este primer capítulo presenta el planteamiento del problema a investigar, el contexto de la investigación, su justificación, la pregunta de investigación, el alcance y objetivo de la misma, una hipótesis de trabajo, y la estructura de la tesis.	En la etapa siguiente se discute cómo en la literatura se ha tratado el tema de investigación, y su utilidad para entender mejor la pregunta de investigación que se plantea.
2.	Gestión de tecnología y capacidad de innovación en la empresa	En este capítulo se discute la literatura relevante sobre modelos, variables, procesos y resultados de la gestión de tecnología, así como sobre capacidad de innovación en la empresa, y condiciones y contexto para la innovación.	Se esboza un marco teórico a partir de la revisión de la literatura sobre dichos temas. Este marco se desarrolla en el capítulo siguiente.
3.	Estrategia de investigación	En este capítulo se discute por qué se seleccionó la estrategia de investigación de estudio de caso. Se presenta el diseño de la investigación, se identifican las categorías y subcategorías de análisis a utilizar y se propone un marco analítico de gestión de tecnología en empresas innovadoras para la investigación, se comentan las fuentes de evidencia, y el método usado de recolección de evidencias.	Una vez que se cuenta con el diseño de la investigación, el siguiente paso es realizar el trabajo de investigación empírica, cuyos resultados se presentan en los siguientes cuatro capítulos.
4, 5, 6 y 7.	Los estudios de caso	En estos cuatro capítulos se presentan los reportes de los estudios de caso de las cuatro empresas, se resumen y analizan. Se plasman los resultados de la de la investigación en campo.	La investigación de campo ha concluido, y se analizan los casos utilizando el marco propuesto de análisis de la gestión de tecnología en empresas innovadoras. Se utiliza también un caso de una microempresa, no innovadora.

8.	Análisis de los estudios de caso	Se presenta en este capítulo un análisis comparativo de cómo y por qué gestionan tecnologías las cuatro empresas investigadas, se comenta su capacidad de innovación, y los resultados que obtienen de ello. Se elabora una tipología de empresas con base en la investigación empírica.	En este capítulo se presenta una síntesis de los aspectos más relevantes discutidos en los capítulos 4 a 7 de la tesis, y se realiza un análisis cruzado de casos.
9.	Conclusiones de la investigación	En este capítulo final se discuten los hallazgos y contribuciones de esta investigación. Se presentan algunas recomendaciones y se esbozan futuras líneas de investigación.	En este capítulo se resaltan los aspectos relevantes de la investigación, los principales hallazgos y las aportaciones para un mejor entendimiento de cómo las empresas innovadoras realizan su gestión de tecnología y por qué motivos.

Fuente: Elaboración propia.

2. Gestión de tecnología y capacidad de innovación en la empresa

2.1 Contenido del capítulo

Como se señaló en la sección anterior, uno de los aspectos de la gestión de tecnología que menos atención está recibiendo por los estudiosos del tema es la relación que existe entre la gestión de tecnología y aquellos elementos que explican el propósito, la organización, los actores, los procesos y las tareas de la gestión de tecnología que se realiza en empresas innovadoras, sean éstas de base tecnológica o no, así como en empresas que no llevan a cabo innovaciones.

Existe literatura científica diversa y abundante sobre gestión de tecnología en empresas innovadoras, pero la gran mayoría de los textos publicados se basan en casos de grandes empresas transnacionales de los países con mayor nivel de desarrollo, y existen muy pocos estudios que aborden el fenómeno mencionado en empresas de menor tamaño, así como en empresas de países con menor nivel de desarrollo, como es el caso de México.

El objetivo de este capítulo es revisar las teorías que sustentan la investigación, así como la evidencia empírica encontrada, publicada, que justifica el uso de tales teorías.

En la sección 2.2 se analiza la literatura que se ha publicado sobre el tema de gestión de tecnología, en particular aquella que trata sobre su significado y propósito, sobre los modelos más citados de gestión de tecnología a nivel internacional y nacional –que esbozan el contenido y alcance de sus funciones, procesos y elementos clave-; y en base a ello se plantea qué se entiende por gestión de tecnología en esta tesis.

En la Sección 2.3 se revisa literatura que aborda los temas relacionados con el enfoque estratégico de la gestión de tecnología, con la manera como las empresas estructuran, se organizan y desarrollan sus procesos de gestión de tecnología, y con el rol que juegan los gestores de tecnología.

En la sección 2.4 se analiza la literatura que aborda el tema de capacidad de innovación en la empresa, algunas propuestas que se han hecho sobre cómo medir el desempeño innovador y sobre cómo conceptualizar las capacidades tecnológicas de la empresa, y se especifica lo que se entiende por capacidad de innovación en esta tesis.

En la sección 2.5 se discute lo que han planteado diversos autores sobre las condiciones necesarias para que la innovación pueda darse en las empresas; y en la sección 2.6 se analiza cuáles son los resultados e indicadores que se emplean para evaluar el desempeño de la gestión de tecnología en las empresas.

2.2 Propósito y modelos de gestión de tecnología

En esta sección se analiza el significado y propósito de la gestión de tecnología tal ha como ha sido propuesto por diversos autores, los principales modelos que se han publicado de gestión de tecnología a nivel internacional así como el modelo de gestión de tecnología que utiliza el Premio Nacional de Tecnología de México, y se presenta una comparación sobre el alcance de dichos modelos. Se precisa también cuál es la definición de gestión de tecnología que se usa en esta tesis.

2.2.1 Significado y propósito de la gestión de tecnología

La gestión de tecnología es una disciplina en desarrollo, reciente y heterogénea, que surgió como respuesta a la necesidad de las empresas de atender los requerimientos e impactos de los cambios provocados por la revolución científico-tecnológica de los últimos cuarenta años, así como para:

Establecer un equilibrio más armonioso entre todas las funciones de la empresa, especialmente en la interfaz Marketing, Investigación y Desarrollo, Producción y Gestión de Recursos Humanos; dar a los directivos el control real de los recursos tecnológicos para que los administren con la misma eficacia que los otros recursos; y aportarles de ese modo una visión más real y anticipadora de su empresa y del potencial de su desarrollo futuro (Morin y Seurat, 1987, p.32).

Como ha señalado Roberts:

Desde los sesenta, hemos asistido al reconocimiento público de la gestión de tecnología como el elemento clave en la competitividad internacional, tanto en el terreno militar como en el comercial, abarcando preocupaciones sobre cómo realizar de forma eficaz el diseño de productos y procesos, el desarrollo y la aplicación. La necesidad de un trabajo académico profundo en los temas de gestión, involucrados en la tecnología, ha sido crecientemente reconocida y estudiada por académicos y directivos con visión de futuro (1996a, pp. 11-12).

La mayoría de los trabajos consultados hacen referencia explícita o implícita a los conceptos propuestos por el *Task Force* sobre Gestión de Tecnología que apadrinó la National Research Council, y presidió Richie Herink, en 1987. Este grupo propuso la siguiente definición:

La gestión de tecnología es una actividad industrial y un campo emergente de la educación y la investigación que generalmente no es bien reconocida o no se le ha definido de manera consistente. Le concierne el proceso de manejo del desarrollo tecnológico, su implantación, y difusión en las organizaciones industriales o gubernamentales. Además de manejar el proceso de innovación a través de la investigación y desarrollo, incluye el manejo de la introducción y uso de la

tecnología en productos, en procesos de manufactura, y otras funciones corporativas (National Research Council, 1987, p.9).

También planteó este grupo que la gestión de tecnología:

Vincula la ingeniería, la ciencia y las disciplinas administrativas para planear, desarrollar e implantar capacidades *tecnológicas* con la finalidad de conformar y llevar a cabo los objetivos estratégicos y operacionales de una organización.

¿De qué otra manera se ha abordado?

Se ha planteado que la gestión de tecnología:

Se ocupa de los problemas de decisión, a todos los niveles, relacionados con la creación y utilización de activos y capacidades tecnológicas; su impacto sobre los individuos, organizaciones, sociedades y naturaleza; y la reconciliación de las consecuencias económicas, sociales y ambientales de las innovaciones tecnológicas (Bayraktar, 1990, p. 1169).

Se ha definido también la gestión de tecnología como (Edosomwan, 1989, p. 16):

Un método de operación que apalanca recursos humanos, tecnología y otros activos del negocio para optimizar las relaciones entre las funciones tecnológicas de toda la empresa. Es un proceso que integra ciencia, ingeniería y administración con investigación, desarrollo de producto y fabricación con el fin de lograr las metas y objetivos operacionales de la empresa de manera efectiva, eficiente y económica. Incluye también el manejo de la totalidad de las operaciones tecnológicas desde la concepto de producto hasta su comercialización.

De manera muy similar, Gaynor (1988, p. 792) estableció que la gestión de tecnología a nivel de empresa es un proceso de integración de las diversas disciplinas de ciencia e ingeniería, las funciones esenciales y relacionadas de la administración, con el fin de lograr los objetivos operacionales del negocio. Incluye la totalidad de las actividades desde la identificación del concepto en la investigación hasta la producción de un producto o servicio vendible.

Clarke *et al.* (1989, p. 217), por su parte, indicaron que la gestión de tecnología es el término que utilizan para referirse a los aspectos organizacionales y al proceso involucrado en el desarrollo e implantación de un enfoque estratégico a la tecnología. Incluye la evaluación de la posición de la empresa en sus tecnologías de producto y proceso, esto es, la auditoría tecnológica. De igual manera, involucra la incorporación de una perspectiva tecnológica dentro de la estrategia corporativa total así como la implantación de esa estrategia para distribuir habilidades tecnológicas entre diferentes partes de la empresa y para "asignar" tecnología a objetivos y áreas específicas. La gestión de tecnología incluye el "área crítica" de asignación de fondos para diferentes medios de adquisición o explotación.

La gestión de tecnología se ha concebido también como el uso de técnicas de administración con la finalidad de asegurar que la tecnología sea utilizada como instrumento para el logro de los objetivos de la organización. Cuando esta organización es una empresa, la gestión tecnológica tiene por finalidad asegurar el uso de la tecnología como instrumento para aumentar la capacidad competitiva (Vasconcellos, 1990b).

La gestión de tecnología requiere competencias en un amplio espectro de áreas funcionales desde la I+D hasta la mercadotecnia, finanzas y otras actividades gerenciales tradicionales, lo que exige una visión interdisciplinaria y por lo tanto un *background* multidisciplinario (Chanaron y Jolly, 1999, p. 619).

Para Collins *et al.* (1991, p. 571) la práctica de la gestión de tecnología puede definirse como:

El diseño y uso de los medios necesarios dentro de las organizaciones para lograr objetivos económicos y sociales por medio de la innovación tecnológica²⁵.

Se busca que las organizaciones maximicen sus ventajas estratégicas y competitivas en el mercado, y sepan “crear una visión estratégica en su búsqueda de ventajas tecnológicas” (Roberts, 1996a, p. 29); esto es, que tomen decisiones sobre: “qué tecnologías necesita, cómo debe la tecnología implicarse en los objetivos y prioridades corporativos, cómo la tecnología debe ser desarrolladas y/o adquirida y cómo el desarrollo tecnológico dentro de la propia empresa puede beneficiarse de una coordinación y de sinergias”.

Las empresas de todo tipo y tamaño precisan utilizar la tecnología para lograr y sostener ventajas competitivas y deben, por lo tanto, adquirir las capacidades y habilidades suficientes que les permitan responder a los retos y problemas de investigación, desarrollo, producción y comercialización de nuevos procesos, productos o servicios, así como prever y asimilar el impacto que las innovaciones externas provocan en su operación.

Para lograr lo anterior, los directivos y empleados que integran las empresas deben comprender, entre otras cuestiones, la naturaleza de las tecnologías que utilizan, las implicaciones que para sus negocios tienen las innovaciones tecnológicas, el tipo de

²⁵ Collins (1991, p. 570) plantea que los *elementos clave de la gestión de tecnología* son los siguientes: “Responder a los competidores que usan la tecnología como arma estratégica; integrar la estrategia tecnológica con las otras áreas funcionales de la empresa; identificar y evaluar opciones e innovaciones tecnológicas y sus razones de éxito y fracaso; dirigir la I+D, incluyendo la determinación y definición de la factibilidad de los proyectos, reducir el tiempo del ciclo de vida del producto y simultáneamente mejorar las ganancias; integrar la tecnología dentro de todos los aspectos de la organización; implantar nuevas tecnologías en productos y procesos que generen habilidades en el personal, monitorear y planear la obsolescencia y reemplazo de equipos y procesos, y adaptar procesos para productos en mercados segmentados”.

respuestas estratégicas y operacionales a poner en práctica, los desafíos organizacionales que plantean los cambios tecnológicos, y los requerimientos para poder competir en mercados cada vez más exigentes y dinámicos. Estos retos, situaciones y respuestas empresariales conforman el sustrato práctico y teórico de lo que se ha denominado la *gestión de tecnología*.

2.2.2 Modelos de gestión de tecnología

Desde mediados de los años ochenta se han planteado, a nivel nacional e internacional, diversos modelos y enfoques de gestión de tecnología. Surgieron en Estados Unidos, en Francia y, con el impulso de ONUDI y la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC), en México y otros países de América Latina. Estos modelos tienen en común la concepción de que la gestión de tecnología se desarrolla con el fin de apoyar los procesos de innovación tecnológica y la competitividad de las organizaciones empresariales.

El primer antecedente importante es el ya mencionado enfoque multidisciplinario que propuso el Grupo de Trabajo sobre Gestión de Tecnología, integrado por el Consejo Nacional de Investigaciones (NRC) de Estados Unidos, presidido por Richie Herink, que publicó en 1987 su reporte *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*, si bien este grupo de especialistas no lo denomina modelo de gestión tecnológica. En su propuesta identificaron las responsabilidades específicas o asuntos de la gestión de tecnología que se indican en la Tabla 7, también identificados como temas de investigación en la materia en el momento del estudio, y que caen en el área que vincula la administración, la ingeniería y la ciencia. Este grupo identificó también ocho necesidades primarias en gestión de tecnología que la industria norteamericana encaraba en este momento, que podrían ser importantes para su futura competitividad (National Research Council, 1987, pp. 19-20):

1. ¿Cómo integrar la tecnología en los objetivos estratégicos globales de la empresa?
2. ¿Cómo adquirir tecnologías dentro y fuera de la empresa de manera más rápida y eficiente.
3. ¿Cómo evaluar más de forma más efectiva la tecnología?
4. ¿Cómo llevar a cabo la transferencia de tecnología de la mejor manera?
5. ¿Cómo reducir el tiempo de desarrollo de nuevos productos?
6. ¿Cómo manejar proyectos/sistemas grandes, complejos, interdisciplinarios o interorganizacionales?
7. ¿Cómo manejar el uso interno de la tecnología en las organizaciones?
8. ¿Cómo apalancar la efectividad de los profesionales técnicos?

Tabla 7. Asuntos y responsabilidades específicas de la gestión de tecnología

1. Responsabilidades estratégicas/ de largo plazo relacionadas con tecnología	2. Responsabilidades de política inter-funcional relacionadas con la tecnología
<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de la innovación. • Planeación estratégica de I+D, Ingeniería y Operaciones. • Políticas nacionales e internacionales (regulaciones, comercio, ambiente). • Pronóstico tecnológico. • Evaluación de tecnologías. • Alianzas tecnológicas. • Vínculo de mercadotecnia con áreas técnicas (concepto, diseño y soporte de producto). • Manejo del cambio tecnológico (obsolescencia, discontinuidad). • Negociaciones de adquisición y <i>joint ventures</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emprendimiento interno. • Transferencia de tecnología. • Diseño de sistemas sociotécnicos (interfase hombre/máquina). • Interfases organizacionales: <ul style="list-style-type: none"> a) Mercadotecnia con I+D. b) Fabricación con I+D. c) Administración con I+D.
3. Responsabilidades de I + D + Ingeniería + Operaciones	4. Servicios y asuntos de soporte tecnológico
<ul style="list-style-type: none"> • Administración de proyectos (internos y multiorganizacionales, pequeños y grandes, simples y complejos). • Manejo de profesionales y de organizaciones técnicas. • Manejo de la calidad y la productividad. • Productividad a través de la tecnología. • Gestión de las crisis. • Gestión de sistemas y procesos de I+D. • Desarrollo de nuevos productos. • Gestión de fuerza de ventas. • Capacitación de gerentes de I+D y de tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y uso de sistemas de gestión de la información. • Gestión de recursos humanos, negociaciones contractuales. • Aspectos legales de propiedad intelectual, <i>joint ventures</i>, licenciamiento. • Análisis de riesgo y beneficios. • Economía de la tecnología. • Impactos éticos y sociales. • Sistemas expertos en gestión de la tecnología.

Fuente: National Research Council, 1987, p. 13.

Casi en paralelo, Jacques Morin y Richard Seurat publicaron en Francia, en 1987, su libro *Le management des ressources technologiques*²⁶. Los autores plantearon la necesidad de completar la profesionalización de la gestión empresarial incorporando a ella la dimensión tecnológica, y de esta forma establecer un equilibrio más armonioso entre todas las funciones de la empresa, de manera especial en la interfaz con marketing, investigación y desarrollo (I+D), producción y gestión de recursos humanos; dar a los directivos el control real de dichos recursos tecnológicos para que los administren con la misma eficacia que los otros

²⁶ La Fundación Cotec de España lo publicó en español en 1998, en su Colección Clásicos Cotec, con el título: *Gestión de los Recursos Tecnológicos*.

recursos; y aportarles de este modo una visión más real y anticipadora de su empresa y del potencial de su desarrollo futuro. Para lograrlo, los autores propusieron un modelo de seis funciones clave de la gestión de los recursos tecnológicos, tres de ellas activas y tres de apoyo, que se indican en cursivas y cuyo significado se describe a continuación (Morin y Seurat, 1998, pp. 32-33):

a) Tres funciones activas:

- *Optimización*: procurar, siempre, obtener el mejor partido del patrimonio tecnológico y de sus componentes, valorizando al máximo sus potencialidades.
- *Enriquecimiento*: conseguir que el patrimonio aumente o, al menos, que no se devalúe.
- *Protección*: combatir todo suceso, tanto externo (acciones de la competencia) como interno (gestión deficiente de los recursos tecnológicos), que pueda atentar contra la integridad del patrimonio; pero también protegerlo para no perder el beneficio de la optimización.

b) Tres funciones de apoyo:

- *Inventario*, para conocer a fondo el patrimonio a gestionar.
- *Evaluación*, para valorarlo en su justo término, en función de criterios precisos y fijados de antemano.
- *Vigilancia*, para adquirir información del entorno y detectar las señales fuertes o débiles que indiquen amenazas o que sugieren oportunidades²⁷.

En América Latina, la Asociación Latino Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC) ha jugado un rol importante en la propuesta, difusión e intercambio de conceptos, ideas, proyectos, sobre el significado, alcance, enfoques y experiencias de gestión de tecnología en la región, de forma especial a través de los seminarios internacionales que organiza cada dos años desde hace más veinticinco años y de sus publicaciones. Algunos de sus miembros, desde el

²⁷ Ahora se le llama monitoreo o vigilancia tecnológica, entre otras acepciones. Según Escorsa y Valls (2005, p. 90): "La vigilancia tecnológica consiste en realizar de manera sistemática la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones técnicas útiles para la supervivencia y el crecimiento de la empresa. Debe alertar sobre toda innovación científica o técnica susceptible de crear oportunidades o amenazas". Escorsa y Maspons (2008, p. 118), sugieren que la empresa puede organizar su vigilancia en cuatro ejes, que responden a los factores determinantes de la competitividad propuestos por Porter (1982): 1) *Vigilancia competitiva*, que se ocupa de la información sobre los competidores; 2) *Vigilancia comercial*, que estudia los datos sobre proveedores y clientes; 3) *Vigilancia tecnológica*, que se ocupa de las tecnologías disponibles o de reciente aparición; y, 4) *Vigilancia del entorno*, que se ocupa de la detección de hechos externos que puedan condicionar el futuro en áreas como la sociología, la política, el medio ambiente, las reglamentaciones, etc.

Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM, propusieron un modelo que denominaron “*Calendario azteca*” de la gestión tecnológica (Cadena et al., 1986, pp. 84-85). En él identifican un conjunto de temas, conocimientos y habilidades de gestión tecnológica que son requeridos, entre otras prácticas, para el ejercicio de la función de jefe de proyectos de innovación tecnológica en una organización, a saber: innovación tecnológica; planeación estratégica institucional; diseño y estructuración de organizaciones; mercadotecnia institucional, de proyectos y servicios; planeación y control de proyectos de I+D; transferencia horizontal y vertical de tecnología; vinculación; experiencias y teorías gerenciales; evaluación de desempeños (institucionales, de departamentos, programas y proyectos, e individuales); planeación del desarrollo tecnológico nacional. Sin embargo, en su libro, los autores mostraron el esquema propuesto pero no lo explicaron ni lo desarrollaron.

En el ámbito brasileño, Vasconcellos (1990b) propuso un modelo integrado de gestión que involucra las fuentes externas de tecnología, las formas de adquisición de tecnología, las funciones básicas donde se desarrolla el proceso de gestión tecnológica (estrategia y auditoría tecnológica, estructuración de la función tecnológica, implantación y evaluación), los productos intermedios que se obtienen y el resultado final de dicho proceso (el aumento a la competitividad de la empresa).

Otro modelo conocido, sobre todo en el ámbito académico, fue el propuesto por Badawy en 1998 con el fin de proporcionar un punto de partida para conceptualizar la gestión de tecnología. Como se observa en la Tabla 8, en su modelo se identifican los procesos y resultados que se corresponden con las fases o espectro de la gestión de tecnología en una organización: planificación y desarrollo, aplicación de la tecnología, difusión de la tecnología y cambio tecnológico.

Tabla 8. Conceptualización de la gestión de tecnología: un modelo propuesto

Fases/Espectro	Proceso	Resultado
Planificación y desarrollo de la tecnología.	Investigación básica. Investigación aplicada. Desarrollo.	Nuevo conocimiento. Invenciones. Innovación.
Aplicación de la tecnología.	Diseño de productos. Desarrollo de productos. Desarrollo de procesos. Integración.	Incorporación y uso de la tecnología en los productos, procesos de fabricación y otras funciones corporativas
Difusión de la tecnología.	Evaluación de la tecnología. Marketing y distribución de la tecnología.	Productos, procesos y servicios nuevos o mejorados.
Cambio tecnológico.	Predicción de la tecnología. Evaluación de la tecnología. Sustitución de la tecnología.	Reevaluación y utilización de la tecnología.

Fuente: Badawy, 1998, p. 105.

En otras latitudes, M. J. Gregory, profesor de la Universidad de Cambridge, propuso un modelo de gestión de tecnología (llamado *T-Map*) que abarca cinco procesos de gestión de tecnología. Estos son: identificación, selección, adquisición, explotación y protección de tecnologías en la empresa (Gregory, 1995; Phaal *et al.*, 1998; Probert *et al.*, 2000, Phaal *et al.*, 2001). El proceso de *identificación* se enfoca a tecnologías que no forman parte de la base tecnológica, aunque puedan tener un impacto significativo sobre las actividades actuales y futuras del negocio. El proceso de *selección* se enfoca a la evaluación de tecnologías potenciales contra un conjunto de criterios de decisión para determinar qué tecnologías deben ser soportadas y promovidas dentro del negocio. El proceso de *adquisición* se relaciona con el acceso y selección de tecnologías, así como su asimilación dentro de la organización. Al proceso de *explotación* le compete el uso de tecnologías que ya forman parte de la base tecnológica de la empresa. La explotación puede involucrar la aplicación, la combinación o el desarrollo incremental de tecnologías para satisfacer una oportunidad de mercado que ha sido identificada, o la realización de su valor a través de la licencia, venta o *joint venture*. El proceso de *protección* se relaciona con la necesidad de reconocer y proteger la ventaja comercial que puede general el control de tecnologías clave.

Más cercano en el tiempo, en 1999, especialistas de la Unidad de I+D de la Manchester Business School (Inglaterra), Fundación Cotec de España, Centrim de la Universidad de Brighton (Inglaterra), Instituto para la Gestión de la Innovación de la Universidad de Kiel (Alemania), y la empresa española Socintec, propusieron una serie de pautas metodológicas que están contenidas en dos modelos de gestión de tecnología e innovación (Butler, 1999). El primer modelo “es un simple marco conceptual – una vía de gestión y monitoreo de proyectos de innovación”²⁸, que pone a la gestión de la innovación dentro de un marco de aprendizaje organizacional. Consta de cinco elementos de gestión de tecnología: vigilar, focalizar, capacitarse, implantar y aprender, que a su vez son cinco elementos del proceso de innovación. El segundo modelo integra la gestión de tecnología en el contexto multidisciplinario de negocios y desde una perspectiva holística de los mismos; es una matriz que relaciona siete renglones que corresponden a *Lo que debe ser administrado* con siete columnas que indican *Cómo el negocio debe ser administrado*. Tanto los renglones como las columnas corresponden a las mismas actividades o áreas de responsabilidad: Estrategia, Operaciones, Finanzas, Recursos Humanos, Tecnología, Calidad y Ambiente. Ambos modelos se describen en el documento denominado *Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la Innovación para Empresas. Temaguide* (Cotec, 1999), que consta de tres tomos: El Módulo I: “Perspectiva Empresarial”; el Módulo II. “Herramientas de Gestión de la Tecnología”, donde se plantea el uso de herramientas (prácticas, métodos, pautas metodológicas, técnicas) de gestión de tecnología para obtener información interna y externa a la empresa, realizar el trabajo en equipo, solucionar problemas, ejecutar el trabajo vía proyectos, y

²⁸ Butler, 1999, p.104.

mejorar la eficiencia organizacional; y, el Módulo III. “Casos Prácticos de Gestión de la Tecnología” (Cotec, 1999)²⁹.

2.2.3 El modelo del Premio Nacional de Tecnología de México

En México, el modelo más publicitado y utilizado desde 1998 es quizá el propuesto por el Premio Nacional de Tecnología (2004b). Hasta el año 2004, se utilizó un modelo de gestión de tecnología se componía de cinco componentes o criterios de evaluación: a) Planeación estratégica y tecnológica, b) Conocimiento estratégico de clientes y mercados, c) Competitividad de productos, procesos o servicios, d) Patrimonio y capacidad tecnológica, y e) Resultados de la gestión tecnológica. A partir de 2005, en base a la experiencia obtenida en sus anteriores convocatorias, el Premio Nacional de Tecnología (2005b) modificó su modelo de gestión de tecnología considerando las siguientes premisas básicas:

1. La actividad de desarrollo e innovación tecnológica de las organizaciones se fortalece e incrementa su importancia en la medida que se gestiona de forma adecuada.
2. Con la gestión de tecnología las empresas buscan maximizar sus ventajas competitivas, basadas en su capacidad de desarrollo e innovación tecnológica, y en la obtención y uso sistemático de los medios tecnológicos y organizacionales necesarios para ello.
3. La gestión de tecnología le da congruencia organizacional y método a los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de tecnologías distintivas, y de innovación tecnológica, que se realizan para crear, transformar y entregar valor a los clientes y consumidores.
4. La gestión de tecnología forma parte de las áreas de gestión de las organizaciones, en particular de aquellas interesadas en considerar la tecnología como base de competitividad de largo plazo. La gestión de tecnología complementa el esfuerzo organizacional que se realiza para agregar valor a sus productos o servicios.

²⁹ Para los autores de estas *Pautas Metodológicas*: “La gestión de tecnología incluye todas aquellas actividades que capacitan a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y la tecnología generada tanto de forma externa como interna. Este conocimiento conduce hacia una mejora de sus capacidades de innovación, de forma que ayuda a promocionar la eficacia y eficiencia de la organización para obtener ventajas competitivas. Las empresas tienen que aceptar este desafío de la innovación: deben anticiparse al futuro probable, a los efectos de sus experimentos, a las consecuencias de sus innovaciones, a las reacciones de los clientes, competidores y del entorno del negocio. Mientras la innovación es por su naturaleza un proceso aleatorio, en el mundo de los negocios ésta debe ser fruto de un proceso deliberado, guiado por la intuición humana, la inteligencia y la previsión” (Cotec, 1999, p. 26)

Así, la Oficina del PNT ha propuesto desde el año 2005 un modelo de gestión de tecnología que está compuesto de una serie de funciones y procesos de gestión de tecnología, que integran las actividades que sobre la materia se realizan en una organización comprometida con el desarrollo y la innovación tecnológica. Incluye también los resultados que la gestión de tecnología aporta a la organización (Medellín y Borja, 2005b). Las funciones propuestas de gestión de tecnología son: *vigilar, planear, alinear, habilitar, proteger e implantar*. A partir del año 2008, se eliminó del modelo la función de alineación, una parte de cuyos procesos de integraron con la función de planeación (PNT, 2008).

Los procesos que son abarcados por estas funciones son los siguientes: a) Para la vigilancia de tecnologías: *benchmarking*, elaboración de estudios estratégicos de mercados y clientes, elaboración de estudios estratégicos de competitividad y monitoreo tecnológico; b) Para la planeación de tecnología: elaboración del plan tecnológico; c) Para la alineación de la gestión de tecnología con las otras áreas de la organización: incorporación de la tecnología en las áreas de la organización e integración de la gestión de tecnología en la misma; d) Para la habilitación de tecnologías y recursos: adquisición, desarrollo, transferencia y asimilación de tecnología, gestión de cartera de proyectos tecnológicos, gestión de personal tecnológico, gestión de recursos financieros para la innovación y gestión del conocimiento; e) Para la protección del patrimonio tecnológico: gestión de la propiedad intelectual; y f) Para la implantación de la innovación: innovación de proceso, innovación de producto e innovación organizacional.

El modelo actual que utiliza el Premio Nacional de Tecnología (PNT) de México retoma el enfoque funcional usado por varios de los modelos analizados anteriormente, varios de los elementos de gestión tecnológica o actividades sugeridos por otros autores, y completado con un enfoque de procesos de gestión de la tecnología (Premio Nacional de Tecnología, 2005b). Al hacer esto, los autores del modelo reforzaron el carácter gerencial y competitivo del modelo, y lo enfocaron aún más hacia la gestión de tecnología y su impacto, tomando como esquema base de organización un modelo con tres componentes (Recursos, procesos de gestión y resultados) enmarcados por un entorno donde se indican diversos actores con los que interactúa la organización.

Como todo modelo, éste del PNT es una representación abstracta de un sistema; en este caso de un sistema de gestión de tecnología, que consta de tres componentes: a) Un objetivo claro (una misión y una serie de objetivos), b) Un conjunto de unidades funcionales con atributos claramente definidos (en este caso varias funciones y procesos de gestión de tecnología), y c) Una “morfología” de las interacciones que se dan entre las unidades funcionales, que se expresa en forma de un esquema. Para evaluar a las empresas, se hace una invitación expresa a las organizaciones que participan en el proceso de premiación para que reporten cómo hacen las cosas y cuál es su modelo de gestión de tecnología –en caso de que lo tengan-; y, a las empresas finalistas se le visita para conocer de cerca

algunas de sus prácticas y capacidades e interactuar con los responsables de las actividades tecnológicas y de innovación.

2.2.4 Comparación entre modelos de gestión de tecnología

En la Tabla 9 se presenta una síntesis de los principales modelos comentados, y se describe brevemente su contenido y alcance. Como se observa en dicha tabla, la gestión de tecnología se ha enfocado de diversas maneras, y eso se refleja en los modelos propuestos. Los hay funcionales (Morin y Seurat, 1998; Cotec, 1999), por procesos (Gregory, 1995), de acuerdo a las actividades clave detectadas en la industria y la academia (National Research Council, 1987), de acuerdo a criterios de evaluación usados por el PNT hasta 2005, y funcional y por procesos de gestión de tecnología como el modelo utilizado por el PNT de 2005 hasta la fecha.

Sin embargo, de acuerdo a su contenido, los diferentes modelos se pueden equiparar entre sí pues hay funciones, procesos o actividades que los modelos comparten, aunque con nombre diferentes: a) De forma total: vigilar, identificar o conocer mercados y clientes, proteger; b) De forma parcial: planear, focalizar o seleccionar; adquirir, desarrollar, enriquecer o capacitarse o habilitar; implantar, optimizar o explotar; e inventariar o conocer el patrimonio y capacidad tecnológica con la que se cuenta.

Hay también funciones, actividades o procesos únicos, que no se comparten con otros modelos. Es el caso de: aprender, reemplazar tecnología obsoleta, integrar la tecnología en las operaciones globales de la empresa, alinear la gestión de tecnología con las demás áreas de gestión de la empresa y, en el caso de los modelos del PNT, los resultados de la gestión de tecnología.

Por otra parte, la tabla muestra la riqueza de concepciones y el alcance que tiene la gestión de tecnología desde la perspectiva de diversos autores y organizaciones de distintas latitudes.

Tabla 9. Contenido y alcance de la gestión tecnológica en diversos modelos

Modelo NRC (1986): Elementos clave de GT en la práctica industrial	Modelo Morin y Seurat (1987): Gestión de los recursos tecnológicos (Funciones)	Modelo Gregory (1995): Procesos de gestión tecnológica	Modelo Cotec y otros (1999): Funciones y Elementos de GT e innovación	Modelo PNT México (1999-2004): Criterios de evaluación	Modelo PNT México (2005-2008): Funciones de gestión tecnológica
Planeación de capacidades tecnológicas		Seleccionar (Pronóstico, <i>benchmarking</i> , criterios de decisión, monitoreo y mejora del proceso).	Focalizar (Desarrollo de respuesta estratégica; líneas de acción que generen ventajas competitivas).	Planeación estratégica.	Planear (Planeación tecnológica).
Gestión del proceso de innovación, a través de la I+D, incluyendo la factibilidad de proyectos.	Enriquecer (Aumentar el patrimonio tecnológico vía inversión propia (I+D, formación), ajena (alianza, adquisición,) o mixta.	Adquirir (I+D interna, licencias y <i>joint ventures</i> , cambio organizacional, gestión de proyectos, inserción tecnológica)	Capacitarse (Adquirir el conocimiento necesario; dedicar capacidad y recursos para I+D o adquisición).		Habilitar (Hacerse de tecnologías y recursos para proyectos de I+D+I).
	Proteger (Salvaguardar el patrimonio, propiedad intelectual, gestión eficiente de recursos tecnológicos).	Proteger (Identificación de opciones de protección, diseño de estrategia, monitoreo).			Proteger (Protección intelectual).
Implantación de nuevas tecnologías en productos o procesos.	Optimizar (Aprovechar el patrimonio tecnológico, uso óptimo de capacidades internas y externas, valorizar potencialidades).	Explotar (Red de proveedores y clientes, desarrollo incremental, gestión de producto, activos complementarios).	Implantar (Implantar la innovación, de la idea al lanzamiento de un nuevo producto, o nuevo proceso dentro de la organización).		Implantar (la innovación de producto, proceso, organización y mercadotecnia).
Identificación y evaluación de opciones tecnológicas.	Vigilar (Adquirir información del entorno y detectar señales de amenazas u oportunidades, tendencias).	Identificar (Evaluación de tecnología, marco de preselección, vigilancia tecnológica y comercial, gestión de la información).	Vigilar (Explorar en el entorno señales de innovación potencial: oportunidades de I+D, leyes, necesidades, competidores).	Conocimiento estratégico e integración de mercados y clientes.	Vigilar (Monitoreo tecnológico, <i>benchmarking</i> , estudios de mercados y clientes).
	Inventariar (Conocer a fondo patrimonio tecnológico).			Patrimonio y capacidad tecnológica (Masa crítica y recursos)	
	Evaluar (Valorar el patrimonio tecnológico, competitividad de productos, necesidades de clientes).			Competitividad de productos, procesos y servicios (Propios y de la competencia).	
			Aprender (Reflexionar sobre los demás elementos de GT, y revisar experiencia).		
Reemplazo de tecnología obsoleta.					
Integración de la tecnología en operaciones.					Alinear (La gestión tecnológica).
				Resultados de la GT (Financieros, trayectoria, tecnológicos, impacto).	Resultados de la GT (Financieros, mercado, posición).

Fuente: Elaborado con base en Medellín y Borja (2005a).

2.2.5 Qué se entiende por gestión de tecnología en esta tesis

Retomando los planteamientos anteriores más convincentes, en esta tesis se entiende por *gestión de tecnología* como:

Una actividad industrial y académica que incorpora conocimientos teóricos y prácticos provenientes de la administración empresarial, las ingenierías y las ciencias, que utiliza procesos, técnicas y herramientas que proporcionan congruencia organizacional, disciplina y método a una empresa con el fin conocer, planear, desarrollar, proteger, controlar, mejorar, integrar y utilizar sus recursos tecnológicos de forma organizada y sistemática, de tal forma que apoyen el logro de sus objetivos estratégicos y operacionales, así como la entrega de valor a clientes y consumidores en forma de nuevos productos y procesos, o de nuevas maneras de organización empresarial y de comercialización.

2.3 Gestión de tecnología en la empresa

En esta sección se analizan los conceptos, variables y categorías de análisis que han propuesto diversos autores para analizar la organización y operación de la gestión de tecnología e innovación. Estas categorías de análisis son la estrategia tecnológica; la estructura organizacional necesaria para llevar a cabo actividades de I+D+i; la organización del trabajo de gestión tecnológica sea en forma de procesos, proyectos o actividades específicas; y el rol de los gestores de tecnología y de los líderes en las organizaciones.

2.3.1 Variables utilizadas en el análisis de la gestión tecnológica

En el análisis de la gestión de tecnología de las empresas estudiadas se consideran cuatro variables³⁰ cuya importancia ha sido resaltada por diversos estudiosos, aunque su uso ha sido planteado en primer lugar por los teóricos de la teoría de las organizaciones y posteriormente ha sido aplicado a campos específicos de estudio tales como la administración estratégica, el diseño organizacional y la gestión de la tecnología y la innovación.

Las variables utilizadas en este trabajo son: estrategia tecnológica, organización de la gestión de tecnología (estructura organizacional y formas de trabajo), procesos de gestión de tecnología y gestores de tecnología (gente). Estas variables forman parte del conjunto de factores internos que influyen en el

³⁰ O *subcategorías de análisis* de la gestión de tecnología, como se definen en la sección 3.4 de esta tesis.

desempeño innovador que se discutieron en la sección 1.3 de esta tesis. Se comentan a continuación.

2.3.2 Estrategia tecnológica

Resultado directo de la planeación tecnológica, la estrategia tecnológica es un punto nodal del uso estratégico de la gestión de tecnología. Alineada con la estrategia corporativa y de negocios de la empresa³¹, y con la cartera de proyectos que se ejecuta en las diversas áreas de la organización, la estrategia tecnológica es una referencia directa del enfoque, esfuerzo e *intensidad de I&D* que realizan las empresas³². Estos últimos elementos varían de empresa a empresa, por lo cual se reporta una gran diversidad de enfoques, si bien en la literatura se reportan pocas metodologías de planeación y definición de la estrategia tecnológica. Como señala Nelson (1991):

La existencia de una gran diversidad entre las empresas es algo esperable. Es virtualmente inevitable que las empresas escojan diferentes estrategias. Éstas, a su vez, son las que llevarán a las empresas a tener estructuras y capacidades esenciales diferentes, incluyendo las capacidades en I+D. Inevitablemente las empresas seguirán caminos diferentes.

Por su parte, la naturaleza estratégica de ciertos procesos de gestión de tecnología, y de manera específica cómo se construye y alinea la estrategia tecnológica – y su correspondiente cartera de proyectos- con la estrategia de negocios de la empresa, ha sido abordada por diversos autores sin que al parecer se agote, dada su dificultad. Ver por ejemplo: Brownlie y Macbeth (1989), Morone (1989), Pavitt (1990), Bowonder (1998), Roberts (2001), Choi y Valinkangas (2001), Park y Gil (2006).

Por ejemplo, sobre la gestión estratégica de la tecnología, Roberts (1996b, pp. 69-74), afirma lo siguiente:

La gestión estratégica de la tecnología incluye aspectos de planificación y de implantación estratégica que pueden situarse en dos niveles: (a) general, para toda la empresa, agencia de la Administración, división o líneas de productos; o (b) particular, más centrado en el proceso/departamento/laboratorio de la organización, dedicado al desarrollo y a la adquisición de tecnología (...).

³¹ Bossidy y Charan (2003, p. 225) señalan que la estrategia a nivel corporativo “es el medio de asignar recursos entre todas las unidades de negocios (...) Una estrategia corporativa también define los límites de una compañía; es decir, los negocios en que quiere participar y el mercado general en que va a desarrollarse”.

³² La *Intensidad de innovación* o *Intensidad de I+D* es la razón (o relación) entre los gastos de innovación o de I+D sobre la cifra de negocios o ventas de la empresa (OECD, 2005, p. 86).

La planificación estratégica se centra en la formulación de objetivos para la empresa y en el desarrollo de las políticas necesarias para su cumplimiento, incluyendo la identificación de los principales recursos y prioridades de la organización (...).

Más allá de la planificación debe venir la aplicación de la estrategia mediante tácticas y operaciones. Sin embargo, todavía no se ha escrito mucho sobre aplicaciones específicas de las estrategias tecnológicas.

Por su parte, la estrategia tecnológica "debe ser ubicada en el contexto de la estrategia competitiva global de la empresa, lo que significa que la estrategia tecnológica particular que una empresa sigue dependerá de si decide entrar primero en el mercado, ser el segundo que entra al mercado, ser el último en entrar al mercado o sigue una estrategia de segmentación de mercado" (Morone, 1989, p. 95), y debe construirse teniendo como telón de fondo la orientación general del negocio pues, como han señalado Nadler y Tushman (1999, pp. 27-28):

Cada compañía debe primero establecer y articular una visión de cómo intenta competir y qué clase de organización desea ser, en virtud de las realidades del entorno. A partir de esa visión surge la estrategia, un conjunto de decisiones de negocios acerca de cómo asignar los escasos recursos a las exigencias, restricciones y oportunidades ofrecidas por el entorno.

De manera más específica, la estrategia se define como el conjunto de decisiones explícitas sobre los mercados, las ofertas, la tecnología y las competencias distintivas. Tomando en consideración las amenazas y oportunidades que presenta el entorno, las fortalezas y debilidades de la organización y el modelo de desempeño que indica la historia de la compañía, los gerentes tienen que decidir qué productos y servicios ofrecer a qué mercados y cómo distinguir a su organización de otras de modo que les proporcione una ventaja competitiva sostenible.

En palabras de Maidique y Patch (1988), la estrategia tecnológica se compone de:

Aquellas políticas y decisiones que impactan el progreso tecnológico de una empresa... Involucra elecciones entre nuevas tecnologías alternativas, los criterios por los cuales son incorporadas en nuevos productos y procesos y el despliegue de recursos que permitirán su implementación exitosa.

Y, en términos más específicos, la estrategia tecnológica es:

La forma en que una empresa aborda el desarrollo y uso de la tecnología. A pesar de que comprende la función de las organizaciones formales de I+D, también debe ser más amplia, debido a la generalizada repercusión de la tecnología sobre la cadena de valor. Habida cuenta de la capacidad que tiene el cambio tecnológico para influir en la estructura sectorial y en la ventaja

competitiva, la estrategia tecnológica de una empresa se convierte en un ingrediente esencial de su estrategia competitiva general (Porter, 2005, p. 133).

Lo anterior implica que la estrategia tecnológica de una empresa esté determinada no solo por su ambiente interno sino principalmente por su ambiente externo, y que debe corresponderse con la estrategia de negocios de la empresa que, si busca ser competitiva, tiende a plantearse estrategias competitivas como las planteadas por el mismo Porter (1982, p. 56) en otro de sus textos: liderazgo total en costos, diferenciación, enfoque o alta segmentación.

De acuerdo con Porter, la estrategia tecnológica debe abordar tres cuestionamientos o preguntas clave: i) ¿Qué tecnologías hay que desarrollar?, ii) Si hay que tratar de conseguir el liderazgo tecnológico en esas tecnologías, y iii) La función de la concesión de licencias de tecnología³³.

Stacey y Ashton (1990, pp. 395-396) amplían el rango de interrogantes propuestos por Porter. En su opinión, la estrategia tecnológica debe ser una parte consistente de las estrategias de negocios, y debe proveer directrices (*criterios*) para seleccionar y poner en marcha acciones específicas (*tácticas*). Esto implica el acto simple de responder a preguntas tales como: ¿Qué tecnologías desarrollar, licenciar, o comprar?; ¿Se debe buscar el liderazgo tecnológico?; ¿Cómo proteger los derechos de propiedad?; ¿Cómo capturar retornos económicos?

Además, dicho abordaje, desarrollo y uso, se plasma en ocasiones, como señala David Ford (1988, p. 85) como un:

Conjunto de políticas, planes y procedimientos para *adquirir* conocimientos y habilidades, *administrar* dichos conocimientos y habilidades dentro de la empresa y *explotarlos* para su beneficio. La estrategia tecnológica no es lo mismo que la estrategia de I+D, que corresponde a la adquisición de tecnología por medio de actividades internas³⁴ (...) La estrategia tecnológica es el aspecto de la estrategia que le concierne la explotación, desarrollo y mantenimiento de la suma total de conocimientos y habilidades de la empresa³⁵.

Por tanto, como señalan Burgelman *et al.* (2004, p. 143):

³³ Porter, 2005, pp. 133-134.

³⁴ Las cursivas son de Ford.

³⁵ Esta definición de Ford de estrategia tecnológica es acorde con la definición de estrategia corporativa que propone Andrews (1993, p. 51): “Dentro de una compañía la estrategia corporativa es un patrón o modelo de decisiones que determina y revela sus objetivos, propósitos o metas; asimismo, dicho patrón produce las principales políticas y planes para lograr tales metas, define la esfera de negocios a que aspira una compañía, establece la clase de organización económica y humana que es o pretende ser y, también precisa la naturaleza de las contribuciones, económicas y no económicas, que intenta aportar a sus accionistas, empleados, clientes y comunidades”.

La estrategia tecnológica puede ser discutida en términos de 1) el despliegue de la tecnología en la estrategia producto-mercado para posicionarse por sí misma en términos de diferenciación (valor percibido o calidad) y costo entregado para ganar ventaja competitiva basada en tecnología; 2) el uso de tecnología, en un sentido más amplio, en las diversas actividades comprendidas por la cadena de valor de la empresa; 3) el compromiso de recursos de la empresa para las diversas áreas de tecnología; y 4) el uso por la empresa de técnicas de diseño organizacional y gestión para administrar la función tecnológica. Estas constituyen cuatro dimensiones sustantivas de la estrategia tecnológica.

En otras palabras, la estrategia tecnológica debe exponer con claridad las siguientes categorías de decisiones, según Pavón e Hidalgo (1997, pp. 94-95):

- La distribución del presupuesto destinado a tecnología entre los diversos programas, clasificados por línea de producto o de negocios. Los programas deben especificar que tecnologías usarán.
- Las modalidades de acceso a las tecnologías (I+D interna, compra de tecnología externa, etc.), con sus correspondientes presupuestos.
- La elección de la posición competitiva en las diversas tecnologías (líder, seguidor, búsqueda de nichos).
- El grado de intensidad en el esfuerzo tecnológico, que puede variar desde una investigación exploratoria hasta la plena aplicación industrial.
- El grado de dificultad y de riesgo, que varía desde la aplicación o mejora de tecnologías existentes hasta el desarrollo de otras completamente nuevas.

Un aspecto adicional a considerar es el relativo a la ejecución de la estrategia que, en palabras de Bossidy y Charan (2003, pp. 35-36) es:

(...) el proceso sistemático de discutir rigurosamente los *cómo* y los *qué*, cuestionar, dar seguimiento con tenacidad y asegurar la rendición de cuentas. Incluye hacer suposiciones sobre el ambiente de negocios, evaluar la capacidad de la organización, vincular la estrategia a las operaciones y a las personas que van a implementar la estrategia, sincronizar a esas personas y sus diversas disciplinas y vincular las recompensas a los resultados. También incluye mecanismos para cambiar las suposiciones conforme cambia el ambiente de negocios y ampliar la capacidad de la compañía para superar los retos de una estrategia ambiciosa.

2.3.3 Estructura y organización de la gestión de tecnología

Cuando se habla de estructura organizacional casi siempre se piensa en el organigrama de la empresa, pero no es solo esa su utilidad ni su significado. La estructura, dice Mintzberg (1993a, p. 370), “debe reflejar la situación de la organización, esto es, su edad, tamaño, el tipo de producción, y el grado de complejidad y dinamismo de su medio ambiente”. De tal forma que la estructura de la organización puede definirse “como el conjunto de todas las formas en que se

divide el trabajo en tareas distintas, consiguiendo luego la coordinación de las mismas” (Mintzberg, 1984, p. 26).

De acuerdo con Swieringa y Wierdsma (1995, p. 12):

Estructura significa la división y el agrupamiento de tareas, autoridades y responsabilidades; la estructura determina la posición de los miembros de la organización y las relaciones entre ellos.

La estructura organizacional tiene que ver con la forma y velocidad con que se toman decisiones en la empresa, con la manera como “fluye la autoridad” (Hanna, 1990, p. 47), con la organización de los roles de trabajo y, en relación al objeto de estudio de esta tesis, con “la solución de conflictos, la gestión de la comunicación, y las formas organizacionales adecuadas para la innovación tecnológica” (Lee y Om, 1994, p. 10). Como señala Robbins (1987, p. 336):

Las organizaciones crean las estructuras para facilitar la coordinación de las actividades y controlar las acciones de sus integrantes.

Vasconcellos identifica tres componentes básicos de la estructura organizacional (1990a, pp. 154-155): i) *Departamentalización*, cuyo producto es un organigrama, en cuyas unidades se agrupan recursos humanos y materiales de la empresa; ii) *Definición de atribuciones*, que involucra la especificación de las actividades y decisiones de cada uno de los cargos que componen la estructura, y también las formas básicas de comunicación entre las diversas unidades; y, iii) *Nivel de formalización*, que es el grado de materialización de los dos componentes anteriores.

Pero, Badawy (1997, p. 307) de forma más precisa, y en una perspectiva más amplia, propone tres principios fundamentales de la estructura organizativa, que incluye los componentes propuestos por Vasconcellos: 1) *Principios de autoridad y poder*, que abarca: Principio jerárquico, unidad de mando, autoridad y obligaciones, influencia, poder y responsabilidades; 2) *Principios de división del trabajo*, que incluye: objetivos, diseño del puesto de trabajo y especialización en tareas, nivel de centralización, departamentalización, ámbito de control, delegación y relaciones staff-línea; y, 3) *Principios de coordinación y comunicación*, compuesto de: estructura formal de la jerarquía, políticas y procedimientos, comunicaciones informales y comités y grupos de trabajo.

Desde hace varias décadas se ha venido discutiendo el significado organizacional de las estructuras, sus componentes y cómo el diseño de éstas sigue a las estrategias definidas por las empresas. Por ejemplo Chandler (1962) quien planteó de forma muy clara la interdependencia entre estrategia y estructura; Swieringa y Wierdsma (1995, pp. 11-12), para quienes desde una perspectiva instrumental una organización tiene los siguientes componentes: Estrategia, estructura, cultura y

sistemas.; o Galbraith (1993, p. 353) que ratifica la tesis de Chandler: “Diferentes patrones de cambios estratégicos conducen a estructuras organizacionales, sistemas administrativos y culturas institucionales diferentes”, partiendo de la idea de que:

Una organización consiste de estructura, de procesos que atraviesan las líneas estructurales, como son los presupuestos, la planeación, los equipos de trabajo, y otros sistemas de recompensa, como promociones y compensaciones y, por último, las prácticas humanas, como selección y desarrollo de personal.

Por otro lado, ha sido muy estudiada la manera como las organizaciones se organizan para trabajar, y diversas tipologías han sido propuestas sobre las estructuras organizacionales que adoptan. Una de estas tipologías fue la propuesta por Mintzberg (1984, p. 343), conteniendo cinco configuraciones estructurales: *Estructura simple*, *burocracia maquina*, *burocracia profesional*, *forma divisional*, y *adhocracia*; cada una de ellas con mecanismos de coordinación, partes de la organización y de descentralización distintos. Identifiqué la estructura adhocrática como la más capaz de realizar innovaciones sofisticadas, pues es “capaz de combinar expertos provenientes de distintos campos para formar equipos de proyectos *ad hoc* que funcionen sin impedimentos”³⁶: son las *adhocracias* de nuestra sociedad, recalca Mintzberg, retomando el concepto que Alvin Toffler popularizó en *El shock del futuro*. Mintzberg denominó a esta última forma de organización adhocrática como la *organización innovadora*, cuyas características sintetizó de la siguiente forma:

(...) una estructura altamente orgánica, con poca formalización del comportamiento, trabajos especializados mediante la capacitación formal; con tendencia al agrupamiento de los especialistas en unidades funcionales para efectos de orden interno y, sin embargo, ubicados, en términos operativos, por proyecto en pequeños equipos. Así, dependen de los comités de trabajo, y de la integración de varios tipos de gerentes para promover la adaptación mutua, que es el mecanismo clave de la coordinación dentro y entre esos equipos; además de una descentralización considerable hacia y al interior de cada uno de los equipos, mismos que se localizan en varios lugares en la organización, e involucran diversas combinaciones de gerentes de línea, personal de apoyo y expertos operativos (Mintzberg, 1993b, p. 820).

Así, para innovar, la adhocracia:

Debe tratar el conocimiento y las habilidades existentes, como las bases sobre las cuales combinar y construir nuevos conocimientos y habilidades. Así pues, la adhocracia debe rebasar las fronteras de la especialización y la diferenciación convencionales, lo cual hace al asignar los problemas, no a los expertos individuales de las categorías preestablecidas, sino a los equipos

³⁶ *Op cit*, p. 480.

multidisciplinarios que combinan y conjugan sus esfuerzos. Cada grupo se forma alrededor de un proyecto específico.

A pesar que la organización se orienta a proyectos basados en el mercado, igualmente la organización debe apoyar y promover otros tipos de especializaciones. Por eso es que la adhocracia tiende a utilizar una estructura de matrices: para los propósitos domésticos especializados, sus expertos son aglutinados por y en unidades funcionales, -contratación, capacitación, comunicación profesional, etc.- aunque después, para llevar a cabo el trabajo básico de la innovación sean diseminados en los equipos por proyecto (Mintzberg, 1993b, p. 821).

Organización de las tareas: funcional, por proyectos, matricial

Sobre las diversas formas de organizar el trabajo, Roberts (1996b, p. 61) ha señalado lo siguiente:

El diseño de estructuras organizativas que incrementen la capacidad de innovación técnica requiere centrarse en las aportaciones externas que recibe esa organización y los resultados finales que produce. Una organización de ID+i eficaz necesita unas aportaciones apropiadas de información técnica y de mercado y precisa que sus resultados estén integrados dentro de los objetivos generales y que sean transferidos hacia el usuario final.

La estructura organizacional puede responder a una forma de trabajo funcional – que maximice las aportaciones técnicas; a una organizada por proyectos o programas, que maximice la coordinación y el control de las actividades que se realizan; o bien una de carácter matricial, donde el personal técnico colabora con el grupo funcional de los diversos departamentos o laboratorios, y con la gente que lleva a cabo los proyectos³⁷.

Cada una de estas alternativas de organización tiene sus ventajas y desventajas. Por ejemplo, la organización matricial tiene las siguientes ventajas, según Klimstra y Potts (1988, p. 27): Énfasis en el proyecto, enfocada a resultados, acceso a reserva de talentos, flexible, consistencia de prácticas y políticas, balance entre calidad y oportunidad, mejores comunicaciones, creatividad para la solución de problemas, mantiene la fortaleza técnica, integra especialidades técnicas y de negocios, enfoque holístico. Pero también las siguientes desventajas: Relaciones de reporte duales, conflictos en la toma de decisiones, conflicto de recursos entre gerentes de proyectos, división compleja de la autoridad y responsabilidad, alto compromiso y energía para mantener las cosas funcionando de forma tersa, balance de poder entre dos organizaciones.

³⁷ Roberts, 1996, p. 66.

Por su parte, Badawy (1997, p. 371) señala las siguientes ventajas de la organización por proyectos: Decisiones rápidas y estrecho control sobre el trabajo técnico, los costos y el calendario; se pueden cambiar las capacidades y el número de personas conforme se necesite, se tiene a la gente mejor en los trabajos de alta prioridad; mejor intercambio de ideas y comunicación entre los especialistas técnicos de disciplinas variadas; mejor coordinación de las actividades del proyecto y marcada orientación hacia los resultados; planificación integrada, programación y control de los recursos escasos; identificación temprana de los problemas que podrían entorpecer la consecución con éxito del proyecto; clara responsabilidad del jefe del proyecto sobre el resultado global del mismo; toma de decisiones basada en el bien global del proyecto, más que en las prioridades en colisión de los departamentos funcionales; interesantes oportunidades para los directivos inferiores, excelente medio para identificar y formar el talento potencial.

Y, también Badawy señala los inconvenientes de este tipo de organización (1997, p. 371): Alto nivel de incertidumbre y ambigüedad en las asignaciones de tareas, duración del proyecto y relaciones organizativas; carencia en muchos gestores de aptitudes poco frecuentes para tratar con los problemas humanos e interpersonales; desequilibrio en la autoridad y responsabilidades de los directores de proyecto; terreno abonado para el conflicto y relaciones tirantes con los directores funcionales; problema de los “dos jefes” en los directivos funcionales; hay muchos directores con una pobre formación en negociación, regateo, tratamiento de las políticas y técnicas de resolución de conflictos; naturaleza temporal del proyecto, lo que podría generar inseguridad laboral en los miembros del proyecto (sin hogar fijo); problema de los “dos jefes” para los miembros del proyecto; incapacidad del director del proyecto para juzgar las capacidades individuales; posible empleo del proyecto por los directores funcionales como un vertedero para los empleados poco valiosos.

Por último, no puede dejarse a un lado la influencia que las estructuras organizativas pueden tener sobre las actividades de innovación de una empresa. Como señala el Manual de Oslo (2005, p. 39):

Algunas estructuras se ajustan mejor que otras a ciertos ambientes particulares. Por ejemplo, un elevado nivel de integración organizativa puede mejorar la coordinación, la planificación y la puesta en práctica de estrategias de innovación. La integración organizativa puede originar resultados especialmente satisfactorios en los sectores que se caracterizan por una evolución progresiva del conocimiento y las tecnologías. En cambio, una forma de organización menos jerarquizada y más flexible, dotando a los trabajadores con mayor autonomía para tomar decisiones y definir sus responsabilidades, se revelará quizá más eficaz para generar innovaciones más radicales.

Como señala Drucker (1997, p. 263): "...la gente es la que innova. Y la gente trabaja dentro de una estructura (...) Para que el negocio existente sea capaz de innovar debe crear una estructura que permita que las personas sean innovadoras".

Equipos de trabajo y redes de innovación

Por su parte, la comprensión de cómo la gestión de tecnología agrega valor a los conocimientos y tecnologías de la empresa implica reconocer que los procesos de innovación -dada su complejidad y riesgo técnico, comercial, financiero y organizacional- requieren de la participación de todas las áreas de la organización, con sus respectivas prácticas organizacionales y, por tanto, que una buena gestión de las interfases funcionales es importante. Como señaló Pavitt (1990, p. 25), la gestión exitosa de la tecnología requiere de:

La capacidad para orquestar e integrar grupos funcionales y de especialistas para la implantación de las innovaciones; el cuestionamiento continuo de la congruencia o idoneidad de los mercados divisionales existentes, misiones y habilidades para la explotación de las oportunidades tecnológicas; y, la buena disposición para adoptar la visión de largo plazo de la acumulación tecnológica dentro de la empresa.

La conformación de equipos de trabajo es una práctica habitual de la mayoría de las empresas, sobre todo de aquellas que han debido certificarse para cumplir con normas de calidad, de seguridad o de buenas prácticas de manufactura. Además de compartir experiencias, datos e información, se comparten responsabilidades y toma de decisiones. Pero también es una práctica común en empresas que desarrollan tecnología. Como han señalado Giral y González (1986, p. 187) a partir de su experiencia en la empresa Pliana:

El proceso de desarrollo tecnológico involucra a grupos multidisciplinarios de investigadores, técnicos, mercadólogos, financieros y administradores, que trabajan conjuntamente y de manera armonizada en las actividades específicas para su correcta ejecución y administración, desde las etapas iniciales de planeación hasta la final de comercialización del bien o servicio generado siempre en congruencia con la estrategia global de la empresa o corporación.

Ahora bien, como ha señalado Thamhain (2005, p. 259):

Más que cualquier otro proceso, los equipos de trabajo afectan la innovación y el desempeño organizacional. En respuesta a este reto muchos investigadores han investigado a los equipos de trabajo y su relación al proceso de innovación (Abbey y Dickson 1983; Gupta, Raj y Wilemon 1987; Kozar 1987; Larson 1988; Thamhain 1998; Thamhain y Wilemon 1999). A menudo, tal investigación se relaciona especialmente a desarrollos de orientación tecnológica debido a que los

esfuerzos de los equipos multidisciplinarios descansan en la interacción entre varios subsistemas organizacionales, gerenciales y ambientales. Los miembros de los equipos provienen de diferentes organizaciones con necesidades, antecedentes, intereses y experiencias diferentes. Para ser efectivos, ellos deben ser transformados en un grupo de trabajo integrado que esté unificado de tal forma que trabajen para los objetivos de los proyectos.

Esas diferencias crean barreras a la integración de equipos, y éstas deben removerse para transformar un grupo de gente en un equipo integrado que trabaje como un todo en la consecución de los objetivos de los proyectos. Por ello, “construir un equipo de trabajo en un equipo unificado requiere fuertes habilidades sociales, habilidad organizacional, y liderazgo” (Thamhain, 2005, p. 260).

Aunado a las necesidades de obtener fuera de la empresa tecnologías, recursos, servicios e insumos diversos, la necesidad de colaborar con especialistas e integrar equipos de trabajo se ha extendido, desde mediados de los 80’s, a la búsqueda de relaciones más allá de las fronteras de la propia empresa, a la colaboración o vinculación con especialistas de organizaciones similares, o con universidades y centros de I+D, proveedores, clientes e inclusive competidores; y eso ha conducido casi siempre a la construcción de equipos de trabajo y, en muchas ocasiones, de redes para la formulación y ejecución de proyectos, o para el intercambio de información y conocimientos sobre intereses comunes. En el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación, este fenómeno ha llevado a la conformación de redes de conocimiento (Casas, 2001; Luna y Velasco, 2006) y de redes de innovación “que han ganado importancia considerable como un medio para la coordinación de la innovación y los procesos de investigación y desarrollo industrial” (OECD, 2001, p. 7).

En el terreno profesional, necesidades similares parecen orientar la creación de organismos que agrupan a especialistas de disciplinas similares que buscan intercambiar experiencias y conocimientos, saber qué se está haciendo en otras latitudes y organizaciones, y detectar posibles socios o aliados para proyectos e iniciativas diversas. En el ámbito de la gestión de tecnología, por ejemplo, existen asociaciones internacionales que juegan ese rol desde hace más de 20 años tales como la International Association for Management of Technology (IAMOT), la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC), The Association University Technology Managers (AUTM), Licensing Executives Society (LES), International Association of Science Parks (IASP), entre otras.

2.3.4 Procesos de gestión de tecnología

Un proceso es el conjunto de etapas sucesivas de que consta un fenómeno natural o en una operación productiva o de administración. Es “una secuencia de eventos o actividades que describen cómo las cosas cambian en el tiempo, o que

representan un patrón subyacente de transiciones cognitivas para una entidad que se ocupa de un asunto o tema” (Van de Ven, 1992, p. 170).

Los procesos son “modelos de interacción, coordinación, comunicación, y toma de decisiones que los empleados usan para transformar los recursos en productos y servicios de mayor valor” (Christensen y Overdorf, 2000, p. 68).

De forma específica, los procesos de gestión de tecnología constituyen los procedimientos o métodos disponibles para clasificar y concretar la experiencia de los gestores de tecnología, y se utilizan como guía para proyectar y hacer funcionar los recursos tecnológicos en las empresas. El número de procesos de gestión de tecnología en una empresa varía mucho, dependiendo si la empresa es grande o pequeña, si es convencional o de base tecnológica y, de manera evidente, del grado de complejidad o desarrollo de su gestión de tecnología que presenta. En el caso mexicano, el modelo actual del PNT consta de 18 procesos de gestión de tecnología que se realizan para cumplir con las cinco funciones de que consta, como se discutió en la sección 2.2.3, y cuyo uso por las empresas estudiadas se muestra en la sección 8.3, y en el Anexo X de esta tesis³⁸.

De acuerdo con Cotec (1999, p. 15):

Los elementos clave del modelo de innovación pueden aplicarse a los procesos de gestión de tecnología (tales como el desarrollo de nuevos productos, y la innovación de procesos) que cada vez son más conocidos en muchas organizaciones. Para lograrlo en forma eficaz y con éxito, las empresas también tienen que considerar el desarrollo o incorporación de tecnología para mantener y aumentar la capacidad tecnológica del negocio (por ejemplo: adquisición de tecnología y estrategias tecnológicas). En este caso, es importante no solamente que esos procesos estén bien definidos e implantados, sino que las relaciones internas entre ellos sean consideradas de forma explícita.

No solo deben estar interrelacionados los procesos de gestión de tecnología sino que deben cumplir con las siguientes características, cuyo cumplimiento da idea de su nivel de formalización en la empresa: objetivo claro, congruencia entre los recursos usados y el proceso, componentes del proceso que demuestran sistematización (diagrama de flujo, etapas o actividades, documentación, responsables), su eficiencia y eficacia.

³⁸ Dado que muchas empresas no han organizado y sistematizado sus procesos de gestión de tecnología, en esta investigación se utiliza también el concepto de *prácticas de gestión de tecnología* que abarcan: acciones puntuales de gestión de tecnología, actividades que se realizan continuamente, procesos y sistemas de gestión de tecnología; de tal forma de poder reconocer, en los estudios de caso, acciones y tareas de gestión de tecnología menos estructuradas que, sin ser procesos o sistemas, de todas formas son de utilidad para la empresa.

2.3.5 Gestores de tecnología

Para lograr los objetivos estratégicos y operacionales de la gestión de tecnología es necesario que las empresas cuenten con especialistas en la materia. Dichos objetivos serán más alcanzables si, como plantea Roberts (1996a, p. 29), “un responsable tecnológico experimentado, capaz de unir la tecnología con la estrategia corporativa global, forma parte o está muy próximo al máximo comité ejecutivo de la empresa”, y si además se tiene la capacidad de integrar o estructurar la gestión tecnológica dentro de la organización.

Ahora bien, en las empresas innovadoras, señala Mintzberg, los administradores “rara vez `administran´ en el sentido usual de dar órdenes; en lugar de dar órdenes, pasan gran parte de su tiempo actuando con su capacidad de funcionar como enlace, para así coordinar el trabajo, lateralmente, entre los diversos equipos y unidades”³⁹. Para ello, señala Mintzberg, la organización innovadora adquiere dos formas básicas: a) *Adhocracia operativa* que emprende proyectos para servir a sus clientes, y donde el trabajo administrativo y el operativo tienden a mezclarse en un solo esfuerzo, y b) La *adhocracia administrativa* que funciona con equipos por proyecto, y emprende proyectos para su propio servicio, y donde se diferencian de forma clara los aspectos operativos de los administrativos. La organización innovadora –adhocrática- requiere, por tanto, contar con directores, gerentes, o gestores, con perfiles profesionales diferenciados de sus pares que trabajan en organizaciones simples, burocráticas o divisionales, que tengan capacidad de administrar proyectos a la vez que profundizan su nivel de especialización funcional, y desarrollan habilidades para la coordinación, la adaptación mutua, la vinculación, y la integración con profesionales de diversas disciplinas, experiencias y organizaciones.

Adler y Ferdows (1990, pp. 58-59), por ejemplo, encontraron en una encuesta que realizaron a Directores de Tecnología (*Chief Technology Officers*) en Estados Unidos que sus principales responsabilidades eran: 1) Coordinación entre los esfuerzos tecnológicos de las unidades de negocios para asegurar sinergias y economías de escala, 2) Representación de la tecnología dentro del equipo directivo, 3) Supervisión de nuevos desarrollos tecnológicos, 4) Evaluación de los aspectos tecnológicos de las principales iniciativas estratégicas de la empresa (nuevas adquisiciones, *joint-ventures*, alianzas estratégicas, nuevas líneas de negocio), y 5) Gestión del ambiente tecnológico externo, esto es vinculación con universidades, centros de investigación y organismos regulatorios.

Esto es, se confirma que las empresas tienen que formar, o contratar, gente con capacidades y habilidades en gestión de tecnología, pues manejar organizaciones, procesos y proyectos de I+D+i, con todas las características de riesgo e incertidumbre que han sido mencionadas, requiere de profesionistas que

³⁹ Mintzberg, 1993b, p. 821.

conozcan la naturaleza de la investigación, el desarrollo, la transferencia y la innovación tecnológica, además de otros procesos que han sido señalados tales como la planeación tecnológica, la identificación de necesidades de mercado y de oportunidades de negocio a partir del desarrollo de nuevas tecnologías, la organización de equipos de trabajo, la ejecución de proyectos tecnológicos, la integración de carteras de proyectos, la vinculación con especialistas de universidades y centros de I+D, la protección intelectual, la vigilancia tecnológica y comercial, la adquisición, asimilación y comercialización de tecnologías.

Implica también contar con empleados que sepan trabajar con personas que tienen formaciones, perspectivas, intereses y actitudes distintas, para que realicen funciones y actividades especializadas en gestión de la tecnología y la innovación, se integren en equipos de trabajo, y den lo mejor de sí. Estos profesionistas deben tener, además de su *background* técnico, habilidades de comunicación, solución de problemas, solución de conflictos, de liderazgo y participación en equipos de trabajo.

Además de conocer la parte técnica de su trabajo, el gestor de tecnología debe conocer la parte administrativa del mismo. Como ha señalado Badawy (1997, p. 30), toda labor de gestión implica responsabilidades funcionales (de planeación y toma de decisiones, organización y control) y de dirección de personas (liderazgo, motivación, comunicación, formulación y evaluación de resultados, manejo de relaciones de poder y gestión de conflictos), que influyen en el funcionamiento de la organización. La responsabilidad de dirigir proyectos tecnológicos, por ejemplo, implica además de las competencias técnicas que se deben tener sobre administración de proyectos tecnológicos, habilidades de liderazgo, comunicación, coordinación de equipos de trabajo, negociación y solución de conflictos de diversa índole. Con ello en mente, en el siguiente apartado se analiza el rol que juegan los gerentes o jefes de proyectos de I+D+i, que es muy común que provengan de las áreas técnicas de la empresa, por lo que tienen que aprender a conocer y desarrollar habilidades de administración de proyectos tecnológicos entre otras actividades de carácter gerencial.

Gerentes y líderes de proyectos de I+D+i

Los gestores de tecnología deben estar preparados para administrar proyectos de I+D+i⁴⁰. En la práctica, muchos gestores de tecnología cumplen con la función de gerente o jefe de proyecto, y deben tener, por tanto, una formación y un perfil adecuados para ello. Como señala Marcovitch (1990, p. 139):

⁴⁰ En el Centro corporativo de I+D de Samsung, por ejemplo, se espera que todos los investigadores se vuelvan profesionales equipados de pericia tecnológica y perspicacia de negocios en sus actividades de I+D (Park y Gil, 2006, p. 28).

El desempeño de la función de gerente de proyectos de I+D depende de una serie de atributos personales, de personalidad y de experiencia. Los gerentes de proyectos son más intensamente solicitados que los de otro tipo. Ellos deben cooperar en la construcción de relaciones no estructuradas con otros gerentes, ganar autoridad, integrar esfuerzos de muchas personas y resolver conflictos.

Los gerentes de tecnología, una de cuyas variantes es la de gerente o jefe de proyectos tecnológicos, deben contar, por tanto, con *habilidades técnicas* (uso de métodos, procedimientos, herramientas para la realización del trabajo), *administrativas* (para dirigir, planear, evaluar y controlar recursos y actividades del proyecto), e *interpersonales* (para liderar, orientar, interactuar, motivar, influir, negociar y resolver conflictos, comunicarse con su personal, empleados de otras áreas de la empresa y con los clientes). Estas habilidades les permitirán construir y coordinar grupos y equipos de trabajo, tan necesarios para la realización de proyectos de innovación, en los que participan profesionales de diversas disciplinas. Como lo han señalado Giral y González (1986, p. 187), producto de su experiencia gerencial en las plantas de lo que fue la empresa Pliana:

El desarrollo tecnológico requiere de un esfuerzo continuo e integral, por lo que es recomendable apoyarse en el concepto de proyectos para que se garantice la integración de todos los elementos en una armonía de tiempos, ya que cuando esto no sucede, el desgaste de los participantes es excesivo y los resultados poco alentadores.

El rol de liderazgo

Algunos autores plantean que no basta con ser un buen gerente de proyectos que sepa administrar, sino que se debe saber ejercer un rol de liderazgo que, entre otras características: inspire confianza, sea proactivo, maneje el proceso de comunicación e influencia interpersonal, tenga capacidad para delegar, sea empático, tenga una perspectiva de largo plazo, se enfoque sobre la gente más que sobre las cosas o el escritorio, haga las cosas correctas, impulse la innovación, provea al equipo de una interpretación directa de las necesidades de mercados y clientes, sea un traductor multifuncional, y sea un campeón del concepto de negocio o producto a desarrollar (Thamhain y Wilemon, 1977; Bennis, 1993, pp. 87-94; Cadena *et al.*, 1986, pp. 81-83; Clark y Wheelwright, 2004, pp. 1019-1020).

En la misma línea, Klimstra y Potts (1988, p. 30) plantearon que lo que hace efectivo a un líder de proyecto es que: Esté orientado a objetivos; sea organizado, objetivo, asertivo, planeador, solucionador de problemas y comunicador; tenga habilidades interpersonales y credibilidad; sea flexible; reconocido por sus habilidades de liderazgo; y tenga una comprensión científico-técnica.

No hay que dejar de lado, sin embargo, las diferencias entre unos y otros. Como ha señalado Duncan (1999, p. 136):

El liderazgo y la gerencia deben valorarse de manera equitativa en una organización; sin embargo, son fundamentalmente diferentes. La administración, el trabajo de los gerentes, tiene que ver con el orden y la eficiencia, en tanto que el liderazgo se relaciona más con el cambio y la eficacia.

Y que Swieringa y Wierdsma (1995, p. 91) han precisado en su perspectiva del aprendizaje organizacional:

Dirigir, es decir, motivar a la gente hacia la conducta deseada, puede llevarse a cabo de dos maneras: la *indirecta*, mediante estrategias, estructuras, sistemas y cultura, llamamos a esto gerencia; y la *directa*, a través de la persuasión, el apoyo, la asesoría y la motivación, llamamos a esto liderazgo.

2.4 Capacidad de innovación de una empresa: definición y crítica

Como se mencionó en el apartado anterior, la innovación es un proceso que se puede administrar o gestionar. Como señalan Tidd *et al.* (2005, p. 80):

(La) innovación es una cuestión de gestión, en el sentido de que hay alternativas que tienen que tomarse acerca de recursos y su disposición y coordinación. Un análisis aproximado de muchas innovaciones tecnológicas durante años reveló que aunque hay dificultades técnicas (...), la mayoría de las fallas son debidas a debilidades en la manera como el proceso es gestionado. El éxito en la innovación parece depender de dos ingredientes clave – recursos técnicos (gente, equipo, conocimientos, dinero, etc.) y las capacidades en la organización para gestionarlos.

Esta sección trata precisamente sobre el significado e importancia de tales recursos y capacidades.

2.4.1 Capacidades tecnológicas

Existe una gran cantidad de textos sobre aprendizaje, adquisición y acumulación de capacidades tecnológicas que los estudiosos del cambio y aprendizaje tecnológico han publicado desde algún tiempo, tales como los trabajos de Bell (1984, 2007), Lall (1987, 1996), Katz (1986), Bell y Pavitt (1995), entre otros, quienes consideran las capacidades tecnológicas como recursos necesarios para generar y gestionar el cambio tecnológico, y también como la habilidad de las empresas para usar conocimientos tecnológicos y efectuar inversiones en aprendizaje, como base para el desarrollo y acumulación de capacidades tecnológicas.

Ha habido también diversas definiciones y propuestas de categorización de las capacidades tecnológicas en la empresa. Estas definiciones y tipologías –o taxonomías- tienden a definir la capacidad tecnológica como conjunto de conocimientos o de habilidades propias; conocimientos y habilidades que podemos equiparar, por cierto, con actividades de gestión de tecnología, de gestión de la ingeniería o de gestión del conocimiento.

Así, por ejemplo, Westphal y colaboradores (1985) consideraron *capacidad tecnológica* como la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico en la producción, la inversión y la innovación, algo propio de la gestión del conocimiento. Kim (1987), por su parte, definió las capacidades tecnológicas como:

(...) la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar, y cambiar las tecnologías existentes. También es la capacidad para crear nuevas tecnologías y para desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta a los cambios del medio ambiente económico.

Como se puede ver, esta definición equipara, en su primera parte, capacidad tecnológica con actividades de gestión del conocimiento (uso del conocimiento) y, en su segunda parte, capacidad tecnológica con capacidad de desarrollo e innovación tecnológica, esto es con actividades propias de la gestión de tecnología. Lo cual, por supuesto, tiende a confundir más que a aclarar su significado. A no ser, por supuesto, que se esté hablando de lo mismo pero desde perspectivas disciplinarias distintas, lo que parece ser el caso.

En el mismo sentido, Kim (2001) planteó la siguiente definición:

La capacidad tecnológica hace referencia a la aptitud de hacer un uso eficaz del conocimiento tecnológico en la producción, la ingeniería y la innovación, con el fin de mantener la competitividad, tanto en precio como en calidad. Tal capacidad permite a una empresa asimilar, emplear, adaptar y modificar las tecnologías existentes. Asimismo, le permite crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y métodos de fabricación que respondan al cambiante entorno económico. El aprendizaje tecnológico es el proceso de fortalecimiento y acumulación de las capacidades tecnológicas. Tanto los gobiernos como las empresas deben preocuparse por el fortalecimiento de las capacidades para poder incrementar la competitividad.

De acuerdo con esta “nueva” definición, entonces, la capacidad tecnológica es una *aptitud empresarial para saber usar el conocimiento tecnológico* en las operaciones de la empresa, en sus actividades de ingeniería, asimilación, uso y mejora de las tecnologías existentes, y también en la creación de nuevas tecnologías, productos y procesos⁴¹.

⁴¹ Esto es, saber usar el conocimiento tecnológico para llevar a cabo una mezcla de actividades de

2.4.2 Diversos enfoques o modelos sobre capacidades tecnológicas

Como ha señalado Bell (2007, pp. 100-101), han predominado dos vertientes en los diversos enfoques sobre el tema: i) El énfasis sobre los componentes humanos y organizacionales de la capacidad: Esto es, las habilidades que las empresas tienen que desarrollar para la adquisición, asimilación y uso de las tecnologías; y, ii) Los diversos enfoques utilizados para diferenciar entre una o más de tres dimensiones de la capacidad: a) Entre diversos `niveles` de capacidad; b) Entre diferentes `funciones` tecnológicas (tecnologías de producto, tecnología de proceso, ingeniería, gestión de los vínculos tecnológicos); y, c) Entre diferentes etapas en el ciclo de vida de los proyectos, usualmente industriales (inversión, producción). Algunos enfoques o modelos que se han propuesto categorizar las capacidades tecnológicas en las empresas se comentan a continuación.

Modelo de Lall (1992)

Sobre la segunda vertiente mencionada ha habido diversas propuestas de tipologías o taxonomías. Así, por ejemplo, la planteada por Lall (1992) con base en Katz (1984, 1987), Dahlman *et al.* (1987), y trabajos suyos anteriores (Lall, 1987). En ella, el autor propone un conjunto indicativo de capacidades tecnológicas en la empresa, mismo que se puede observar en la matriz que se plasma en la Tabla 10.

Como se puede observar en dicha tabla, las capacidades tecnológicas que propone Lall están agrupadas en un núcleo básico de funciones técnicas (indicadas en las columnas) que la empresa necesita tener para poder competir eficazmente, y que tienen que ver el hecho de que pueda “decidir por sí misma respecto a sus planes de inversión o la selección de procesos, o el alcanzar mínimos de eficiencia operativa, control de calidad, mantenimiento del equipo o mejora en costos, o adaptar los diseños de sus productos a las condiciones cambiantes del mercado, o establecer vínculos eficientes con proveedores confiables”. Este núcleo básico de funciones “debe extenderse con el tiempo a medida que la empresa emprende tareas más complejas” (Lall, 1996, p. 305). Además, las capacidades tecnológicas están agrupadas en diversos niveles (mostrados en los renglones), de acuerdo a su grado de complejidad o dificultad. En las celdas de la matriz que corresponden al cruce de los renglones con las columnas, Lall ha incluido actividades de las cuales provienen las capacidades tecnológicas de la empresa⁴².

gestión de la producción, de gestión de la ingeniería y de gestión de tecnología.

⁴² Lall aclara que la matriz no tiene como finalidad mostrar una secuencia de aprendizaje, y tampoco cubre la totalidad existente de funciones de la empresa; y también precisa que no todas las funciones incluidas tienen que ser llevadas a cabo por una misma empresa.

Tabla 10. Matriz ilustrativa de las capacidades tecnológicas

			Funciones					
			Inversión		Producción			
			Preinversión	Ejecución de proyectos	Ingeniería de procesos	Ingeniería de productos	Ingeniería industrial	Enlaces dentro de la economía
Complejidad	Básica	Sencillas, rutinarias (basadas en la experiencia).	Estudios de previabilidad y viabilidad, selección de sitios, programación de la inversión.	Construcción civil, servicios auxiliares, producción de equipo, comisiones.	Eliminación de problemas, equilibrio, control de calidad, mantenimiento preventivo, asimilación de tecnologías de procesos.	Asimilación de diseño de productos, adaptaciones menores a las necesidades del mercado.	Flujo de trabajo, programación, estudios de tiempos y movimientos. Control de inventarios.	Abastecimiento local de bienes y servicios, intercambio de información con proveedores.
	Intermedia	De adaptación y duplicación (basadas en la búsqueda).	Búsqueda de fuentes de tecnología. Negociación de contratos. Negociación de términos adecuados. Sistemas de información.	Abastecimiento de equipo, ingeniería de detalle, capacitación y reclutamiento de personal calificado.	Uso máximo del equipo, adaptación de procesos y ahorro en costos, obtención de licencias para nuevas tecnologías.	Mejora de calidad de los productos, obtención de licencias y asimilación de tecnologías nuevas de productos importados.	Supervisión de la productividad, mejor coordinación.	Transferencia de tecnología de proveedores locales, diseño coordinado, enlaces en ciencia y tecnología.
	Avanzada	Innovadoras, de alto riesgo (basadas en la investigación).		Diseño básico de procesos; diseño y abastecimiento de equipo.	Innovación de procesos <i>in-house</i> , investigación básica.	Innovación de productos <i>in-house</i> , investigación básica.		Capacidad de edificación completa, I+D en cooperación, otorgamiento de licencias de la propia tecnología a otros.

Fuente: Lall, 1996, p. 304.

Nota: El libro de donde se toma esta tabla fue primero publicado en inglés en 1994 por la UNU. Antes de eso, en 1992, el autor había publicado este modelo analítico en *Research Policy*. Ver Lall (1992).

Los niveles de capacidad tecnológica que propone Lall son tres, de menor a mayor complejidad: a) *Básica*, cuyas actividades son sencillas, rutinarias (basadas en la experiencia); b) *Intermedia*, cuyas actividades son de adaptación y duplicación (basadas en la búsqueda); y c) *Avanzada*, cuyas actividades son innovadoras, de alto riesgo (basadas en la investigación). Las funciones técnicas están grupadas en dos tipos principales: i) *Inversión*, que incluye *Preinversión* y *Ejecución de proyectos*; y, ii) *Producción*, que incluye *Ingeniería de procesos*, *Ingeniería de producción*, *Ingeniería industrial* y *Enlaces dentro de la economía*. De acuerdo a esta conjunción de niveles y funciones, Lall (1996, pp. 306-307) define las capacidades tecnológicas como sigue:

Las *capacidades de inversión* son las habilidades que se requieren antes de crear nuevas instalaciones o de expandir la planta existente: identificar necesidades, preparar y obtener la tecnología necesaria y después diseñar, construir, equipar y conseguir el personal para las instalaciones. Determinan los costos de capital del proyecto, las conveniencias de la escala, la diversidad de productos, la tecnología y el equipo que se seleccionan y la comprensión que obtiene la empresa de las tecnologías básicas implicadas.

Las *capacidades de producción* cubren desde las habilidades básicas –como control de calidad, operación y mantenimiento- pasando por las que son un poco más avanzadas – como adaptación del equipo, su mejoramiento o su uso en otras aplicaciones- hasta las más exigentes: investigación, diseño e innovación. Cubren tanto tecnologías de proceso como de productos, así como las funciones de vigilancia y control incluidas en la ingeniería industrial.

Las *capacidades de vinculación* son las que se requieren para transmitir y recibir información, habilidades y tecnología de proveedores de componentes o materias primas, subcontratistas, asesores, empresas de servicios e instituciones tecnológicas.

Se puede observar que Lall categoriza las capacidades (o habilidades) de diseño básico de procesos, innovación de procesos y productos *in-house*, investigación básica, I+D en cooperación y licencia de tecnologías propias, como actividades innovadoras, de alto riesgo, que en su modelo constituyen las capacidades tecnológicas de complejidad avanzada. También se puede observar que estas capacidades corresponden en esencia a las funciones de producción, esto es, a las funciones de ingeniería y enlace, aunque también abarca la capacidad de ejecución de proyectos en la función de inversión.

Modelo de Bell et al. (1995)

Bell, Hobday, Abdullah, Ariffin y Malik (1995), basados en Lall (1992), publicaron una tipología similar orientada a la transferencia de tecnología a los países en desarrollo y la creación de capacidades tecnológicas locales. En términos

generales, ellos proponen dos tipos de capacidades tecnológicas industriales (renglones de una matriz): i) *Capacidades básicas de producción*, para usar técnicas de producción existentes, y, ii) *Capacidades tecnológicas*, para generar y manejar el cambio técnico. A su vez, estas segundas capacidades tecnológicas las dividen en: Básicas, Intermedias y Avanzadas. Luego, relacionaron la totalidad de las capacidades tecnológicas mencionadas con cuatro conjuntos de actividades empresariales (columnas de la matriz, a las que Lall denominó funciones técnicas): a) Actividades de inversión (Aptitud de los usuarios para tomar decisiones y controlar, preparación y puesta en marcha de proyectos), b) Suministro de bienes de capital, c) Actividades de producción (Proceso y organización de la producción, y centradas en el producto), y d) Actividades de vinculación. Con lo anterior construyeron una matriz de capacidades *versus* actividades empresariales, y en cada una de las celdas de la matriz sugirieron actividades que sustentan capacidades tecnológicas específicas.

Bell y colaboradores (1995) ampliaron las actividades que Lall propuso para cada una de las capacidades tecnológicas. Así, en su matriz, las *capacidades tecnológicas avanzadas* que propusieron fueron: i) Para actividades de inversión: Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes, diseño de proceso básico y actividades afines de I+D; ii) Para actividades de producción: Innovación de proceso y actividades afines de I+D, innovación radical en la organización, innovación de producto y actividades de I+D relacionadas; iii) Para suministro de bienes de capital: I+D para diseños y especificaciones de nuevas plantas y maquinarias; y iv) Para actividades de vinculación: Colaboración en desarrollo de tecnología.

Modelo de Bell y Pavitt (1995)

En el mismo año, Bell y Pavitt (1995) publicaron un modelo basado en el propuesto por Lall (1992) y Bell *et al.* (1995), en el que propusieron distinguir de forma más clara las capacidades tecnológicas para imitar/usar/operar tecnología de las capacidades tecnológicas para cambiar/crear tecnología. Mantuvieron los tres niveles de capacidad tecnológica que propuso Lall, de menor a mayor complejidad: *Básica*, *Intermedia* y *Avanzada*, así como las funciones de *Inversión* y *Producción* con actividades adaptadas ligeramente, a las que llamaron *Actividades Primarias*, y agregaron lo que denominaron *Actividades de soporte*, divididas en dos columnas: Desarrollo de vínculos y Suministro de bienes de capital. Además agregaron, como ya se mencionó, un renglón o hilera más a la que llamaron *Capacidades básicas de producción* (capacidades para usar técnicas de producción existentes), diferenciándolo de las *Capacidades tecnológicas* propiamente hablando (capacidades para generar y gestionar el cambio técnico).

Al igual que en los modelos de Lall (1992) y Bell *et al.* (1995), las *capacidades tecnológicas avanzadas* que propusieron Bell y Pavitt (1995) incluyeron: Diseño de proceso básico y actividades relacionadas de I+D, e Innovación de procesos y actividades relacionadas de I+D.

A propósito de esta categorización de Bell y Pavitt, Torres (2006, p. 14), ha comentado dicha matriz de la siguiente manera:

La taxonomía de Bell y Pavitt (1993, 1995) clasifica las principales capacidades tecnológicas a partir de cuatro funciones técnicas: dos básicas y dos de apoyo. Las primeras son: i) actividades de inversión y ii) actividades de producción. Las dos funciones de apoyo son i) el desarrollo de vínculos con empresas e instituciones y ii) la producción de bienes de capital. Los niveles de capacidades tecnológicas se definen por el grado de dificultad de las actividades. Estas van desde los niveles más básicos de las capacidades de producción rutinaria, hasta tres niveles (básico, intermedio y avanzado) de profundidad de las capacidades de innovación (...).

Y, ha señalado también algunas limitaciones de tal taxonomía de capacidades tecnológicas, así como de los estudios a nivel de las empresas en que se ha utilizado (Torres, 2006, p. 15):

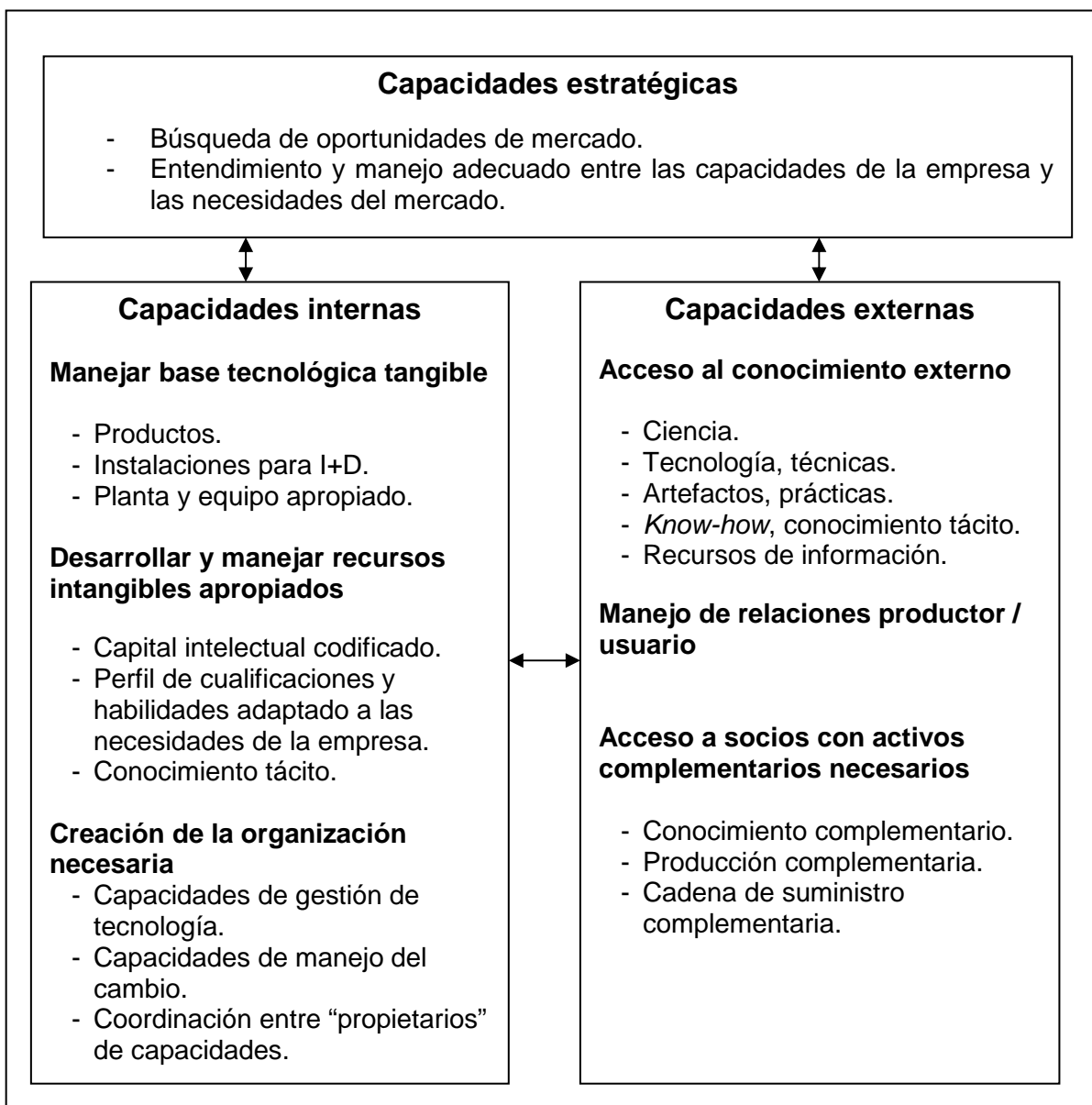
- A pesar que los autores señalan el carácter indicativo de la secuencia establecida en la matriz, esta revela una idea de secuencia, y de que las firmas tendrían que pasar por las diferentes fases hasta lograr desarrollar capacidades tecnológicas innovadoras a nivel avanzado.
- La taxonomía da cuenta de aspectos estrictamente técnicos, dejando al margen las capacidades organizacionales. Es decir, al centrarse en la acumulación de conocimiento tecnológico, la interacción con la dinámica organizacional no se aborda⁴³.
- Los estudios basados en esta taxonomía son básicamente descriptivos. Por otro lado, al basarse en estudios de caso, la generalización de los resultados de los mismos es francamente difícil.
- La utilización de la taxonomía basada en funciones técnicas, ha dejado de lado la consideración del proceso de interacción entre elementos tecnológicos y organizacionales/institucionales involucrados en el proceso de aprendizaje de las firmas.

⁴³ El modelo analítico que se propone y utiliza en esta tesis es un intento por abordar la interacción de las capacidades técnicas (de I+D+i) con la dinámica organizacional. Particularmente con la dinámica de la gestión de tecnología que ayuda a generar capacidades organizacionales necesarias para que las empresas adquieran, asimilen, mejoren, desarrollen e innoven tecnologías con una perspectiva estratégica.

Modelo de Arnold y Thuriaux (1997)

Un ejemplo de conjunción de perspectivas teóricas que resuelve parte de la deficiencias que señala Torres (2006), sobre los modelos que no consideran las capacidades organizacionales y que dejan de lado la interacción entre elementos tecnológicos y organizacionales/institucionales, puede encontrarse en la propuesta de Arnold y Thuriaux (1997, pp. 16-18), que se observa en la Figura 2.

Figura 2. Elementos clave de las capacidades tecnológicas



Fuente: Arnold y Thuriaux, 1997, p. 17.

Basados en su estudio de la literatura publicada proponen tres tipos de capacidades tecnológicas a nivel de la empresa: *estratégicas*, *internas* y *externas*. Los tres tipos de capacidades están interrelacionados y son interdependientes, “debido a que están involucradas en un proceso de aprendizaje dinámico”. Esto lo plasmaron en el modelo de elementos clave de las capacidades tecnológicas que se muestra dicha figura.

El nivel de *capacidades estratégicas*, señalan los autores, provee la inteligencia o mecanismo de control que permite a la empresa gestionar sus capacidades y explotarla vía el mercado (Arnold y Thuriaux, p. 17).

La segunda categoría, *capacidades internas de la empresa*, en palabras de los autores, son las habilidades de la gerencia para⁴⁴:

- a) Identificar e invertir en infraestructura física correcta para reunir los requerimientos competitivos de la empresa.
- b) Analizar la situación, identificar y usar las habilidades necesarias para desarrollar y manejar recursos intangibles apropiados (patentes, por ejemplo, pero también las cualificaciones y habilidades de la gente y el conocimiento tácito que posee).
- c) Organizarse apropiadamente para tener una visión que permita entender cuándo la organización necesita cambiar⁴⁵.

El tercer grupo de elementos está compuesto por las *capacidades externas*, a las cuales les concierne la gestión de las relaciones entre la empresa y los recursos externos que necesita. Esto incluye la relación con proveedores, clientes, aliados y socios, la vinculación con universidades y centros públicos de I+D, y la construcción de redes diversas (HM Treasury, 2003), necesarias muchas veces para tener éxito, como han señalado Hytti y Heinonen, a propósito de empresas de alta tecnología (2002, p. 36):

Desde el punto de vista de la empresa a nivel particular, su desempeño innovador depende en mucho de su acceso y relaciones a conocimiento externo relevante y a poseedores del conocimiento. Dicho de otra manera, entre más, y mejores, canales de conocimiento estén convergiendo en una empresa de alta tecnología, lo más probable es que se vuelva un punto de cristalización para innovaciones exitosas. El conocimiento está ocurriendo en distintos escenarios y es mantenido por

⁴⁴ Su concepción de capacidad coincide parcialmente con la propuesta por Davenport (2000, pp. 39-40), para quien “Capacidad significa pericia en una serie de actividades o formas de trabajo”, y consta de tres subcomponentes: *Conocimiento* (dominio de un cuerpo de hechos requeridos para desempeñar una labor), *habilidad* (familiaridad con los medios y los métodos para realizar una determinada tarea), y *talento* (facultad innata para realizar una tarea específica; sinónimo aproximado de aptitud). En esta tesis se suscribe la propuesta de Davenport.

⁴⁵ Arnold y Thuriaux, 1997, p. 17.

organizaciones diferentes. Por ejemplo, conocimiento relevante puede ser dominado y obtenido a través de (nuevos) empleados capacitados.

Para ello, estos empleados pueden acudir a universidades e instituciones similares y redes, entre otras fuentes, para adquirir los conocimientos necesarios.

Esta propuesta de Arnold y Thuriaux tiene las siguientes diferencias con los modelos de Lall (1992), Bell *et al.* (1995), y Bell y Pavitt (1995): a) Agrupa la capacidades tecnológicas de forma diferente (estratégicas, internas y externas), b) No presenta niveles de complejidad o desarrollo de las capacidades tecnológicas, c) Las capacidades tecnológicas están intervenculadas y son interdependientes, d) Incluye el desarrollo y manejo de los recursos intangibles de la organización (capital intelectual, conocimiento tácito, perfil de calificación y habilidades), e) Incorpora, de forma muy general, aspectos organizacionales tales como las capacidades de gestión de tecnología, manejo del cambio y coordinación entre “propietarios” de capacidades⁴⁶, f) Amplía y precisa las capacidades de vinculación o enlace, que denominan externas.

Modelo de Bell (2007)

En el Anexo I de un trabajo desarrollado para la UNCTAD, Bell (2007) publicó un análisis de los tipos y niveles de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo. En él hace un repaso de los principales modelos o marcos analíticos propuestos para la categorización de las capacidades tecnológicas a nivel de la firma desde principios de los 70's. En dicho trabajo, Bell caracteriza las capacidades tecnológicas como *activos de conocimiento*: “Activos intangibles incorporados primariamente en recursos humanos y estructuras organizacionales, pero no en capital físico. Ellos son también identificados como activos de conocimiento involucrados tanto con la producción como con la innovación” (Bell, 2007, p. iv).

En su propuesta, Bell propone un modelo simplificado que, al igual que los modelos en los que se basa (Lall, 1992; Bell y Pavitt, 1995; Amsden, 2001), distingue entre niveles con respecto a todas las funciones técnicas y etapas, pero se centra solo en las capacidades tecnológicas que corresponden a las

⁴⁶ La capacidad de gestión tecnológica se utiliza en esta tesis como una categoría de análisis distinta, la de *gestión de tecnología*, y con una perspectiva mucho más amplia, no solo relacionada con la “creación de la organización necesaria”, sino también con la definición de una estrategia tecnológica ante un mercado y un entorno dado, la construcción de un modelo de gestión de tecnología de referencia, la estructuración para la innovación (organigrama, atribuciones, nivel de formalización), la organización de funciones y procesos de gestión de tecnología, la ejecución de proyectos de I+D+i, la incorporación de especialistas de diversas disciplinas, y el uso de recursos necesarios para la operación de procesos y proyectos, en un ambiente organizacional específico y en un entorno socioeconómico dado.

Capacidades para generar y gestionar el cambio técnico del modelo de Bell y Pavitt (1995), simplifica las distinciones entre niveles (básico, intermedio y avanzado), y omite las etapas de inversión y producción en el ciclo de proyecto industrial, aunque aclara que estas son utilizadas en su artículo cuando es necesario. Su propuesta puede verse en la Tabla 11.

Tabla 11. Capacidades tecnológicas: categorías propuestas por Bell (2007)

Modelos alternativos de capacidades tecnológicas					
Lall (1992)	Bell y Pavitt (1995)	Bell (2007)*		Amsden (2001)	
		A	B		
Básica	Rutina Básica	Capacidades básicas de producción	Operación (Capacidades para usar y operar formas dadas de tecnología)	Producción	
Intermedia	Adaptiva Duplicación		Innovadora (Capacidades para crear conocimiento y transformarlo en especificaciones y sistemas)	Diseño e ingeniería	Ejecución de proyecto
Avanzada	Innovadora Riesgosa			I+D	Innovación

Fuente: Bell, 2007, p. 111.

* Categorías utilizadas por Martin Bell en su documento.

Como explica Bell, el espectro de capacidades tecnológicas se reduce a dos categorías: *Capacidades de operación* y *Capacidades innovadoras*. Y, precisa que “para destacar el énfasis que se hace a través del documento de que las capacidades innovadoras no son equivalentes a capacidades de I+D, y también para mantener contacto terminológico con las realidades concretas involucradas, la categoría *Capacidad innovadora* se divide en dos: a) *Capacidades de diseño e ingeniería* y b) *Capacidades de I+D*” (Bell, 2007, p. 111).

Investigaciones sobre capacidades tecnológicas en México

Como ya se comentó en la sección 1.4, hay en México un grupo de investigadores que han realizado investigaciones a nivel de empresa o de centros de I+D con el fin de identificar sus capacidades tecnológicas y su forma de acumulación. Se puede mencionar el grupo que trabaja en el Departamento de Producción Económica de la Universidad Autónoma Metropolitana, cuyos integrantes enseñan en la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico que ahí se imparte, y dirigen tesis de maestría y doctorado donde se utiliza este enfoque; por ejemplo, las tesis de maestría de Sampedro (2003), Figueroa (2003), Bañuelos (2005) y Melo (2007), o la tesis doctoral de Arias (2004).

En uno de sus trabajos, uno de dichos investigadores presenta una síntesis de las aportaciones empíricas que sobre la materia se han realizado en países en desarrollo, en particular en América Latina. Entre otras cuestiones, señala:

Se ha hecho una importante distinción entre las capacidades tecnológicas y la capacidad de producción. Las capacidades tecnológicas se refieren a los conocimientos y habilidades incorporadas en las personas y en las organizaciones. Ellas son una capacidad dinámica que permite a las firmas que la poseen absorber, adaptar y mejorar el conocimiento existente. Ellas no son un conjunto dado de equipamiento y de capacidades de producción simplemente (Vera-Cruz, 2003, p. 277).

Dado que la absorción, adaptación y mejora de conocimientos son actividades de gestión del conocimiento, podemos deducir de su texto que las capacidades tecnológicas permiten a las empresas gestionar mejor sus conocimientos. Además, algunas actividades que en esta tesis se circunscriben al ámbito de la gestión de tecnología son consideradas por estos autores como *actividades de aprendizaje*; por ejemplo, Vera-Cruz (2003, p. 280) señala las siguientes: Investigación y desarrollo, adaptación y mejora de equipo existente, y compra de maquinaria y equipo.

2.4.3 La capacidad de innovación en esta tesis

Para mejor comprender cómo y por qué gestionan tecnología las empresas innovadoras en México, se hace uso en esta tesis del concepto *Capacidad de innovación* de la empresa; esto es: 1) El conjunto de habilidades individuales y organizacionales que tiene la empresa para llevar a cabo proyectos de I+D+i, entre cuyas actividades se incluyen el diseño y la ingeniería, que se investigan con el fin de verificar si muestran capacidad de innovación y en qué medida⁴⁷; y 2) El conjunto de

⁴⁷ Esta fuera del alcance de esta investigación el saber cómo se construyeron dichas capacidades de innovación en las empresas y cómo resolvieron los problemas que tuvieron para lograrlo. Aunque en los casos de los capítulos 4 a 7 sí se describe cómo se generaron algunas de sus

habilidades que la empresa requiere para hacerse de conocimientos y tecnologías de fuentes externas a la empresa.

De acuerdo con el Manual de Oslo:

Por capacidades de una empresa se entienden los elementos que le permiten sacar partido de las oportunidades ofrecidas por el mercado. La capacidad de innovación más importante es el conocimiento acumulado por la empresa, que está incorporado esencialmente en los recursos humanos, pero también en los procedimientos, procesos habituales y otras características de la empresa. Las *capacidades de innovación*, tal como ocurre con las capacidades tecnológicas, son el resultado de un proceso de aprendizaje, que es consciente y deliberado, costoso en tiempo y dinero, no lineal y dependiente de las trayectorias seguidas, y acumulativo (OECD, 2005, pp. 161-162)⁴⁸.

Por su parte, Dodgson y Bessant (1996, p. 12), con un enfoque que llaman dinámico, definen *capacidades innovadoras* como las características de las empresas y su gerencia, que les permite definir y desarrollar competencias para crear ventaja competitiva. Estas capacidades junto con los *recursos* (todos los activos que le permiten operar a una empresa, incluyendo activos intangibles, habilidades, conocimiento, organización, vínculos con otras firmas) generan las *competencias* de la empresa (combinación enfocada de recursos que le permite a las empresas diferenciarse a sí mismas de sus competidores). Estos tres elementos se relacionan entre sí por medio de diversos tipos de aprendizaje.

El concepto *Capacidad de innovación* (de producto, proceso, organización y mercadotecnia) de la empresa que se utiliza en esta tesis se corresponde con la capacidad tecnológica de complejidad avanzada que Lall (1992) propuso para ilustrar las capacidades tecnológicas que se conforman a partir de actividades de innovación de proceso y de producto *in-house*, de investigación básica, de vinculación para proyectos de I+D y de licenciamiento a terceros de tecnologías propias. Es la misma, además, que Bell (2007) denomina *Capacidad innovadora*, que es útil “para crear conocimiento y transformarlo en especificaciones y sistemas”, que abarca las *Capacidades de diseño e ingeniería* y las *Capacidades de I+D* y que, como él señala en su modelo, se corresponde con las *Capacidades tecnológicas para generar y manejar el cambio técnico* propuestas por Bell y Pavitt (1995).

capacidades de gestión tecnológica e innovación.

⁴⁸ En la versión 1997 del *Manual de Oslo* se usaba la siguiente definición: “La capacidad para la innovación consta de un conjunto de factores, que la empresa puede tener o no, y de modos para combinar estos factores de manera eficiente” (Versión en español del IPN/CIECAS, 2000, p. 55).

Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos

Si bien en la literatura mencionada en el apartado anterior considera que la capacidad de ejecución de proyectos (de inversión y con enfoque industrial) se sustenta en actividades de diseño, ingeniería, habilitación de equipos y construcción; vale la pena mencionar también que la administración (o gestión) de proyectos de innovación es una de las actividades más importantes de la gestión de tecnología en las empresas. Hay una frontera común entre ambas disciplinas, y entre ambas actividades, pero en realidad son dos dimensiones diferentes de los proyectos tecnológicos (la técnica y la gerencial), y es conveniente precisar el alcance de cada una, así como identificar quiénes son los actores principales en cada caso.

Cuando los autores mencionados hablan de capacidad de ejecución de proyectos siempre se refieren a las habilidades y conocimientos que tiene una parte del personal de la empresa para realizar *actividades de carácter técnico*, con diferentes niveles de complejidad, tales como (Lall, 1996, p. 304; Amsden (2001); Bell, 2007, p. 111): diseño básico de procesos, diseño de equipo, producción de equipo, abastecimiento de equipos y maquinaria, ingeniería de detalle, construcción de planta y puesta en marcha, capacitación y reclutamiento de personal calificado, investigación básica y aplicada, desarrollo de tecnología. Normalmente, el personal que realiza éstas actividades de ejecución de proyectos tecnológicos está constituido por técnicos, diseñadores, ingenieros, gerentes de planta, superintendentes de planta, inventores, tecnólogos, e investigadores o científicos.

En cambio cuando se habla de capacidad de administración o gestión de proyectos tecnológicos nos estamos refiriendo al conjunto de habilidades y conocimientos que cierta parte del personal de la empresa tiene para llevar a cabo *actividades de tipo funcional y de dirección de personas* que participan en los proyectos (Badawy, 1997, p. 30; Hitt, 1985). Las *actividades de tipo funcional* son: planificación y toma de decisiones (misión, visión, objetivos, metas, estrategias de corto y largo plazo, planes de acción), organización (estructuración, principios, políticas, modelos), *staffing* (selección, contratación, preparación y estímulo del personal), evaluación de proyectos (políticas, criterios, indicadores, métrica de desempeño) y control (establecimiento de patrones de ejecución, comparación de resultados contra objetivos y metas, corrección de desviaciones). Y, las *actividades de dirección de personas* son: Liderazgo, motivación, comunicación, evaluación del desempeño, manejo del poder y las políticas de la empresa, y gestión de los conflictos que se generen. El personal que realiza estas actividades de administración de proyectos tecnológicos está constituido por directores, subdirectores, administradores, gerentes funcionales (de mercadotecnia, finanzas, recursos humanos, producción, I+D), gestores de tecnología, gestores del conocimiento, líderes o jefes de proyecto, y jefes de departamento o de áreas de apoyo.

Como se puede ver, no se habla de las mismas actividades ni de la misma gente⁴⁹. Pero, sin embargo, para que un proyecto de innovación tecnológica tenga éxito y se cumplan con efectividad los objetivos, metas e impactos esperados, es necesario que se ejecuten de manera adecuada las etapas técnicas del mismo (idea, concepto, investigación y desarrollo, escalamiento, producción, comercialización), pero también que se lleven a cabo en forma profesional las actividades de administración o gestión que garanticen su éxito en tiempo y forma (planeación del proyecto, aprobación del proyecto y sus recursos, organización del proyecto, nombramiento de jefe de proyecto, incorporación del personal técnico de acuerdo al ciclo de vida del proyecto, evaluación antes, durante y después de su ejecución, y control del mismo).

Por tanto, en esta tesis se considera que para que una empresa innovadora cuente con *capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos*, requiere contar con capacidad de realización técnica de los mismos, pero también con capacidad gerencial para definir los proyectos adecuados y para que se administren de forma adecuada, observando un uso correcto de los recursos, del talento y el tiempo del personal que participa en su ejecución.

Esta capacidad de administración de proyectos forma parte de la capacidad de gestión tecnológica de la empresa, pero dada su estrecha interrelación con la ejecución técnica de los proyectos se incluye aquí como parte de la *capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos*, separada de las demás prácticas (y procesos) de gestión de tecnología que se contemplan en esta investigación.

Capacidad de acceso a tecnología y conocimientos externos

En esta tesis se utiliza también, como parte de la capacidad de innovación de las empresas, la capacidad que tienen para acceder a conocimientos y tecnologías de fuentes externas, considerada por los diversos autores cuyos modelos han sido analizados como *Capacidad de enlaces dentro de la economía* (Lall, 1992), *Capacidad de vinculación* (Bell y Pavitt, 1995) o como *Capacidad externa* (Arnold y Thuriaux, 1997). Una habilidad que en términos generales no es sencilla, pues como se señala en el Manual de Oslo (OECD, 2005, p. 41), entre otras cuestiones:

El acceso al conocimiento y a la tecnología puede depender en alto grado de las conexiones entre las empresas y las organizaciones. Éste es particularmente el caso del conocimiento *tácito* que se desarrolla en las mentes de las personas, o de la información que se encuentra en los procesos habituales o “protocolos” de las organizaciones. Para acceder a estos tipos de conocimiento son necesarias las

⁴⁹ Aunque muchos profesionistas de áreas técnicas se preparan para realizar ambos tipos de actividades estudiando, por ejemplo, después de su carrera una maestría en administración de empresas o de negocios.

interacciones directas con las personas que son depositarias del conocimiento tácito o que tienen acceso a los mencionados procesos habituales.

Esta capacidad de vinculación de las empresas se ha favorecido en los últimos años por el establecimiento de leyes y políticas públicas, incentivos diversos, actividades de promoción y creación de oficinas de vinculación, incremento en la capacidad de gestión, transferencia de conocimientos y desarrollos tecnológicos en universidades y centros públicos de I+D (Ver, por ejemplo: Advisory Council on Science and Technology, 1999; Scott *et al.*, 2001, pp. 12-14; HM Treasury, 2003, pp.12-14); pero también por el incremento deliberado en muchas empresas, a nivel nacional e internacional, de las actividades de vínculo, empujadas por la necesidad de soportar o complementar los procesos innovadores internos, y reforzado por la creciente capacidad de absorción de conocimientos y tecnologías que poseen (Salter *et al.*, 2000, p. 30).

La vinculación se ha beneficiado también de la multiplicación de canales de comunicación, y modalidades de vinculación entre las universidades y las empresas que se han incrementado de forma notable desde los años ochenta (Solleiro, 1990; Scott *et al.*, 2001, p.15), y por el hecho de que ambas partes han aprendido a superar, a gestionar, las barreras u obstáculos que inhiben la cooperación (López *et al.*, 1994; ANUIES, 1999; Medellín, 1995a; Casas, 2001).

También, y relacionado con la capacidad de las empresas para hacerse de conocimientos y tecnología externas, en años recientes se ha enfatizado el hecho de que las empresas que tienen éxito en sus actividades de innovación participan o están integradas en procesos de innovación abierta o extendida (Chesbrough, 2004; Dodgson *et al.*, 2006).

Definición utilizada en esta tesis de *Capacidad de innovación*

Con base en lo anterior, para el propósito de esta investigación, se define *capacidad de innovación* como:

El conjunto de conocimientos, habilidades y talento gerencial que una empresa requiere para ejecutar proyectos de I+D, diseño, ingeniería e innovación (de producto, proceso, organizacional y de mercadotecnia), aprovechando los activos tangibles e intangibles de que dispone; y para obtener los conocimientos, tecnologías y activos complementarios de fuentes externas especializadas, tales como instituciones de educación superior, centros públicos de I+D, y proveedores de equipos y procesos, mediante licencias, alianzas, creación de redes y otras modalidades.

La capacidad de innovación soporta la obtención de resultados de la empresa medidos en términos de innovaciones producidas y otros indicadores tales como: ingresos obtenidos por ventas de nuevos productos, incremento en el % de

participación en el mercado gracias a la introducción de nuevos productos, disminución de costos de producción, y nuevos negocios generados.

La capacidad de innovación es una categoría de análisis que se utiliza en esta tesis para el estudio de los casos empresariales, tal como se comenta en la sección 3.4 de esta tesis.

2.5 Condiciones y contexto para la innovación

Para que la gestión de tecnología surta efecto - esto es, que produzca impactos innovadores en los resultados de la empresa-, es necesario que los directivos, técnicos, gerentes o gestores de la misma, generen o aprovechen las condiciones organizacionales necesarias para que esto pueda llevarse a cabo, es decir que generen o aprovechen las circunstancias internas necesarias para que la innovación suceda.

Sin embargo, en pocos textos de la literatura especializada se ha señalado la importancia de las condiciones (técnicas, comerciales, económicas, organizacionales, entre otras) cuya existencia soporta el éxito de la innovación tecnológica en las empresas. Un ejemplo se puede encontrar en el texto de Abernathy y Utterback (1978, p. 106), donde plantean lo siguiente:

Muchos ejemplos de innovaciones no exitosas apuntan a una explicación común de falla: ciertas condiciones necesarias para soportar un avance técnico demandado no estuvieron presentes. En tales casos nuestro modelo⁵⁰ puede ser útil debido a que describe condiciones que normalmente soportan avances en cada etapa del desarrollo; de acuerdo con ello, si nosotros podemos comparar condiciones existentes con aquellas prescritas por el modelo podemos descubrir cómo incrementar el éxito innovador.

Con un enfoque distinto, Roberts (1996b, p. 57) apunta lo siguiente: “Se pueden establecer tres apartados para realizar un modelo sinóptico de los factores que afectan a la innovación de éxito: personal, estructura y estrategia”.

⁵⁰ Abernathy y Utterback (1978) propusieron un modelo que relaciona patrones de innovación dentro de una unidad productiva con la estrategia competitiva de la unidad, las capacidades de producción, y las características organizacionales. En su opinión, las innovaciones tienen un carácter cambiante y, buscando explicar las variables que determinan las estrategias exitosas para la innovación, propusieron un modelo de tres etapas en la evolución de las empresas exitosas: un periodo de flexibilidad (patrón o modelo fluido), en el cual la empresa busca capitalizar sus ventajas; sus años intermedios (patrón o modelo de transición), en el cual los productos principales son más ampliamente utilizados; y una etapa de madurez total (patrón o modelo específico), donde la prosperidad es asegurada por el liderazgo en los principales productos y tecnologías. Los factores de comparación que utilizaron para los tres patrones fueron: énfasis competitivo, estímulo a la innovación, tipo de innovación predominante, línea de producto, tipo de proceso de producción, tipo de equipamiento, materiales, tipo de planta y control organizacional.

Ya en un trabajo previo, elaborado con Frohman, Roberts había señalado respecto al primer factor: “La ausencia de gente clave con habilidades para ejecutar las tareas necesarias puede resultar en fallas características en el proceso de innovación, reduciendo las oportunidades de utilización exitosa” (Roberts y Frohman, 1978, p. 39). Por otro lado, para conformar la plantilla de la organización tecnológica, dos cuestiones deben ser resueltas, según Roberts (1996b, pp. 57-58): i) ¿Qué tipo de personas se necesita incluir para lograr un desarrollo técnico efectivo?, y ii) ¿Qué acciones en la gestión se pueden realizar para maximizar su productividad conjunta?

Condiciones externas que impactan a todo tipo de organizaciones

Por su parte, Hall (1996) plantea que hay una serie de condiciones externas (tecnológicas, legales, políticas, económicas, demográficas, ecológicas y culturales), que tienen un impacto crucial sobre las organizaciones, pues estas “no existen en un vacío”⁵¹. El cambio tecnológico impacta en todo tipo de organizaciones - vía patentes, nuevas ideas o prácticas- que cuentan con personal que desarrolla mecanismos de respuesta, sea que estén a favor o en contra de las condiciones tecnológicas y demás condiciones ambientales. El conjunto de leyes, reglamentos y normas de un país, región o estado condicionan la operación de muchas organizaciones, generando diversos tipos de prohibiciones, estableciendo obligaciones o requisitos para la producción y la comercialización. Por cierto, señala Hall que: “Las organizaciones no son receptoras benignas de leyes y reglamentos”, tienden a oponerse a las mismas y a buscar disminuir sus impactos.

La aprobación de leyes, el otorgamiento de estímulos fiscales, el cabildeo con los legisladores, la organización en cámaras empresariales que ejercen presión a gobiernos y partidos, las campañas periodísticas a favor o en contra de una empresa, son algunas de las expresiones políticas de un entorno cualquiera que condiciona la actuación de muchas empresas.

La situación económica, la inflación, la política fiscal, los reglamentos tributarios, la tasa de cambio que se maneja de forma oficial, los tratados de libre comercio, los presupuestos en las empresas públicas o paraestatales, forman parte de algo que para la mayoría de los líderes de negocios “es la variable determinante”: Según señala Hall: “Las condiciones económicas cambiantes sirven como restricciones importantes en cualquier organización” (p. 227).

⁵¹ Por cierto, como ha señalado Drucker (1996), estas condiciones, o cambios en el entorno de las organizaciones –sobre todo los cambios que ya han ocurrido-, son fuentes típicas de innovación. Son oportunidades que las empresas pueden aprovechar si cuentan con los recursos para ello. Escribe Drucker (2002, p. 94) “La innovación exige que identifiquemos de una manera sistemática los cambios que ya han ocurrido en el negocio – en demografía, valores, tecnología o ciencia – y luego los veamos como oportunidades. También requiere otra cosa, que ha sido la más difícil de hacer para las compañías existentes: abandonar lo de ayer, en vez de defenderlo”.

El aumento de población, el envejecimiento de la misma, o el incremento de jóvenes en un país, las migraciones, las distribuciones demográficas por región, son fenómenos que condicionan estrategias, y políticas de producción y comercialización de la gran mayoría de las empresas

Como plantea Hall, “las organizaciones se ubican físicamente para aprovechar las condiciones ambientales” (p. 230), y factores climáticos, geográficos, de densidad poblacional, de cercanía a ciertos insumos estratégicos o a cierta infraestructura, pueden afectar de manera notable la forma de operación de las empresas.

Por último, las condiciones culturales se manifiestan en valores y normas que “cambian de acuerdo con los hechos que tienen lugar y que afectan a la población involucrada. Si involucran condiciones relevantes para la organización, estos cambios tienen significado para la misma”⁵². Por otro lado, la actuación de las empresas impacta en los hábitos culturales de muchas regiones y países, en ocasiones transformando de manera radical formas de vida y comportamientos.

Ahora bien, aunque sin duda es importante la comprensión del ambiente externo de las organizaciones para explicar el origen de muchas innovaciones que se producen en ellas, lo que interesa analizar en esta tesis son aquellos factores internos de la empresa, relacionados principalmente con la gestión de tecnología, que influyen o condicionan su desempeño innovador. Esto se abordó en el apartado 1.3.4 de esta tesis.

La siguiente sección identifica los principales indicadores que se utilizan para evaluar el desempeño innovador de una empresa, de acuerdo con diversos autores que han estudiado la temática.

2.6 Resultados de la gestión de tecnología

La razón de ser de la gestión de tecnología es la implantación de innovaciones tecnológicas (de producto y proceso), el desarrollo de nuevas formas de organizar el proceso de creación y entrega de valor a los clientes y mercados, y el desarrollo de nuevas maneras de comercializar las innovaciones producidas, pero también de los productos y servicios actuales de la compañía.

Los resultados de la gestión de tecnología son medidos además con indicadores de desempeño como los mostrados en la Tabla 2 de esta tesis, y que miden el desempeño de variables tales como: Nuevo productos o servicios introducidos al mercado; reducción de costos en la forma de producir o de comercializar bienes o servicios; protección intelectual vía patentes, marcas, derechos de autor, secreto industrial entre otras figuras; transferencia de tecnología de la I+D a la producción

⁵² Hall, 1996, p. 231.

y a terceros; grado de satisfacción del cliente; mejora continua de los procesos de la empresa; ingresos por transferencia de tecnología o licenciamiento de patentes y marcas; rentabilidad de la cartera de proyectos de I+D+i que se ejecuta año con año; y en última instancia el éxito del negocio en términos tales como mayor participación en el mercado gracias a las innovaciones producidas, mayor volumen de ventas, relación beneficio-costos superior a la media en el sector; y liderazgo tecnológico y comercial en nichos o sectores donde se compete.

Pero no solo por los resultados se mide la capacidad de gestión tecnológica de una empresa. Hay otros indicadores que muestran el desempeño de equipos de trabajo, tareas, procesos, uso de recursos, que permiten evaluar –en ocasiones de forma indirecta– la capacidad que una organización tiene para gestionar tecnología e innovar. Por ejemplo⁵³: a) *Sobre desempeño de la gente*: capacidad de I+D+i, horas de capacitación/año, número de sugerencias de mejora continua; b) *Sobre uso de recursos*: inversiones realizadas en I+D, % de ingresos provenientes de la venta de nuevos productos en los últimos años, % de activos dedicados a actividades de I+D+i; c) *Sobre procesos o tareas*: tiempo para llegar al mercado, tiempo para que I+D cumpla un requerimiento de planta, satisfacción del cliente medida por estudios externos, modelos QFD instaurados, proyectos ejecutados en tiempo y costo, equipos de trabajo funcionando de manera eficaz; d) *Sobre tecnologías*: tecnologías clave versus tecnologías usadas por la empresa, desarrollos tecnológicos transferidos con éxito a la planta para su fabricación.

2.6.1 Indicadores de desempeño innovador

Es evidente que los factores discutidos en la sección anterior influyen en la capacidad de innovación de una empresa, pero lo hacen con diferente grado y frecuencia, como se evidencia de las percepciones diferenciadas que tienen los directivos y gerentes entrevistados de las cuatro empresas estudiadas, percepciones que se describen en los capítulos 4 a 7 de esta tesis.

Las variables y medidas típicas de desempeño señaladas en la Tabla 2 de esta tesis, dan una idea muy clara de los que se espera de una empresa innovadora. Estas variables tienen que ver con los resultados e impactos, y constituyen un conjunto de indicadores de eficiencia y eficacia muy útiles para directivos y gerentes. Estos indicadores sirven también para evidenciar la capacidad de innovación de una empresa en términos de innovaciones producidas de producto (nuevos productos y servicios), de proceso (reducción de costos, mejora continua), de propiedad intelectual (patentes, licencias, regalías), de transferencia de tecnología (menores costos y tiempos), y de indicadores financieros y comerciales (participación en el mercado, volumen de ventas, periodo de retorno y tasa interna de retorno, rentabilidad).

⁵³ No todos los indicadores que aquí se mencionan se deducen de la Tabla 2 mencionada.

Otros elementos que han sido propuestos para medir la capacidad de innovación de una empresa son: la capacidad que tiene la empresa para organizar equipos de trabajo, la capacidad de ejecución y gestión de proyectos tecnológicos, la infraestructura con que cuenta la empresa para actividades de I+D+i, y la gente capacitada para realizar actividades de gestión de tecnología e innovación.

Collins y Smith (1999, pp. 33-36), por ejemplo, propusieron una métrica para medir la habilidad innovadora de la empresa, enfocada a evaluar las cosas que la harán exitosa en un futuro, más que sobre los éxitos pasados, y bajo la premisa de que no se puede mejorar lo que no se mide. En su métrica proponen evaluar: *Estrategias para los accionistas* (¿Estamos haciendo las cosas correctas?), *Procesos* (¿Estamos haciendo correctamente las cosas?), *Recursos* (¿Tenemos acceso a los recursos internos y externos adecuados?), y *Organización y cultura* (¿Tenemos la estructura organizacional, cultura y sistema de incentivos apropiados para impulsar la innovación? ¿Estamos obteniendo lo mejor de nuestros recursos?). Y proponen evaluar estos elementos interdependientes contra cuatro dimensiones, o fases, en el tiempo: 1) *Indicadores sobre desempeño pasado (Lagging indicators)*: ¿Qué tan bien lo hicimos ayer?, 2) *Indicadores en tiempo real*: ¿Qué tan bien lo estamos haciendo hoy?, 3) *Indicadores de dirección*: ¿Qué tan bien lo estaremos haciendo mañana?, y 4) *Indicadores de aprendizaje*: ¿Qué tan bien lo haremos en el largo plazo?

Estos autores plantean que una métrica de este tipo puede impulsar el cambio en una organización y aumentar la capacidad de innovación sea: i) Señalando el propósito estratégico y proveyendo incentivos para alinear actividades con los objetivos organizacionales, 2) Monitoreando avances y orientando acciones correctivas, y 3) Permitiendo la evaluación de la gente, objetivos, programas, y proyectos para optimizar la asignación de recursos (Collins y Smith, 1999, p. 34).

3. Estrategia de investigación

3.1 Contenido del capítulo

En este capítulo se discute la estrategia de investigación seguida y sus etapas, una estrategia de estudio de caso, y su conveniencia para el tratamiento de la pregunta de investigación (sección 3.2), la unidad de análisis que se usa (sección 3.3), y el marco analítico para la investigación que se utilizó (sección 3.4).

Para responder a la pregunta de investigación que guía la investigación, esto es, ¿Cómo y por qué gestionan su tecnología las empresas innovadoras mexicanas?, se utilizó una estrategia de investigación basada en estudios de caso⁵⁴, pues se buscó tener una comprensión de primera mano de eventos relativamente actuales, y explicar cómo las empresas innovadoras hacen las cosas en este terreno. Con los hallazgos de la investigación se buscó construir, de acuerdo a la metodología propuesta por Yin, “generalizaciones analíticas” que permitan entender mejor el fenómeno que se estudia (Yin, 1994, p. 30)⁵⁵.

En la sección 3.4 se discuten algunos marcos de análisis reportados en la literatura que sirven de referencia para el proyecto de investigación, de manera particular marcos analíticos de investigación utilizados por diversos autores sobre aspectos relevantes de la gestión de tecnología, sobre cómo las empresas se organizan para gestionar su tecnología e innovar. Después de discutirlos, se presenta el modelo o marco analítico que se utiliza en esta tesis para el estudio de cómo y por qué gestionan tecnologías las empresas innovadoras en México. Este marco analítico incorpora los principales conceptos, o variables, encontrados en la literatura, que se utilizan aquí como categorías y subcategorías de análisis para sustentar la investigación empírica a nivel de estudios de caso.

En la sección 3.5 se describen los criterios que se utilizan para interpretar los hallazgos, en la sección 3.6 se comenta el tipo de investigación empírica realizada para esta tesis, en la sección 3.7 los criterios utilizados para la selección de los casos de estudio y sus características principales, en la sección 3.8 se comentan las fuentes de evidencia empleadas, y en la sección 3.9 el método usado de recolección de evidencias empíricas que se apoya en la metodología propuesta por Robert K. Yin (1994).

⁵⁴ Sin dejar a un lado que los casos individuales de estudio no son representativos desde el punto de vista estadístico (Hernández, Fernández-Colado y Baptista, 2006, p. 13).

⁵⁵ “En una `generalización analítica´ se usa una teoría desarrollada previamente como una plantilla (*template*) contra la cual se comparan los resultados empíricos del estudio de caso. Si dos o más casos son mostrados para soportar la misma teoría, la replicación (duplicación) puede ser reivindicada” (Yin, 1994, p.31). En este caso la teoría utilizada fue discutida en los capítulos 1 y 2, y se amplía en la sección 3.4 de esta tesis.

3.2 La estrategia de investigación

Esta investigación se realizó en varias etapas. El proceso seguido se muestra en la Figura 3, que a continuación se describe en forma breve. La revisión de la literatura, sobre todo en caso mexicano, reveló la existencia de algunos “huecos” teóricos sobre cómo las empresas innovadoras gestionan tecnología y qué las empuja a ello.

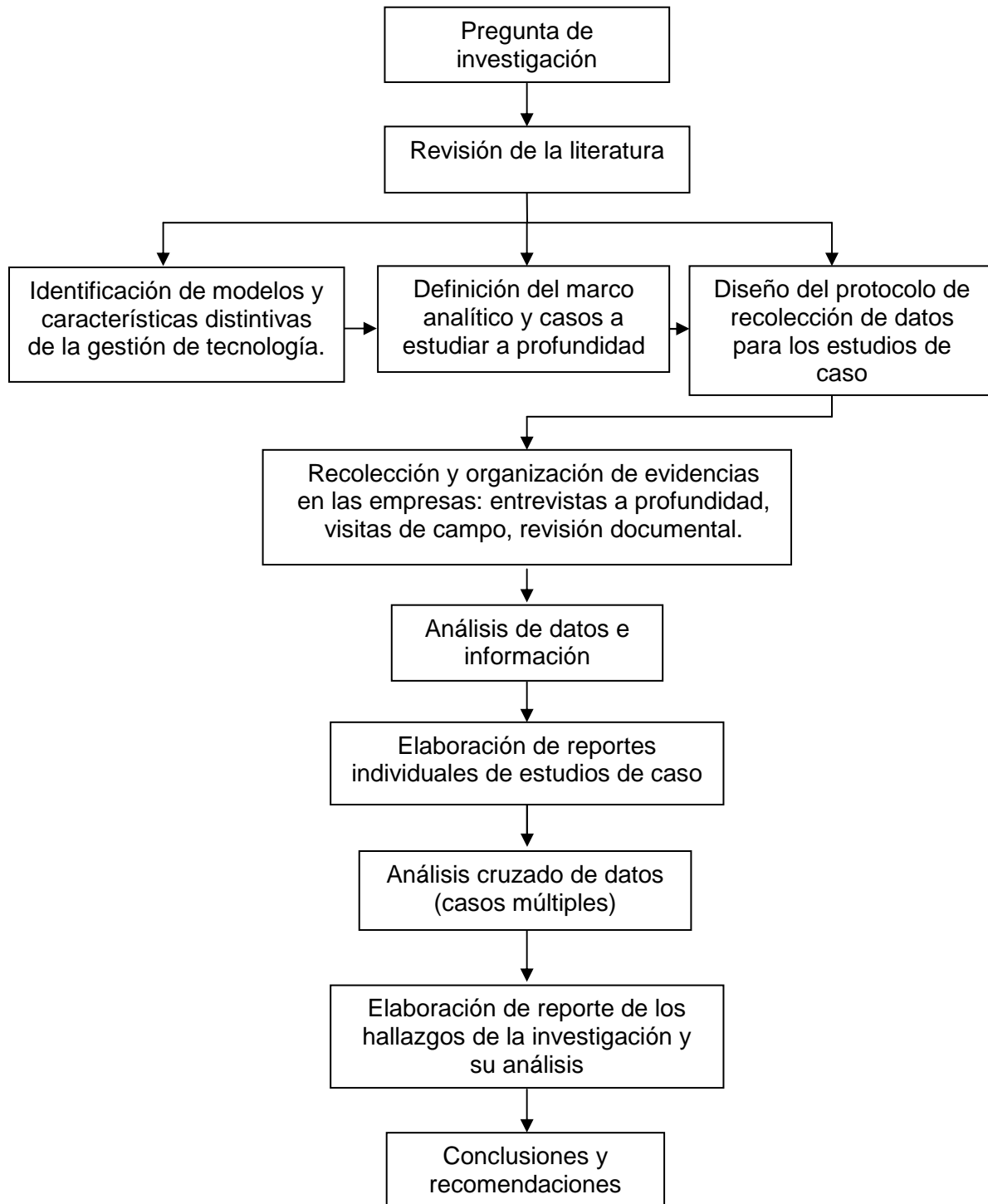
Las investigaciones realizadas en otras latitudes nos reportan hallazgos sobre teorías, enfoques, métodos, procesos, actores y características, que vale la pena tener en consideración en esta investigación, sea para confrontar los datos que se obtengan o sea para replicarlos teóricamente. El marco teórico se elaboró a partir de la revisión de la literatura publicada sobre el tema.

Para la investigación de campo se elaboró un protocolo de recolección de datos cuya estructura es la que se muestra en el Anexo I de esta tesis. Este cuestionario guía, o protocolo para la elaboración de los estudios de caso, incluye a detalle las preguntas a tener en mente cuando se realizaron las entrevistas. Este protocolo incluye un panorama general de la investigación, las preguntas específicas de los estudios de caso, y además sirvió de base para estructurar los reportes de los estudios de caso que se construyeron apoyándose en ello y en la información obtenida de la documentación revisada, así como de las visitas de campo efectuadas.

Para la recolección y organización de evidencia se tomaron en cuenta las recomendaciones de Yin (1994), entre otras:

- La utilización de fuentes múltiples de evidencia. En los estudios de caso se utilizaron: entrevistas abiertas y entrevistas enfocadas a temas específicos, hechas a profundidad, revisión de expedientes en archivos de las empresas, revisión de documentos públicos y observación directa en campo.
- Creación de una base de datos con notas sobre los estudios de caso, anotaciones de campo, documentos de respaldo, tabulaciones y narraciones.
- Mantenimiento de una cadena de evidencias en los reportes, utilizando notas al pie de página, citando entrevistas específicas, haciendo referencia precisa a documentos y dónde ubicarlos, y observaciones realizadas.

Figura 3. Las etapas de investigación de esta tesis



Fuente: Elaboración propia.

La estrategia de análisis e interpretación de las evidencias obtenidas de los estudios de caso que se utilizó en esta investigación corresponde al seguimiento de propuestas teóricas que conducen al estudio de caso (*Relying on theoretical propositions*) pues, como señala Yin (1994, p. 103), tanto el objetivo original como el diseño del estudio de caso se basaron en tales propuestas, lo que a su vez se reflejó en la pregunta de investigación, en el marco teórico y en el desarrollo de argumentos y conceptos.

En la investigación de campo se estudiaron cuatro empresas con características diferentes, con el fin de comprender cómo y por qué se realiza gestión de tecnología en ellas. Las características de estas empresas se presentan en la sección 3.7, donde se describe la selección de los casos.

En los cuatro casos se utilizó el mismo protocolo para las entrevistas, y se usaron las mismas categorías y subcategorías de análisis.

Se elaboró un reporte de cada uno de los casos y después se efectuó un análisis cruzado de evidencias obtenidas. Los reportes individuales de caso se incluyen en los capítulos 4 a 7 de este trabajo. Con ellos se generó un reporte final de los hallazgos de la investigación, y luego una serie de conclusiones y recomendaciones, que se incluyen en los capítulos 8 y 9 de esta tesis.

3.3 Unidad de análisis

Para encontrar respuestas a la pregunta de investigación esbozada en el apartado 1.5 de esta tesis, se examinó a profundidad, y en su contexto, la naturaleza global de la gestión de tecnología en cuatro empresas, tres de ellas cuyos directivos consideran innovadoras, y una más considerada como no innovadora.

En estas cuatro empresas se estudió cómo y por qué gestionan sus tecnologías, las características organizacionales de su gestión de tecnología, si ésta se encuentra alineada a una perspectiva estratégica y de negocios, sus rasgos más relevantes y sus principales resultados e impactos. Igualmente se estudiaron las condiciones en la empresa que han permitido que su capacidad de innovación se desarrolle, tal como se comentó en el apartado anterior. Los datos que permiten explicar estas características de la gestión de tecnología fueron recopilados, agrupados y analizados. También se identificaron en ellas las prácticas de gestión de tecnología que más utilizan.

3.4 Marco de investigación utilizado

En el capítulo 2 de esta tesis se comentaron cuáles son las características de la gestión de tecnología así como de la capacidad de innovación en la empresa, que se encontraron en la literatura especializada sobre el tema. Estos aspectos se complementan con el análisis de los rasgos relevantes de la gestión de tecnología y los aspectos metodológicos que se utilizan en el estudio del tema por diversos autores, como se muestra en los apartados 3.4.1 y 3.4.2 de este capítulo.

Ahora bien, como ya se señaló, existen diversos modelos o marcos conceptuales para analizar a las organizaciones, y diversos modelos para evaluar la gestión de tecnología en la empresa. En la sección 2.2.2 de esta tesis, por ejemplo, se presentaron diversos modelos publicados desde 1987 en Estados Unidos, Europa y América Latina. En la sección 2.2.4 se compararon dichos modelos y se analizaron sus diferencias y similitudes. Dichos modelos son útiles para reconocer el alcance de la gestión tecnológica en una empresa, permiten identificar si la empresa tiene un enfoque funcional, de procesos o de responsabilidades de gestión, y proporcionan además una idea general del tipo de actividades que abarca la gestión de tecnología en la organización. Pero, dichos modelos son de utilidad parcial para estudiar cómo y por qué se gestiona tecnología en empresas innovadoras, pues casi siempre dejan fuera los elementos que componen una empresa y su forma concreta de operación.

Para lograr esto último se requiere acudir entonces a conceptos adicionales, tales como los propuestos por estudiosos de las organizaciones, y por autores que han sugerido marcos conceptuales de análisis de la gestión de la innovación tecnológica o de las influencias en el desempeño innovador de la empresa. Estos conceptos y modelos se analizan en los apartados 3.4.3 y 3.4.4 de esta sección.

Por último, en el apartado 3.4.5 se discute y propone un marco analítico y conceptual que se utiliza en la investigación que sustenta esta tesis.

3.4.1 Rasgos relevantes de la gestión de tecnología en la literatura

A partir del análisis de la literatura especializada en gestión de tecnología se identificaron un conjunto de rasgos relevantes de la gestión de tecnología en empresas. Estos rasgos se muestran sintetizados en la Tabla 12 de esta tesis. De ellos, un conjunto de rasgos relevantes identificados tienen que ver con las condiciones organizacionales necesarias para que la empresa pueda innovar. Son los siguientes:

- a) Aporta una perspectiva estratégica al rol que juegan las tecnologías, y el impacto del cambio tecnológico, en el rumbo de los negocios. Esto es, se cuenta con una estrategia tecnológica definida (Ford, 1988; Clark *et al.*, 1989, p. 217; Burgelman *et al.*, 2004; Porter, 2005, p. 133).
- b) La empresa cuenta con una estructura organizacional *ad hoc* para la innovación (Marquis, 1969, p. 49; Nelson, 1991, p. 4).
- c) Capacidades y competencias esenciales para la creación y mantenimiento del *know-how*, de I+D e innovación, y de dominio de los activos complementarios, solos o de forma expandida (Roberts y Frohman, 1978, p. 39; Teece, 1986; Hamel y Prahalad, 1995, pp. 259-264⁵⁶; Grindley y Sullivan, 2001, p. 142; Pavitt, 2003, p. 34; Goldbrunner *et al.*, 2005, pp. 4-5).
- d) Un *pool* de procesos o prácticas sistematizadas de gestión de tecnología que garantiza que “las cosas se hagan” bien (Menke, 1997; Cotec, 1999; Premio Nacional de Tecnología, 2005b; Omta *et al.*, 1994; Smith, 2003; Farrukh *et al.*, 2004; Phaal *et al.*, 2006).
- e) Capacidad de respuesta a la demanda del mercado, o bien de creación de la misma (Marquis, 1969, p. 47; Pavitt, 2003, p. 25).
- f) Una cultura organizacional que soporte la innovación (Husain *et al.*, 2002; Tushman y O’Reilly III, 2004; Goldbrunner *et al.*, 2005, pp. 2-7; Lafley, 2008, p. 4).

Un segundo grupo de rasgos relevantes tiene que ver con el rol que juega la gestión de tecnología en los procesos de innovación tecnológica, en la medida que:

- i) Establece un marco de relaciones entre tecnología y capacidades empresariales (Christensen y Overdorf, 2000).
- ii) Genera capacidades gerenciales para integrar equipos de trabajo que garanticen la implantación comercial de las innovaciones (Pavitt, 1990; Burgelman *et al.*, 2004, pp. 948-954).
- iii) Aporta habilidades y competencias para responder a necesidades de mercados y clientes aprovechando oportunidades tecnológicas que se generan dentro y fuera de la organización con el fin de transformar el desempeño de productos, procesos, negocios y organizaciones (Marquis, 1969, p. 49; Pavitt, 1990, p. 25; Phaal *et al.*, 1998).
- iv) La gestión de tecnología es responsabilidad de un profesional experimentado que forma parte del máximo comité de dirección de la empresa, alguien capaz de unir la tecnología con la estrategia corporativa global (Roberts, 1996a, p. 29).
- v) La gestión de tecnología está sistematizada, y por lo tanto tiene atributos claramente definidos: objetivos, etapas, diagrama de flujo, recursos, responsables y participantes definidos, documentos de respaldo, resultados, conectados con otros procesos (Bayraktar, 1990; Premio Nacional de Tecnología, 2005b).

⁵⁶ “Una competencia esencial (*core competence*) es un conjunto de cualificaciones y tecnologías que permiten a una compañía ofrecer un determinado beneficio a los clientes. En Sony, ese beneficio se denomina ‘poder llevar el producto en el bolsillo’ y la competencia esencial es la miniaturización. En Federal Express el beneficio es el reparto puntual y la competencia esencial es en un nivel muy elevado la gestión de la logística” (Hamel y Prahalad, 1995, pp. 261-262).

Tabla 12. Rasgos relevantes de la gestión de tecnología reportados en la literatura

I. Condiciones organizacionales para la innovación	Autor(es)
La gestión de tecnología aporta un enfoque estratégico al manejo de los recursos tecnológicos de la empresa. Una estrategia tecnológica definida con claridad.	Ford (1988), Clark <i>et al.</i> (1989), Burgelman <i>et al.</i> (2004), Porter (2005).
La empresa cuenta con una estructura organizacional <i>ad hoc</i> para la innovación (y con un área especializada o enfocada en la gestión de tecnología).	Marquis (1969), Nelson (1991).
La empresa cuenta con habilidades y capacidades para la creación y mantenimiento del <i>know-how</i> , de I+D e innovación, y de dominio de los activos complementarios, sola o de forma expandida.	Roberts y Frohman (1978), Teece (1986), Hamel y Prahalad (1995), Grindley y Sullivan (2001), Pavitt (2003), Goldbrunner <i>et al.</i> (2005).
La empresa cuenta con un <i>pool</i> de procesos o prácticas sistematizadas de gestión de tecnología que garantiza que "las cosas se hagan bien", que se hagan de forma efectiva.	Menke (1997), Cotec (1999), Premio Nacional de Tecnología (2005b), Omta <i>et al.</i> (1994), Smith (2003), Farrukh <i>et al.</i> (2004), Phaal <i>et al.</i> (2006).
Gracias a la gestión de tecnología la empresa cuenta con la capacidad para el cuestionamiento continuo de la congruencia o idoneidad de los mercados.	Marquis (1969), Pavitt (1990).
Existe una cultura de innovación que justifica y soporta la gestión de tecnología en la empresa.	Husain <i>et al.</i> (2002), Tushman y O'Reilly III (2004), Goldbrunner <i>et al.</i> (2005, pp. 2-7), Lafley (2008).
II. Gestión de tecnología y procesos de innovación	Autor(es)
La gestión de tecnología establece un marco de relaciones entre la tecnología, las capacidades de la empresa y los objetivos del negocio.	Christensen y Overdorf (2000).
La empresa cuenta con la capacidad para orquestar e integrar grupos funcionales y de especialistas para la implantación de las innovaciones.	Pavitt (1990); Burgelman <i>et al.</i> (2004)
La empresa cuenta con habilidades para la explotación de las oportunidades tecnológicas (capacidad de innovación), y esto le aporta valor.	Marquis (1969, p. 49), Pavitt (1990), Phaal <i>et al.</i> (1998).
La gestión de tecnología es responsabilidad de un profesional experimentado que forma parte del máximo comité de dirección de la empresa, alguien capaz de unir la tecnología con la estrategia corporativa global.	Roberts (1996a).
La gestión de tecnología tiene atributos claramente definidos.	Bayraktar (1990), Premio Nacional de Tecnología (2005).

Fuente: Elaboración propia.

Estos rasgos relevantes identificados en la literatura publicada sobre gestión de tecnología se utilizaron en el cuestionario diseñado para el análisis de las cuatro empresas investigadas en los estudios de caso⁵⁷.

3.4.2 Aspectos metodológicos en la literatura sobre gestión de tecnología

La revisión del estado del arte sobre gestión de tecnología en empresas que muestran las principales publicaciones internacionales proporciona elementos metodológicos que se consideraron en el trabajo de campo de la investigación realizada para esta tesis. El estudio de la gestión de tecnología en empresas innovadoras cuenta con suficiente evidencia empírica, gracias a los estudios de caso publicados en la literatura internacional. De acuerdo con ésta evidencia, el estudio de prácticas, sistemas, procedimientos, roles de los gerentes, directivos y líderes, medición del desempeño, y de manera específica, de la transferencia interna de tecnología, la protección intelectual, la administración de la I&D, y desarrollo de nuevos productos y procesos, proporciona información valiosa sobre cómo se gestiona la tecnología en empresas de diversos sectores, tamaños y países. Lo anterior se puede comprobar en los trabajos publicados por Mintzberg (1983), Cooper y Kleinschmidt (1987), Klimstra y Potts (1988), Badawy (1988), Rubenstein y Geisler (1991), Song y Parry (1992), Roberts (1996a), Parr y Sullivan (1996), Badawy (1997), Cotec (1999), Thamhain (2005), OECD (2005), OMPI/CCI (2005), Becker y Lillemark (2006), Chiesa y Frattini (2007).

En la realización de los estudios publicados se utilizan categorías de análisis muy diversas, tales como: gestión de tecnología, gestión de la innovación, procesos de innovación, organización de la I+D, actitud de directivos, grupos interfuncionales, prácticas gerenciales, entre otros; y predominan como fuentes de evidencia las entrevistas (estructuradas y no estructuradas), el análisis de documentos de las empresas (procedimientos, proyectos), y la observación directa de fenómenos y prácticas. Los sujetos de la investigación son casi siempre directivos, gerentes, jefes de departamento y jefes de proyecto. Esto lo podemos ver, por ejemplo, en los trabajos de Omta *et al.* (1994), Husain *et al.* (2002), Brown (2001), Malik (2002), McAdam *et al.* (2008).

En lo referente a la literatura sobre gestión tecnológica e innovación, la mayoría de los textos presentan resultados de encuestas, estudios comparativos, análisis de proyectos y, en menor medida, estudios de caso. Muchos trabajos se orientan hacia el estudio de los factores de éxito y fracaso de la innovación, de la administración de los procesos de innovación y, en menor proporción, de la construcción y uso de herramientas de gestión para diagnosticar y evaluar procesos diversos, como se puede constatar en los textos de Arnoud de Meyer (1983), Kim *et al.* (1993), Phaal *et al.* (1998), Probert *et al.* (2000), Aggeri y

⁵⁷ Ver la sección III.7 del cuestionario que se incluye en el Anexo I de esta tesis.

Segrestin (2007), Hidalgo y Albors (2008). En esta temática los estudios se enfocan en esencial a la comprensión del fenómeno de innovación, la mejora de las prácticas de gestión de proyectos, y sobre los procesos de gestión tecnológica. En esta literatura las fuentes de evidencia más usadas son: Entrevistas, encuestas, análisis de proyectos de las empresas y, en menor medida, la observación directa.

3.4.3 Algunos marcos publicados de análisis organizacional

Dentro de la literatura publicada sobre el análisis de las organizaciones destacan los trabajos de Peters y Waterman (1982), de Hanna (1990), y de Swieringa y Wierdsma (1995). Sus modelos de análisis tienen objetivos distintos, pero comparten componentes, variables o categorías de análisis, como se puede observar en la Tabla 13, a continuación.

Tabla 13. Marcos de análisis organizacional, reportados en la literatura

Modelo o marco de análisis	Objetivo	Enfoque	Componentes	Autores	Año
Modelo de las 7 S	Examinar prácticas eficientes (de excelencia) de administración empresarial.	Eficiencia organizacional.	<ul style="list-style-type: none"> - Habilidades - Estrategia. - Estructura. - Valores. - Estilo cultural. - Staff. - Sistemas. 	T. J. Peters y R. H. Waterman	1982
Modelo de desempeño organizacional	Comprender por qué la organización obtiene determinados resultados (y no otros mejores); y planear caminos que conduzcan a una mejoría.	Marco de trabajo para mantener en perspectiva cinco variables clave que tienen impacto sobre el desempeño de la organización.	<ul style="list-style-type: none"> - Situación comercial. - Estrategia. - Elementos de diseño organizacional. - Cultura. - Resultados. 	David. P. Hanna	1990
Modelo instrumental de organización	Describir una organización y sus componentes.	La organización como regulador del comportamiento organizacional.	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia. - Estructura. - Sistemas. - Cultura. 	Joop Swieringa y André Wierdsma	1995

Fuente: Elaboración propia.

Los marcos de análisis mostrados comparten tres componentes esenciales: Estrategia, Estructura (organizacional) y Cultura; y, en menor medida, el concepto de Sistemas. Peters y Waterman utilizan en lugar de cultura los conceptos *valores* y *estilo cultural*. En el modelo de Hanna se utilizan elementos de diseño organizacional en lugar de estructura. De hecho, este autor señala que “esta área se relaciona con las herramientas organizacionales (tareas y tecnología, estructura, recompensas, personal, sistemas de información y procesos para la toma de decisiones) que se emplean para ejecutar la estrategia de negocios que ha definido la empresa” (Hanna, 1990, p. 45).

Estos componentes o conceptos que utilizan de forma coincidente los tres modelos o marcos de análisis son relevantes para entender cómo funciona una empresa, sea o no innovadora, y se emplean como subcategorías de análisis en el modelo de investigación empleado en esta tesis.

3.4.4 Algunos marcos propuestos para el análisis de la innovación

Al igual que los modelos de análisis organizacional, diversos autores han propuesto marcos conceptuales que facilitan el análisis de la gestión de la innovación tecnológica y el desempeño innovador de las empresas. En la Tabla 14 se sintetizan dos propuestas que son importantes para el objetivo de esta investigación, en la medida que sugieren categorías de análisis que pueden ser utilizadas para estudiar la gestión de tecnología y la capacidad de innovación de las empresas.

En este caso, ambos modelos tienen en común tres componentes: *Gente, tareas y tecnología*. El modelo de Lee y Om comparte dos categorías con los marcos de análisis de organizaciones que se comentaron en el apartado anterior: *Estrategia* y *estructura*. Thamhain incluye la estructura organizacional, y el proceso de transferencia de tecnología, como parte del componente *Procesos, herramientas y tecnología*, así como el factor *Estrategia* lo emplea para englobar, junto con el ambiente organizacional, a las tres categorías mencionadas en la Tabla 14, tal como se puede observar en la Figura 1 de esta tesis. Además, como se observa en dicha figura, utiliza el concepto de ambiente organizacional para identificar los aspectos culturales de una organización.

Aunque no se incluye en la Tabla 14, Clark *et al.* (1997) proponen un modelo o marco de cinco componentes que una organización debe tener en consideración para que sea capaz de cambiar y adaptarse a las nuevas realidades de negocios, y también para permanecer flexible, usando de forma adecuada sus recursos. Estos componentes deben ser direccionados y administrados de tal forma que la organización pueda cambiar con éxito en un momento dado. Los componentes son: Estrategia, estructura, esquema de premios e incentivos, procesos y habilidades de la gente.

Tabla 14. Marcos analíticos para el estudio de la innovación y su gestión

Modelo o marco de análisis	Objetivo de los autores	Enfoque	Componentes	Autores	Año
Marco conceptual de la gestión de la innovación tecnológica	Proponer un marco conceptual de la gestión de la innovación tecnológica, usando el modelo de cambio de Hellriegel ⁵⁸ .	Cambio tecnológico y organizacional.	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia. - Estructura. - Gente - Tarea. - Tecnología. 	Mushim Lee & Kiyong Om	1994
Modelo de principales influencias sobre el desempeño innovador	Proveer un modelo simple de investigación, análisis y discusión.	Análisis de los principales factores internos y externos que influyen en el desempeño innovador de una empresa.	<ul style="list-style-type: none"> - Gente. - Tarea. - Procesos, herramientas y tecnología. 	Hans J. Thamhain	2005

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5 Marco analítico para la investigación utilizado en esta tesis

Como resultado de la revisión de la literatura científica publicada sobre la materia, se han podido identificar una serie de variables, conceptos o categorías de análisis sobre cómo las organizaciones despliegan sus estrategias, estructuras y formas de operación, sobre qué elementos considerar para analizar las organizaciones, la gestión de tecnología y su capacidad de innovación, y una serie de modelos o marcos de análisis que contienen y relacionan dichas categorías o variables.

⁵⁸ "El modelo de cambio de sistemas describe la organización como cinco variables interactuantes que pueden servir como el *focus* del cambio planeado en una organización: gente, tarea, tecnología, estructura y estrategia. La variable gente aplica a los individuos trabajando en la organización. ...La variable tarea se refiere a la naturaleza del trabajo en sí mismo. ...La variable tecnología incluye métodos y técnicas de solución de problemas también como la aplicación de conocimiento a varios procesos organizacionales. ...La variable estructura abarca los sistemas de comunicación, autoridad, y responsabilidad en la organización. ...Finalmente la variable estrategia se refiere al proceso de planeación que la organización usa para determinar sus metas y cómo lograrlas de la mejor forma. ...esas cinco variables son altamente interdependientes. ...Un enfoque de cambio de sistemas requiere que los gerentes entiendan las cinco variables antes de perturbar cualquiera de ellas" (Hellriegel, citado por Lee y Om, 1994, p. 8).

Se identificaron autores y textos clave para el análisis de dichos conceptos y variables, mismos que se consideran en esta tesis para el desarrollo del marco analítico, del cuestionario utilizado durante las entrevistas y el análisis de los casos.

Gestión de tecnología

Así, en relación al tema *Gestión de tecnología* fueron de gran utilidad para esta investigación diversos textos, discutidos en la sección 2.3 de esta tesis, sobre estrategia tecnológica, estructura y organización, que son fundamentales para que una empresa realice investigación, desarrollo e innovación con un sentido competitivo (Mintzberg, 1984; Ford, 1988; Pavitt, 1990; Stacey y Ashton, 1990; Mintzberg, 1993; Lee y Om, 1994; Swieringa y Wierdsma, 1995; Porter, 1987; Porter, 2005); sobre el rol que juegan los gerentes o gestores de tecnología, así como otros actores tales como los líderes de proyecto o los directores de tecnología en los procesos de innovación (Badawy, 1988; Adler y Ferdows, 1990; Collins *et al.*, 1991; Marcovitch, 1991; Roberts, 1996a; Badawy, 1997; Clark y Wheelwright, 2004); artículos y libros, además, sobre capacidades dinámicas en las empresas innovadoras (Hamel y Prahalad, 1995; Burgelman *et al.*, 2004; Tidd *et al.*, 2005) que son la base de la construcción de competencias esenciales, o críticas, inimitables en empresas competitivas; sobre métricas de desempeño innovador (Collins y Smith, 1999; Thamhain, 2005; OECD, 2005); textos sobre los factores externos que influyen en el desempeño innovador de la empresa (Utterback, 1974; Tidd *et al.*, 2005; Thamhain, 2005); y sobre las condiciones internas que favorecen el fenómeno, de forma particular aquellas relacionadas con la cultura organizacional (Bueno y Morcillo, 2003; OECD, 2005; Thamhain, 2005), pues en conjunto aportaron elementos para construir el modelo o marco de análisis de la gestión de tecnología en empresas innovadoras que se muestra en la Figura 5 de esta tesis, diseñado para obtener y analizar los datos relevantes de los casos estudiados.

De acuerdo con la literatura sobre el estudio de las organizaciones que fue revisada para este trabajo, hay una coincidencia total en uso de tres categorías que son consideradas fundamentales para el análisis de una organización: *Estrategia, Estructura y Cultura*⁵⁹, cuyo significado e implicaciones organizacionales fueron discutidos en las secciones 1.3.4, 2.3 y 2.5 de esta tesis.

Otras variables importantes identificadas que comparten, aunque con diversos nombres, todos los marcos analíticos estudiados son: *Sistemas y Tareas*, cuyo contenido y alcance se entrecruza con los componente utilizados por Thamhain:

⁵⁹ En el modelo de análisis que se propone para la investigación se utilizan estas tres variables como *subcategorías de análisis*, y se adaptan al marco analítico como: Estrategia tecnológica, estructura organizacional (de la I+D+i), y cultura para la innovación (ambiente organizacional).

Procesos, herramientas y técnicas, y tecnología, como se analizó en las secciones 1.3.4 y 2.3.4 de esta tesis. Estas variables se han agrupado en el modelo de análisis propuesto en la subcategoría denominada: *Procesos de gestión de tecnología*.

Y, por último, otras dos variables significativas que se utilizan en los marcos de análisis revisados son: *Gente y resultados*. En algunos casos se utilizan conceptos tales como *habilidades* del personal o *staff*, como se analizó en las secciones 1.3.4 y 2.3.5 de este trabajo. En el modelo propuesto se reflejan en la subcategoría de análisis *Gente* (Gestores de tecnología, líderes de proyecto) y en *Resultados* (Innovaciones producidas).

Cabe hacer la aclaración que la mayoría de los autores revisados considera que todas estas variables actúan de forma interrelacionada, infiriendo de ello que es difícil evaluar o caracterizar una organización si se usa solo alguna, o algunas, de ellas de forma independiente.

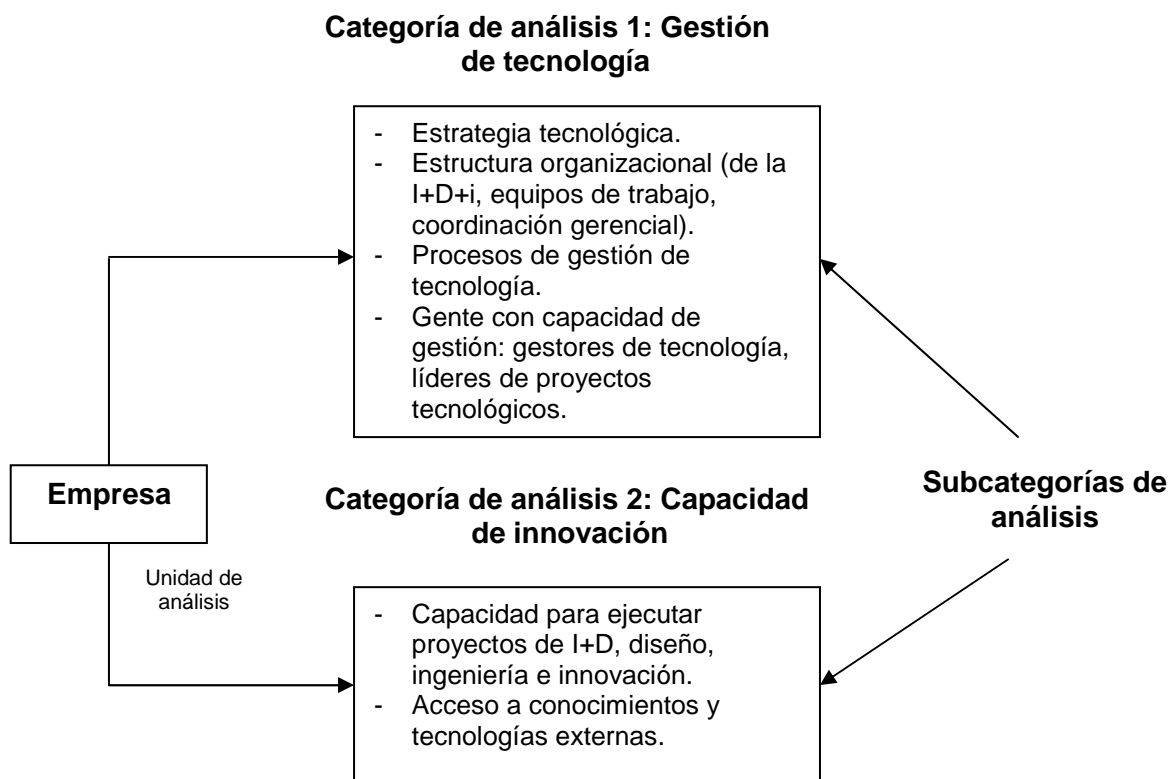
Capacidad de innovación

Por otro lado, para analizar e identificar la *Capacidad de innovación* de la empresa que forma parte también del modelo de análisis propuesto en esta tesis (Figura 5), fueron de utilidad los estudios sobre capacidades tecnológicas y de innovación que se comentaron en las secciones 2.4.1 y 2.4.2 de esta tesis, entre otros los de Lall (1992, 1996), Bell *et al.* (1995), Bell y Pavitt (1995), Arnold y Thuriaux (1997), OECD (2005) y Bell (2007). La mayoría de los textos de esta vertiente de la literatura sobre el cambio y el aprendizaje tecnológico resalta la importancia de la acumulación de las capacidades tecnológicas en las empresas de los países en desarrollo, tipifica diversos niveles de complejidad o dificultad de dichas capacidades para las principales funciones técnicas de la empresa (Inversión, producción), y sugiere una serie de actividades tecnológicas que son la base de dichas capacidades. De esta corriente de pensamiento se retoma, en el modelo propuesto, la *capacidad de innovación* de las empresas, que corresponde a la categoría de mayor complejidad de las capacidades tecnológicas identificadas por dichos autores.

Modelo propuesto

Con base en la anterior revisión de la literatura se construyó el modelo de análisis que se utiliza en esta tesis. En él se proponen dos categorías de análisis: *Gestión de tecnología* y *Capacidad de innovación* que se interrelacionan en la operación de proceso y proyectos tecnológicos. Cada categoría está constituida, a su vez, por un grupo de subcategorías de análisis, como se observa en la Figura 4.

Figura 4. Categorías y subcategorías de análisis usadas



Fuente: Elaboración propia. Esquema inspirado en Hernández *et al.*, 2006, p. 359.

La categoría de análisis denominada *Gestión de tecnología* abarca cuatro subcategorías: a) *Estrategia tecnológica* (que incluye la definición de la inversión en I+D), b) *Estructura organizacional* (que abarca la organización de la I+D+i, equipos de trabajo y coordinación gerencial), c) *Procesos de gestión de tecnología* (como parte de la operación, valga la expresión, de las actividades de gestión tecnológica), y d) *Gente* (gestores de tecnología y gerentes o líderes de proyecto).

Por su parte, la categoría de análisis denominada *Capacidad de innovación* incluye dos subcategorías de análisis: a) *Capacidad para ejecutar proyectos tecnológicos* (de I+D, diseño, ingeniería e innovación); esto es, las habilidades, conocimientos y talento del personal de la empresa para ejecutar este tipo de proyectos; y b) *Capacidad de acceso a tecnologías y conocimientos externos*, adquiridos por diverso medios de diferentes fuentes: universidades, centros de I+D, proveedores equipo y maquinaria, firmas de ingeniería, etc.⁶⁰.

⁶⁰ En el análisis de los casos específicos se agregan, a esta segunda categoría, las innovaciones producidas (de producto, proceso, organización y mercadotecnia) que muestran concretamente la capacidad de innovación de las empresas investigadas.

Estas categorías y subcategorías se aplican en el estudio de las cuatro empresas investigadas (unidad de análisis).

Con base en lo anterior se construyó el marco de análisis de la gestión de tecnología en empresas innovadoras que se muestra en la Figura 5 y que se utiliza para la realización de esta investigación.

Como se puede observar en la Figura 5, de acuerdo a este modelo de análisis, hay un conjunto de actividades de gestión tecnológica que se realizan para soportar la obtención de innovaciones, y una serie de insumos, acciones y habilidades personales y organizacionales que apoyan la realización de dichas actividades.

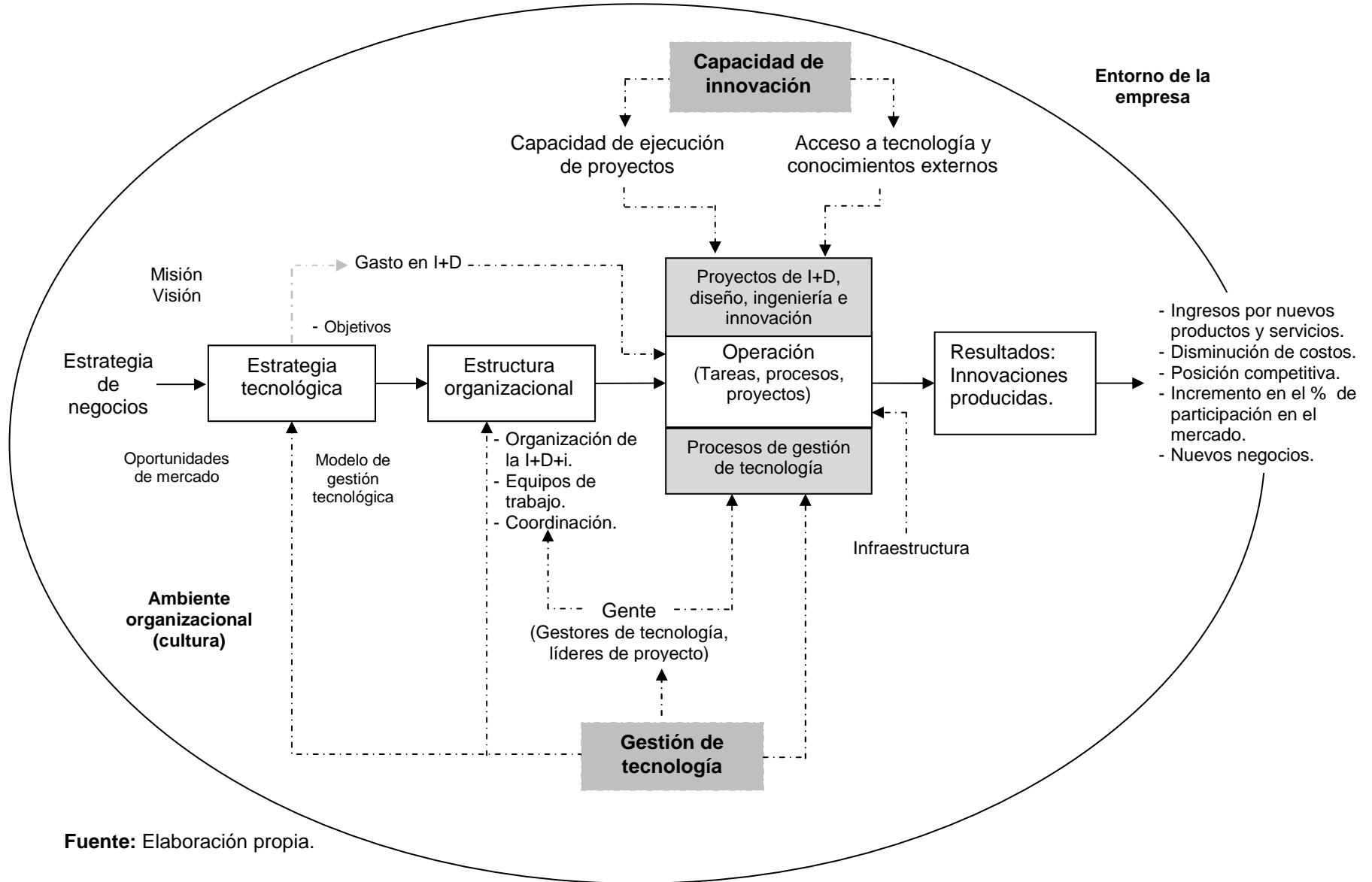
Las subcategorías de análisis mencionadas antes están agrupadas y colocadas en la Figura 5 siguiendo una secuencia típica de diseño organizacional, tal y como han sugerido los autores estudiados en la sección 2.3 de esta tesis. Siguen una secuencia lógica, en concordancia con la forma como las empresas llevan a cabo, o deberían hacerlo, estas actividades. Sin embargo, en esta tesis el modelo no ha sido propuesto para analizar cómo las empresas llevan a cabo actividades de diseño organizacional, sino para orientar y enmarcar la obtención de datos e información sobre cómo las empresas innovadoras gestionan tecnología y por qué, y para analizar en forma estructurada las evidencias obtenidas.

En este marco analítico se resaltan de manera específica los aspectos organizacionales y los componentes (funcionales y de dirección) de la labor de gestión de tecnología (*Estrategia tecnológica, Estructura organizacional, Procesos de gestión de tecnología, Gente especializada en gestionar tecnología*); así como los conocimientos y habilidades que el personal de una empresa requiere para desarrollar *Capacidad de innovación* (esto es, capacidad para ejecutar proyectos tecnológicos, y para hacerse de tecnologías y conocimientos de fuentes externas), necesaria para ejecutar de forma eficaz las actividades de I+D, diseño, ingeniería e innovación, generando así paquetes tecnológicos que pueden ser transformados en innovaciones.

Los componentes del modelo analítico son los siguientes:

- i. *Perspectiva estratégica*. El punto de partida es la estrategia de negocios, que responde a una perspectiva estratégica de la empresa, expresada en una misión y “una visión de cómo intenta competir y qué clase de organización desea ser, en virtud de las realidades del entorno” (Nadler y Tushman, 1999, p. 27), alineada con las necesidades de los clientes que constituyen, a final de cuentas, oportunidades de mercado y de innovación.

Figura 5. Marco de análisis de la gestión de tecnología en empresas



Fuente: Elaboración propia.

- ii. *Definición de una estrategia tecnológica.* A partir de la definición de lo que la empresa va a hacer en cada uno de sus negocios en el mediano y largo plazo se define, como parte del proceso de planeación tecnológica, una estrategia tecnológica que establece, entre otras cuestiones, los objetivos de innovación, la inversión a realizar en I+D+i y la cartera de proyectos tecnológicos en los cuales invertir.

Parte importante de estas actividades es la definición de un modelo de gestión de tecnología, que es una herramienta intelectual que permite identificar, ordenar y correlacionar los elementos de gestión tecnológica de la empresa (funciones y procesos, por ejemplo) con fines de organización, análisis y mejora de los mismos. El modelo como tal es un referente del diseño organizacional, y de dirección, útil para esbozar el contenido y alcance de un sistema de gestión tecnológica en la empresa. Y como se analizó en las secciones 2.2.2 a 2.2.4 de esta tesis, se conocen desde hace más de 20 años diversos tipos de modelos de gestión de tecnología, con enfoques y alcances distintos.

- iii. *Estructura organizacional.* El modelo continúa con la estructuración de las actividades tecnológicas de la empresa para poder desplegar organizacionalmente la estrategia tecnológica mediante la definición de funciones, el nombramiento de responsables de áreas, procesos y proyectos, la integración de equipos de trabajo para la ejecución de los proyectos aprobados, y la definición de quiénes se encargan de los procesos de gestión de tecnología. Incluye la organización de las actividades de I+D+i para su realización posterior, la coordinación gerencial - que se refleja en el organigrama - necesaria en la medida que se utilizan recursos de diversos tipos que pueden tener un alto costo para la empresa. Estas actividades y nombramientos no se hacen al mismo tiempo, ni necesariamente en forma secuencial. Si bien se planean las acciones a realizar, muchas veces las decisiones se toman en diversos momentos y ante situaciones inesperadas.
- iv. *Procesos de gestión de tecnología.* Esta subcategoría se presenta de forma gráfica como parte integrante de la capacidad concreta de operación de la gestión tecnológica y de la ejecución de proyectos de I+D+i, como se puede ver en la Figura 5 con el fin de poder diferenciar de manera clara las habilidades que constituyen la capacidad de innovación de las habilidades de gestión de tecnología.

Estos procesos son, entre otros: vigilancia tecnológica, *benchmarking*, elaboración de planes de negocio, protección intelectual, gestión de proyectos de I+D, gestión de cartera de proyectos, integración de paquetes tecnológicos, gestión del conocimiento, transferencia de tecnología a la manufactura, comercialización de nuevos productos, asimilación y

adaptación de tecnología, obtención de recursos externos para infraestructura y proyectos tecnológicos, tramitación de permisos y licencias ante organismos reguladores.

- v. *Gente*. Por su parte, para poder llevar a cabo los procesos de gestión de tecnología se requiere de gerentes, gestores tecnológicos o líderes de proyecto que cuenten con habilidades, conocimientos y talento para diseñar, arrancar y optimizar procesos que soporten las actividades de desarrollo tecnológico e innovación.

Los procesos de gestión de tecnología incluyen la realización de actividades y tareas de planeación, organización, evaluación y control, mejora y aprendizaje; y la generación y puesta en marcha de políticas, procedimientos, criterios de diseño, evaluación y control, indicadores de desempeño, programas de formación, y su correspondiente asignación de recursos (gente, dinero, infraestructura) por parte del director o gerente responsable.

- vi. *Capacidad de innovación*. Para llevar a cabo la investigación y desarrollo, diseño, ingeniería e innovación tecnológica se requiere de personal técnico, de ingeniería, investigación y producción, con habilidades, conocimientos y talento para llevar a cabo la ejecución de proyectos tecnológicos, así como para vincularse con organizaciones externas proveedoras de tecnología y conocimientos; esto es, que doten a la empresa de capacidad de innovación⁶¹.
- vii. *Resultados*. El punto de llegada en el marco de análisis lo conforman las innovaciones producidas por la empresa, sean estas de producto, proceso, organización o mercadotecnia. Para darle seguimiento y medir el impacto

⁶¹ En muchas empresas la vinculación con universidades, centros de I+D, organismos reguladores, proveedores de tecnologías, firmas de ingeniería, etc., se lleva a cabo por los propios investigadores, ingenieros o técnicos que están coordinando o participando en la ejecución de un proyecto tecnológico. En otras ocasiones son los directores o gerentes de las empresas, sobre todo cuando son pequeñas y medianas, los que se encargan del enlace con dichas organizaciones. Pero, es común encontrar casos donde la labor de vinculación se reparte entre los tecnólogos (investigadores, ingenieros, técnicos) que llevan a cabo la negociación sobre el alcance técnico del proyecto y la ejecución del mismo, y los gestores de tecnología que se encargan de otras actividades tales como: encontrar proveedores, socios o aliados; negociar los términos de la colaboración, incluyendo precio y formas de pago, propiedad intelectual y alcance de la transferencia de tecnología; administrar recursos; elaborar, concertar y firmar contratos o convenios; contratar personal necesario; darle seguimiento a la realización de los proyectos; elaborar y entregar informes y resultados a la contraparte, entre otras. Esta división del trabajo es típica en las universidades y centros públicos de I+D que cuentan con oficinas de vinculación o de transferencia de tecnología, pero también se presenta en empresas y otras organizaciones. Este último caso es el que se considera en el modelo de análisis. Para más detalles sobre las labores de gestión de tecnología para la vinculación véanse los estudios de Solleiro (1990), Medellín *et al.* (1994), Advisory Council on Science and Technology (1999) y Fernández de Lucio *et al.* (2000).

de estos resultados dentro y fuera de la empresa, se utilizan una serie de indicadores. Los más comunes son: Ingresos obtenidos por ventas de nuevos productos o servicios, disminución de costos de producción, nivel de posición competitiva de la empresa, incremento en el porcentaje de participación en el mercado gracias a las innovaciones generadas, y nuevos negocios creados gracias a las tecnologías producidas o integradas.

- viii. *Ambiente organizacional.* La empresa innovadora casi siempre cuenta con el soporte de una cultura propicia a la innovación. En este ambiente organizacional se generan rutinas, reglas tácitas, normas y significados compartidos sobre la empresa, sus negocios, sus activos, el rol que la innovación juega en los mismos y que, en conjunto con los valores y tradiciones de la organización, pueden conformar una cultura favorable a la innovación, en la que los líderes juegan un papel clave.
- ix. *Entorno de la empresa.* La actuación de las empresas se enmarca en un entorno particular en el cual interactúa con clientes, proveedores, competidores, organismos públicos, organizaciones sociales, organizaciones privadas, entre otros actores. Todo este conjunto de actores sociales influye sobre el desempeño competitivo de las empresas pues, como ha señalado Porter (1982, p. 23): “La esencia de la formulación de una estrategia competitiva consiste en relacionar a una empresa con su medio ambiente. Aunque el entorno relevante es muy amplio y abarca tanto fuerzas sociales como económicas, el aspecto clave del entorno de la empresa es el sector o sectores industriales en las cuales compete”.

3.5 Los criterios para interpretar los hallazgos

Se consideraron al menos tres criterios para interpretar los hallazgos. Estos criterios se relacionan de forma directa con las pruebas de calidad y tácticas analíticas que, de acuerdo con Yin (1994), se utilizan en los diseños de investigación que se aplican a estudios de casos descriptivos o explicativos: a) Que fuesen digno de confianza (validez del constructo), b) Que se puedan confirmar (validez externa), y c) Que los datos sean fiables (fiabilidad).

Para que los hallazgos fuesen dignos de confianza se utilizaron diversas fuentes de evidencia (entrevistas, documentos, comunicaciones, información publicada en página Web de las empresas, etc.), y una vez que los casos fueron redactados se solicitó a informantes clave de las cuatro empresas estudiadas que los revisaran, obteniéndose de ellos comentarios –de detalle en todos los casos- así como su visto bueno sobre los mismos. Los comentarios y sugerencias de los representantes de las empresas estudiadas fueron recibidos por el autor de esta investigación entre enero y marzo de 2010, y fueron incorporados en su totalidad en la tesis.

Para confirmación de la validez externa de los hallazgos se realizó una síntesis analítica de los cuatro casos estudiados (capítulos 4, 5, 6 y 7), comparando los hallazgos entre sí, y cuestionando si pueden ser generalizables a casos similares y bajo qué circunstancias (capítulo 8).

Para garantizar la fiabilidad de los datos obtenidos se usó un mismo protocolo de estudio de caso (Anexo I de esta tesis), y se documentaron además los procedimientos empleados describiendo se forma breve cómo fue recopilada la evidencia - incluyendo la herramienta formal de obtención de datos (protocolo mencionado).

Para la realización del estudio de caso, la información sobre las empresas estudiadas se obtuvo por medio de entrevistas a profundidad con informantes clave: Directores o gerentes generales, los gerentes responsables de las actividades de I+D e Innovación, directivos y personal participante en procesos o actividades de gestión de tecnología. Además, se revisaron documentos y registros, que estuvieron accesibles, referidos a la gestión de tecnología y sus procesos: artículos o reportajes periodísticos, procedimientos, informes y documentos internos de las empresas.

3.6 Investigación empírica realizada: estudios de caso

Como ya se mencionó, en este proyecto de investigación doctoral se investiga cómo y por qué realizan gestión de tecnología empresas innovadoras en México, pertenecientes a subsectores que se caracterizan por su dinamismo económico y tecnológico (Industria de autopartes, industria de alimentos, servicios profesionales científicos y técnicos), y otra que pertenece a la industria del plástico y del hule, y que son de tamaños diferentes. Para ello se utilizó la metodología de estudio de caso propuesto por Robert K. Yin (1994, 2004). Esta metodología es muy relevante cuando trata con problemas emergentes, o eventos contemporáneos sobre los cuales el investigador tiene poco o ningún control, y que no han sido previamente abordados en la literatura.

El trabajo de investigación empírica se realizó con estudios de caso en cuatro empresas. El proceso de investigación fue de tipo explicativo –o interpretativo-, y con él se buscó profundizar el entendimiento de cómo y por qué gestionan tecnologías las empresas que realizan innovaciones en México. El análisis de estos casos permitió comparar y contrastar prácticas de gestión tecnológica, cómo se llevan a cabo éstas en diversos tipos de empresas y por qué razones o motivos lo hacen. Para ello, se utilizó el marco analítico propuesto en la sección 3.4.5 de la tesis.

3.7 La selección de los casos

Con el fin de profundizar la comprensión de cómo y por qué gestionan tecnología empresas mexicanas que realizan innovación, se decidió hacerlo en empresas con características distintas a fin de poder responder la pregunta de investigación, contrastar teóricamente los hallazgos de los diferentes casos y probar la hipótesis de trabajo.

En la selección de los casos a investigar a profundidad se consideraron varios criterios: a) En primer lugar que fuesen empresas innovadoras mexicanas, y eso supondría que llevasen a cabo procesos de gestión de tecnología⁶²; b) Que fuesen empresas asequibles al investigador, por su distancia geográfica, el tiempo disponible, y con informantes clave dispuestos a ser entrevistados; c) Que al menos hubiese una empresa innovadora representativa de las mejores prácticas de gestión de tecnología en México, y este fue el caso de una empresa grande (Cidec Carso) que ha sido la única que ha ganado dos veces el Premio Nacional de Tecnología en los 10 años de duración del premio; d) Que hubiese otra empresa innovadora, de tamaño similar y con prácticas de gestión tecnológica, que permitiese replicar el análisis del primer caso⁶³; e) Que hubiese otras empresas de sectores distintos, de tal forma que se pudiesen contrastar los casos, encontrar similitudes y diferencias en su forma de hacer las cosas.

Además, como se señaló en el capítulo anterior, existe abundante literatura sobre gestión de tecnología en empresas innovadoras transnacionales de los países con mayor nivel de desarrollo, y existen pocos estudios que aborden el fenómeno mencionado en empresas de menor tamaño, así como en empresas de países con menor nivel de desarrollo. Por ello, se optó por realizar la investigación no solo en una empresa grande (Cidec Carso) perteneciente al mayor grupo industrial en México (Grupo Carso), sino que se buscó replicar el estudio con una empresa mediana (Cebadas y Maltas). De forma adicional, con el fin de contrastar los dos casos anteriores, se optó por investigar cómo y por qué se gestiona tecnología en una empresa pequeña (Innovamédica) que está en proceso de sacar nuevos productos al mercado, con todas las dificultades tecnológicas, económicas y comerciales que esto implica; y también en una empresa micro (Caismex) que subsiste en un mercado cuyos competidores son empresas grandes y cuentan con mucho más recursos, tecnologías y relaciones políticas y comerciales.

Se utilizó el mismo instrumento de captación de información que se muestra en el Anexo I de esta tesis, aunque en el primer caso (Cidec) se profundizó el análisis sobre el uso de técnicas y herramientas de gestión de tecnología en la empresa,

⁶² Se incluyó en la investigación una microempresa no innovadora. En el trabajo de campo se encontró, sin embargo, que realizan de vez en cuando mejoras en sus procesos.

⁶³ Esto se logró parcialmente, pues la otra empresa seleccionada, Cebadas y Maltas, es una empresa que, si bien pertenece a un Grupo Industrial de grandes dimensiones y tiene ventas dignas de una empresa grandes, es mediana por su número de empleados.

como se exhibe en el Anexo VI, muchas de las cuales no utilizan las demás organizaciones según se pudo constatar en las entrevistas realizadas.

Como las cuatro empresas son de diferentes tamaños y sectores. Se consideró que podría ser interesante analizar a la luz de estas diferencias cómo gestionan tecnología dichas empresas, por qué motivos y cómo es su comportamiento innovador. Las cuatro empresas seleccionadas fueron, como ya se mencionó:

- 1) *Cidec Carso*. Es una empresa grande que pertenece a un grupo industrial manufacturero y de servicios que produce nuevos productos y procesos junto con sus clientes para las industrias, de autopartes, cables, electrónica y maquinaria, que cuenta con infraestructura y capacidades de I+D+i, dedicada al desarrollo y transferencia de tecnología. Se distingue por que realiza proyectos de investigación y desarrollo tecnológico orientados a la innovación de producto y proceso, así como a la solución de problemas tecnológicos, para sus clientes, sea aprovechando sus propias capacidades de I+D o bien con apoyo de terceros. La empresa ha ganado el PNT en dos ocasiones, por lo que es de suponerse cuenta con un modelo de gestión de tecnología, y con procesos definidos, organizados y sistematizados⁶⁴.
- 2) *Cebadas y Maltas, S.A. de C.V.* Es una empresa mediana que provee de un insumo fundamental (malta) a la cervecera más importante (por sus ventas) de México: Grupo Modelo. Esta empresa no cuenta con instalaciones propias de I+D, pero sí con proveedores de equipos y maquinarias, y se vincula con universidades de Estados Unidos y centros públicos de I+D de México. Es una empresa con prácticas muy desarrolladas de producción, calidad y comercialización, con un enfoque competitivo, que cuenta con un modelo de gestión empresarial llamado por ellos: “Modelo de Excelencia en la Gestión”, que utiliza un enfoque sistémico y por procesos (García y Tavera, 2008), y que sin embargo no cuenta con un sistema desarrollado de gestión de tecnología⁶⁵. La empresa no cuenta con un área propia de I+D, pero se apoya en organizaciones externas que forman parte del mismo grupo empresarial (por ejemplo, con Inamex, S.A. de C.V.)⁶⁶, y de organizaciones externas

⁶⁴ El modelo de gestión de tecnología que la empresa hizo público la primera vez que ganó el PNT en el año 2002, y que consideraba clave para su éxito innovador, fue en realidad un modelo de innovación de producto (Medellín y Borja, 2005a). El modelo actual de gestión de tecnología es un modelo con pequeñas variantes del modelo vigente del PNT.

⁶⁵ A diferencia de Cidec Carso, lo que genera condiciones diferentes para la innovación, y por lo tanto resultados diferentes en: Ritmo de innovación – No. de nuevos productos/año-, % de nuevos productos en la cartera de productos, ingresos por nuevos productos, ahorros por innovaciones de proceso, entre otros. Este segundo caso, Cebadas y Maltas, sirvió para replicar los resultados del estudio del primer caso.

⁶⁶ Inamex, S.A. de C.V. es una empresa del Grupo Modelo dedicada a la producción de equipo de proceso y maquinaria para áreas de envasado, elaboración, fermentación y maduración para la

que realizan I+D (como el INIFAP)⁶⁷ para sacar adelante sus innovaciones.

- 3) *Innovamédica SAPI*⁶⁸ de C.V. Es una empresa pequeña que desarrolla tecnologías para equipo médico y vende servicios de I+D a empresas farmacéuticas. Su modelo dual de negocio se orienta a la venta de servicios de I+D y al licenciamiento de la propiedad intelectual lograda por ella misma, buscando ser una empresa de base tecnológica. Se considera de base tecnológica por su intención de generar productos utilizando tecnologías disruptivas, y dado que busca que su negocio se sustente en las transferencias de tecnologías que desarrollo y en la licencia de sus patentes. Fue fundada en octubre de 2000 por un investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana con el apoyo de un grupo empresarial mexicano (Grupo Vitalmex), con la intención de ser una incubadora de proyectos de investigación y desarrollo, y “estableciendo un puente entre el área de Ingeniería Biomédica de la UAM-Iztapalapa y otras instituciones de educación superior y empresas comercializadoras de equipo médico”⁶⁹.
- 4) *Caismex, S.A. de C.V.* Es una microempresa manufacturera que no cuenta con innovaciones en su haber, que produce aislantes térmicos para tuberías y equipos industriales, que reconoce tener solo algunas prácticas de gestión de tecnológica (compra de tecnología, vinculación con universidades, estudios de mercado). La empresa no ha introducido nuevos productos al mercado en los últimos años y no cuenta con capacidades de I+D+i.

Las cuatro empresas seleccionadas son de capital nacional. Cidec Carso e Innovamédica realizan actividades de investigación y desarrollo tecnológico en sus propias instalaciones, y se vinculan con universidades y centros públicos de I+D

industria cervecera, maltera y de bebidas. Produce también transportadores para paquete, para botella y bote, y para material a granel. Cuentan también con equipo y personal calificado para realizar instalaciones y montajes de equipos y partes de maquinaria. Ver su página Web: <http://www.inamex.com.mx/>

⁶⁷ El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) es un Centro Público de Investigación con patrimonio propio, con autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa, que se rige conforme a las disposiciones de la Ley de Ciencia y Tecnología, “cuyo objeto es contribuir al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano, mediante la generación de conocimientos científicos y de la innovación tecnológica agropecuaria y forestal, como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los diferentes tipos de productores”. El Instituto forma parte del sector coordinado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Reforma al *Decreto de Creación del INIFAP*, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de noviembre de 2006).

⁶⁸ SAPI = Sociedad Anónima Promotora de Inversión.

⁶⁹ Innovamédica (2008).

para completar sus capacidades, ambas tienen ciertas características de las empresas de base tecnológica⁷⁰. Por su parte, como ya se mencionó, Cebadas y Maltas no realiza I+D en sus instalaciones y contrata al INIFAP para el desarrollo de nuevas variedades de cebada⁷¹, cuenta con el respaldo del área de ingeniería y desarrollo del corporativo y de la empresa Inamex del Grupo Modelo para la fabricación de equipos y procesos necesarios, y se vincula con universidades de Estados Unidos para hacerse de *know-how* de proceso y de producto. Caismex no realiza actividades de I+D, solo lleva a cabo pequeñas mejoras a su proceso de producción y a la fecha no se ha vinculado con alguna universidad o centro de I+D. Con este último caso, se predecía un modelo o patrón diferente de resultados, y esto fue confirmado por el estudio realizado.

En la Tabla 15 se indican las características generales de las cuatro empresas cuya gestión de tecnología se estudia a profundidad en esta tesis. Una de las empresas seleccionadas para llevar a cabo los estudios de caso a profundidad (Cidec Carso) es una empresa grande manufacturera que pertenece al sector *Fabricación de equipos de transporte* (336). La segunda es una empresa mediana (Cebadas y Maltas) que pertenece al subsector *Industria alimentaria* (311). La tercera organización seleccionada es la empresa pequeña Innovamédica, que pertenece al subsector 541, *Servicios profesionales, científicos y técnicos*, y que realiza actividades de investigación científica y desarrollo de tecnología para ciertos nichos de mercado de la industria farmacéutica y la salud humana. La cuarta empresa seleccionada (Caismex), de tamaño micro, pertenece al subsector 326 de *Industrias del plástico y del hule*.

⁷⁰ De acuerdo con la propuesta teórica de Bolland y Hofer (2001, pp. 19-32), aunque estos autores hablan de *empresas o negocios de alta tecnología* cuyas características principales son: a) Número de trabajadores orientados a actividades tecnológicas superior a 1.5 veces el promedio de todas las industrias manufactureras (6.3% del empleo total en Estados Unidos), criterio que sí cumplen ambas empresas; b) % de sus ventas dedicado a I+D superior en más de dos veces el promedio de todas las industrias (3.1% en Estados Unidos), que cumple Innovamédica pero no Cidec; c) Tener un producto o servicio en el mercado, que incorpore tecnologías avanzadas, que sí cumple Cidec, pero no Innovamédica; y, se podría agregar un cuarto criterio, sobre el cual no hay consenso: d) Que al menos el 80% de sus ingresos provengan de la comercialización de tecnologías producidas por la empresa, algo que no cumplen ninguna de las dos empresas mencionadas, pues Cidec cuenta con un presupuesto de operación asignado por el grupo industrial e Innovamédica aún no percibe ingresos por la comercialización o transferencia de tecnologías. Ahora bien, en esta tesis no se busca hacer una investigación sobre cómo innovan las empresas de base tecnológica mexicanas ni sobre cómo éstas gestionan tecnología. Cidec Carso en realidad es una empresa innovadora que soporta al Grupo Carso en el desarrollo de soluciones a problemas de producción de sus plantas y al desarrollo de nuevos productos, que son luego producidos por dichas plantas, pero no es una empresa que se dedique a la venta de tecnología a terceros. Por su parte, Innovamédica aún no vende ni licencia una sola tecnología, pues las que tiene están aún en desarrollo, y vive de la venta de servicios técnicos y de asesoría a terceros, del diseño de prototipos y desarrollo de producto para su socio Vitalmex, así como del financiamiento a sus proyectos con recursos públicos, por lo que en sentido estricto no es aún una empresa de base tecnológica, aunque esa sea su loable intención.

⁷¹ Algo que también hace su competidor en México: Femsas, empresa adquirida el 11 de enero de 2010 por la compañía holandesa Heineken.

Tabla 15. Características generales de las empresas investigadas

Empresa	Subsector		Tamaño ⁷² y empleados	Ventas netas en 2008 (miles de pesos)	% ventas dedicado a I+D+i	Tipo de innovaciones realizadas	Ubicación	Observaciones
	No.	Descripción						
Cidec Carso	336	Industria de autopartes	Grande, 422 empleados	31,496,054*	Entre 1 y 1.5	Producto, proceso, organización, mercadotecnia	Querétaro, Qro.	La inversión en I+D incluye gastos de operación y de ejecución de proyectos. La empresa ganó el PNT en 2002 y 2007.
Cebadas y Maltas	311	Industria alimentaria (Elaboración de malta)	Mediana, 170 empleados	1,122,519	5	Producto, proceso, organización.	Calpulalpan Tlaxcala.	El 4% se dedica a proyectos de I+D, y el restante 1% a proyectos de mejora en planta.
Innovamédica	541	Servicios profesionales, científicos y técnicos (Investigación científica y desarrollo)	Pequeña, 40 empleados	20,767	Entre 20 y 30%	Procesos de gestión (vinculación y proyectos).	México, D.F.	Este año 2009 lanzará un primer producto al mercado, pero éste fue desarrollado para otra empresa: Grupo Vitalmex.
Caismex	326	Industrias del plástico y del hule	Micro, 10 empleados	Dato no disponible.	0	Mejoras incrementales de proceso.	Estado de México.	La empresa vende, además, productos de otras empresas.

Fuente: Elaboración propia con información de las empresas y entrevistas.

⁷² En base a la estratificación de empresas por número de trabajadores usada en la *Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa*, Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2002 (con reformas publicadas en el DOF el 6 de junio de 2006).

* Ventas netas en 2007 de Condumex, cuyas empresas constituyen la División Industrial del Grupo Carso. Cidec pertenece a tal división.

Reportes de los estudios de caso

En los capítulos 4, 5, 6 y 7 se describen con amplitud los casos de las cuatro empresas investigadas. Los reportes individuales de caso se organizaron de la siguiente manera: 1) Se describen breves antecedentes de la empresa, que se completa con información incluida en los anexos IV, VII, VIII y IX de esta tesis; 2) Se señalan los principales elementos de su gestión de tecnología, aquellos que permiten saber cómo y por qué gestionan tecnología tales como: estrategia tecnológica, el gasto que realizan en I+D, estructura organizacional empleada, operación de las actividades de I+D+i y personal dedicado a tareas de gestión de tecnología; 3) Se describe la capacidad de innovación que muestran la empresa en términos de la capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos por parte de su personal dedicado a I+D+i, diseño e ingeniería; de la capacidad que tiene la empresa de acceso a conocimientos y tecnologías externas; y de manera sucinta la infraestructura con la que cuentan, necesaria para poder llevar a cabo los proyectos de I+D+i; 4) Se incluyen, además, comentarios sobre condiciones y contexto para la innovación en la empresa a partir de impresiones de los entrevistados sobre una serie de factores que le fueron mostrados para su evaluación y priorización, y cuyo análisis se presenta en el Anexo XI; 5) Cada caso cuenta con un apartado donde se indican los principales resultados que han obtenido de su gestión de tecnología en los últimos tres años; y, por último, 6) Se incluye un apartado de conclusiones sobre el estudio de caso.

3.8 Fuentes de evidencia empleadas

En la realización de los estudios de casos se utilizaron diversas fuentes de evidencia: Entrevistas semi-estructuradas y enfocadas a temas específicos de gestión de tecnología realizadas a profundidad con personal directivo, gerencial y de operación de las cuatro empresas estudiadas, utilizando para ello el cuestionario del Anexo I de esta tesis; expedientes en archivos de las empresas; documentos internos (planes de negocios, sistemas de control de proyectos, tableros de indicadores, reportes, entre otros); presentaciones en congresos o conferencias del personal directivo y gerencial de las empresas; información publicada por las empresas en sus páginas Web y en diversos medios –tales como la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), y observación directa en visitas a las empresas.

3.9 Recolección de la evidencia empírica

Para la recolección de evidencias empíricas se llevaron a cabo una serie de entrevistas a personal directivo y gerencial de las empresas estudiadas durante los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto de 2009. Para realizar las entrevistas el autor de esta tesis fue a Innovamédica en dos ocasiones, y una más

al Grupo Vitalmex; realizó tres visitas a Cidec Carso, aunque antes ya había realizado una media docena de visitas; llevó a cabo dos visitas a la empresa Caismex, y visitó en dos ocasiones la empresas Cebadas y Maltas, si bien en este caso los cuestionarios fueron respondidos por correo electrónico. Después, para completar o profundizar sobre la información obtenida durante las entrevistas, el autor de esta tesis solicitó información adicional por correo electrónico a varios de los entrevistados. Por el mismo medio le fue enviada al autor la información solicitada.

Para la realización de las entrevistas se construyó el *Cuestionario guía para entrevistas a directivos, responsables y participantes en actividades de gestión de tecnología de las empresas innovadoras estudiadas*, que también se denomina *Protocolo para los estudios de caso*, que contiene el cuestionario para la entrevista y reglas generales que deben ser seguidas durante las entrevistas. Este cuestionario guía se muestra en el Anexo I de esta tesis, y consta de las secciones que se indican en la Tabla 16.

Tabla 16. Contenido del protocolo para los estudios de caso

No.	Tema	Preguntas del cuestionario
1	Objetivo del cuestionario	No aplica
2	Datos generales de la empresa y del entrevistado	Información descriptiva
3	Capacidad de innovación de la empresa	1 a 7
4	Estrategia tecnológica de la empresa	8 a 15
5	Propósito de la gestión de tecnología	16 a 19
6	Cómo se gestiona la tecnología	20 a 27
7	Prácticas de gestión de tecnología	28 a 32
8	Resultados e impactos de la gestión de tecnología	32 a 39
9	Rasgos relevantes de la gestión de tecnología	40
10	Acciones de la empresa ante la crisis económica actual	41-45
11	Cierre de la entrevista	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

El cuestionario fue enviado a dos tutores del autor de este trabajo, ambos investigadores de la UNAM, para obtener sus comentarios y retroalimentación sobre cómo mejorarlo. Ambos tutores mandaron sus sugerencias, mismas que se incorporaron. Además, se solicitó la opinión de un investigador externo a la institución, una investigadora del Instituto Politécnico Nacional quien, después de leer el protocolo de tesis, revisó a detalle el cuestionario e hizo una serie de recomendaciones.

Además, se elaboró una carta de presentación que se envió a los directivos de las cuatro empresas solicitando las entrevistas con ellos y otros informantes clave de sus empresas, y explicando el motivo de las mismas. La carta señala el objetivo de la investigación (estudio de caso), la pregunta de investigación que se busca responder con las entrevistas, la solicitud de tiempo para la realización de las entrevistas con personajes clave de la empresa, las razones por las que se ha seleccionado a la empresa como un caso de estudio importante para la tesis doctoral, el ofrecimiento de confidencialidad en el manejo de la información obtenida que la empresas considere confidencial- para lo cual se ofrece enviar el caso al representante de la empresa para su lectura, una vez que esté redactado-, y el agradecimiento *a priori* por su apoyo y colaboración. La carta se muestra en el Anexo III de esta tesis.

Los directivos de las cuatro empresas estuvieron interesados y dispuestos a colaborar en esta investigación, proporcionado información sobre sus procesos y prácticas de gestión de tecnología, y permitieron el acceso a sus instalaciones, así como a su personal gerencial y operativo. Las entrevistas se realizaron en instalaciones de las empresas en las fechas y horas acordadas con los representantes de las empresas, con excepción de Cebadas y Maltas cuyos directivos contestaron la totalidad del cuestionario que les fue enviado. Las entrevistas se grabaron, y además el entrevistador tomó nota de las respuestas de los entrevistados en su *laptop*. Las grabaciones sirvieron de respaldo para verificar datos e informaciones a la hora de redactar los reportes de los cuatro casos, mismos que se presentan en los capítulos 4 a 7 de esta tesis. Las personas entrevistadas por empresa, en diversos momentos, o que contestaron el cuestionario en el caso de Cebadas y Maltas, son las indicadas en la Tabla 17 que se muestra enseguida.

Tabla 17. Directivos y gerentes entrevistados en las cuatro empresas

Empresa	Personal entrevistado
Cidec Carso	Director, Gerente General del Centro Técnico, Gerente de Electrónica y Nuevos Negocios, Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada, Jefa de Ingeniería del Producto.
Cebadas y Maltas	Gerente de Planta, Jefe de Dirección Competitiva Modelo.
Innovamédica	Director General, Director de Operaciones y Finanzas, Subdirector de I+D, Subdirectora de Proyectos de I+D, Gerente de Finanzas.
Caismex	Director General, Gerente Comercial.

Fuente: Elaboración propia.

4. Cidec Carso: gestión colectiva e innovación sostenible y exitosa

En este capítulo 4 se describe cómo y por qué se gestiona tecnología en Cidec Carso⁷³, con información obtenida de las entrevistas a personal gerencial, documentos de la empresa e información publicada en diversos medios.

En la sección 4.1 se describen las características generales de la empresa y del grupo industrial al que pertenece, antecedentes (que se amplían en el Anexo IV), sus políticas, inversiones y actividades de I+D+i, productos y servicios.

En la sección 4.2 se describe el propósito de la gestión de tecnología de la empresa y cuál es el modelo de gestión de tecnología que orienta sus acciones.

En la sección 4.3 se describen las principales características organizacionales que explican cómo y por qué gestiona tecnología la empresa Cidec Carso: estrategia tecnológica y derivado de ello el dinero que invierte en I+D+i como un porcentaje de sus ventas, estructura organizacional, formas de trabajo, procesos de gestión de tecnología, y personal dedicado a la gestión de tecnología. Estas características se corresponden con la categoría 1, gestión de la tecnología, que se propone en el marco analítico de la gestión e tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis.

En la sección 4.4 se describe la capacidad de innovación de la empresa, en términos de la capacidad mostrada para realizar proyectos de I+D+i, y de la capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías de fuentes externas por parte de su personal. Estos elementos corresponden a la categoría 2 de análisis que se propone en el marco analítico de la gestión de tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis. Además, se informa sobre las innovaciones producidas como una evidencia de dicha capacidad.

En la sección 4.5 se comentan brevemente las principales condiciones, como es el caso de la infraestructura adecuada, y elementos de contexto que determinan la innovación en la empresa, información que se complementa en el Anexo X de la tesis.

En la sección 4.6 se describen los principales resultados que ha obtenido la empresa de su gestión de tecnología; y, por último, en la sección 4.7 se reportan las conclusiones del caso.

⁷³ También llamado Cidec en diversas partes de este trabajo.

4.1 Antecedentes

Cidec pertenece al Grupo Carso S.A.B. de C.V. que es una empresa tenedora de acciones, mexicana, con un portafolio amplio y diversificado de inversiones en diversos sectores: autopartes, equipos para la industria eléctrica, construcción de plataformas petroleras y obras de infraestructura, tabaco, minería, hotelería, restaurantes y tiendas comerciales. La estrategia de crecimiento que ha seguido Grupo Carso se ha basado en la adquisición de empresas con problemas operativos y/o financieros “con el objetivo de convertirlas en eficientes, productivas y líderes en sus respectivos mercados”⁷⁴. En el Anexo IV de esta tesis se describen los principales antecedentes del Grupo Carso, así como los del Grupo Condumex, construido con información publicada por la empresa.

Política de Investigación y Desarrollo de Grupo Carso

El desarrollo de nuevos procesos, materiales y productos relacionados con los mercados que atiende Grupo Carso (telecomunicaciones, construcción, autopartes, energía y minería, entre otros) se lleva a cabo en Cidec Carso, que complementa sus actividades con su Centro Técnico dedicado al desarrollo de software, el diseño de sistemas eléctricos automotrices y al diseño de componentes y pruebas para arneses y otras aplicaciones automotrices. Cuentan también con un Centro de Herramientales. Los tres centros están ubicados en la ciudad de Querétaro.

En el Anexo IV de esta tesis se presenta también un perfil del Grupo Condumex, que agrupa las empresas de la División Industrial de Grupo Carso, a la cual pertenece Cidec.

Antecedentes y perfil del Cidec Carso

El Centro de Investigación y Desarrollo Carso (Cidec)⁷⁵ es una empresa de Grupo Carso cuya misión es: “Desarrollar la tecnología que permita a Grupo Carso crecer y competir de manera rentable”, y cuya visión es: “Ser el líder tecnológico para soportar la innovación y el crecimiento del Grupo Carso”⁷⁶. Organizacionalmente, el Cidec es una filial de Servicios Condumex, S.A. de C.V. El Director del Cidec le reporta al Presidente del Grupo Condumex, del cual también es su Director General, y que es a su vez Director General de Grupo Carso.

⁷⁴ Grupo Carso, *Informe Anual 1999*, p. 8.

⁷⁵ Este centro de I+D antes fue hasta el año 2007 el Centro de Investigación y Desarrollo del Grupo Condumex.

⁷⁶ PNT, 2007b, p. 30.

El Cidec fue fundado en 1986 en la Ciudad de México bajo el nombre de Centro de Investigación y Desarrollo Condumex, y en 1990 se mudó a la ciudad de Querétaro. En 2001 se le adhirió el Centro Técnico Condumex Autopartes, y en 2007 cambió su nombre a Centro de Investigación y Desarrollo Carso⁷⁷. Está constituido por dos unidades de negocios: 1) Cidec Unidad Investigación y Desarrollo que pertenece a Servicios Condumex, S.A. de C.V (figura legal), que no tiene socios tecnológicos, y, 2) Cidec Unidad Centro Técnico, que pertenece a la empresa Arneses Eléctricos Automotrices, S.A. de C.V., que exporta en la actualidad el 85% de su producción (horas de ingeniería).

Productos y servicios de Cidec

Cidec participa en el desarrollo de nuevos productos y procesos para sus clientes, y además presta servicios de asesoría en aspectos tecnológicos, realización de estudios y pruebas, para los diversos sectores industriales del Grupo Carso. De acuerdo con la información proporcionada por sus gerentes, y de documentos revisados de la empresa, los productos y servicios de Cidec son los siguientes:

- Cables de energía de cobre y aluminio para baja, media, alta y extra-alta tensión.
- Cables para telecomunicaciones de fibra óptica de vidrio y plástica.
- Cables especiales: para usos industriales y mineros; para la construcción, soleras y alambres magneto; para electrónica y redes en aplicaciones de alta velocidad; coaxial para alta frecuencia; televisión por cable, radiofrecuencia y telefonía móvil; automotriz primario; para aplicaciones médicas, para baterías.
- Transformadores de baja, media y alta potencia.
- Módulos electrónicos para telecomunicaciones.
- Sistemas de energías alternas: fotovoltaicos, calentadores solares, híbridos.
- Luminarias de leds (diodos emisores de luz).
- Amortiguadores.
- Servicios de asistencia vial, de logística y transporte.
- Sellos y empaques para equipos de proceso
- Proyectos de biolixiviación y biocombustibles.
- Diseño de sistemas de manufactura.
- Desarrollo de sistemas eléctricos, electrónicos y automotrices (arneses).
- Desarrollo o adaptación de equipos para manufactura o pruebas.
- Desarrollo de software embebido.
- Diseño de componentes plásticos y metálicos.
- Gestión de la protección intelectual: patentes, sobre todo.

⁷⁷ *Op. cit.*, p. 31.

- Desarrollo de sistemas de gestión: calidad, de tecnología, seguridad ambiental.
- Transferencia de tecnología desarrollada a las plantas de producción del grupo.
- Apoyo en la obtención de certificaciones de calidad, seguridad y ambientales.
- Capacitación de recursos humanos. Por ejemplo, en cuestiones de calidad apoya en la formación y calificación de auditores internos, la asesoría en la Implantación de proyectos de mejora 6 Sigma y la administración de programas de auditoria

El tipo de proyectos que se realizan en Cidec son de desarrollo de nuevos productos, de reducción de costos e incremento de productividad, de ecología y de infraestructura, los cuales se realizan a través de las áreas que lo conforman: Cables, Fibra óptica, Sistemas eléctricos/electrónicos, Electrónica, Metalurgia, Software, Nuevos negocios, Modernización, Pruebas independientes, Energías alternas, Diseño de componentes y Sistemas de Gestión. Cuenta además con un Centro de información que se encarga de la protección industrial de las tecnologías desarrolladas.

Por su parte, el Centro Técnico Querétaro vende servicios de ingeniería y diseños de producto. Señala su Gerente General:

Lo que vendemos es diseño de producto, aunque en algunos casos se llama *producto*, como tal. Por ejemplo, el *software* embebido automotriz, tiene su número de parte y fecha de revisión, como tendría cualquier pieza automotriz, y se integra en los vehículos; esto es, se saca una copia y se instala en cada vehículo, como si fuera producción en serie. Pero, nosotros lo que vendemos es el original, digamos; y ellos lo instalan en cada vehículo que producen.

El Centro Técnico, de acuerdo con su Gerente General, está más cerca de la producción que el centro de I+D (Cidec):

En el ciclo de vida del producto, estamos más cerca de las fábricas, más cerca del arranque de la producción. Entonces, mucho de nuestro trabajo está orientado a reducción de costos, (...) lo nuestro es que el producto llegue al mercado a un costo más competitivo, para lo cual hay que hacer mucho trabajo. Hacemos talleres de análisis de valor, por ejemplo, tanto en el diseño del producto, en el diseño del proceso y manufactura, y en apoyo a las áreas de compras para reducción de costos con los proveedores.

4.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología de Cidec Carso

Desde el nacimiento del Centro de Investigación y Desarrollo del Grupo Condumex en 1986 se comenzó a gestionar tecnología con el fin expreso de

desarrollar tecnología propia y ser más competitivos. Esto es, “con el fin de fortalecer sus ventajas competitivas, minimizar el riesgo de los negocios, disminuir del costo de los proyectos, y eliminar la dependencia hacia los socios tecnológicos: Pirelli y Anaconda”⁷⁸.

Esta iniciativa fue encabezada por la entonces Dirección Técnica del Grupo Condumex, que dirigía el Ing. Ramiro García Sosa, y que le reportaba a la Dirección General del Grupo, con un enfoque a la producción de cables. Ellos “Vieron que era una necesidad estratégica, muy enfocada a desarrollo de materiales para la fabricación de cables”⁷⁹.

En la actualidad, según el Director del Cidec, la gestión de tecnología tiene como propósito:

Hacer las cosas bien. Igual que el sistema de calidad, es una herramienta para ayudarte a hacer más fácil, más rápido, con mayor control las cosas⁸⁰.

Por supuesto, afirma:

Se necesita trabajar mucho: primero es la cultura, que la gente tenga la cultura de trabajar con un sistema, y más en un centro de investigación. Porque tú le dices a la gente que tiene que trabajar con sistema, y es una herejía en el medio, pues piensa que le quitas la libertad, que inhibes su creatividad, y no es así, simplemente es hacerlo con orden, hacer con orden las cosas. Que se tenga una cultura tecnológica, de orientación hacia el logro, hacia el resultado. Saber que es importante no solamente llegar, sino llegar oportunamente. Con los mismos criterios de una norma de calidad ISO 9000: Eficaz y eficiente. Necesito llegar al objetivo, cumplir con el objetivo, pero con los recursos que tengo. Y esos recursos aquí son gente y dinero, fundamentalmente.

Además, según un gerente entrevistado, podría considerarse que la gestión de tecnología en Cidec tiene un doble propósito⁸¹: i) Robustecer y facilitar la innovación de productos y procesos; y, ii) Que sea una herramienta útil para el desarrollo de tecnologías e innovación como estrategia de negocios y crecimiento.

Por su parte, el Gerente General del Centro Técnico asegura que el propósito de la gestión de tecnología en su unidad de negocio es:

Conocer el estado del arte y tomar las decisiones más eficientes. Contar con todo lo necesario para hacer nuestro trabajo de la mejor manera posible, localmente, para el Centro Técnico. Y, tenemos esa misma responsabilidad para las fábricas

⁷⁸ Gerentes entrevistados.

⁷⁹ De entrevista con el Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada de Cidec Carso.

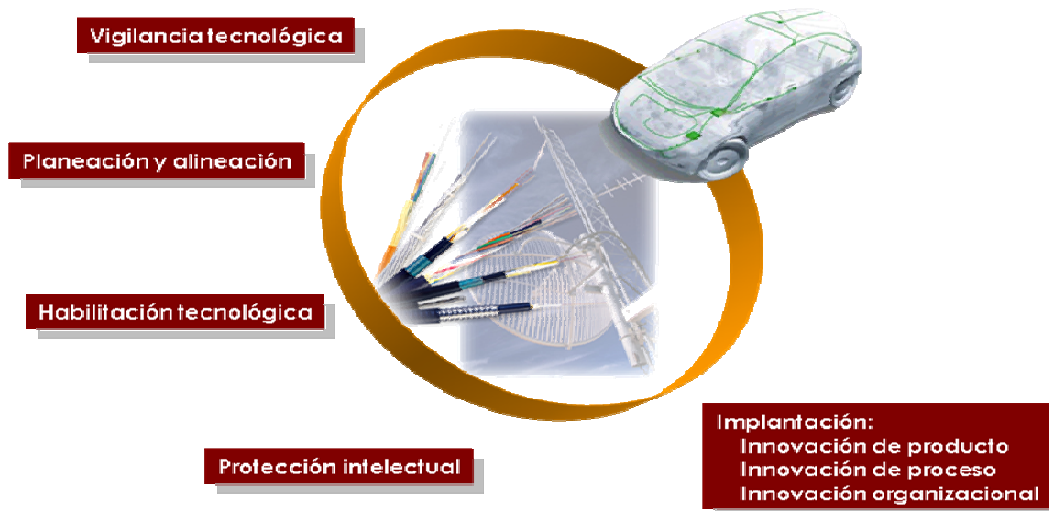
⁸⁰ “La gestión de tecnología te debe ayudar a meter orden, disciplina, control, seguimiento, asegurar que las cosas se van a dar” (Director del Cidec Carso).

⁸¹ Entrevista en Cidec.

del sector autopartes de Condumex, tanto en el diseño de producto como en el diseño del proceso de producción.

El modelo de gestión tecnológica de Cidec Carso es que se muestra en la Figura 6. Como se puede observar, es un modelo con cinco funciones de gestión de tecnología (vigilancia tecnológica, planeación y alineación, habilitación tecnológica, protección intelectual e implantación de la innovación de producto, proceso y organizacional), que se interrelacionan y “apuntan” hacia el desarrollo de nueva tecnologías que se incorporarán en los componentes o productos de sus clientes; un modelo idéntico en sus funciones al que propone el Premio Nacional de Tecnología desde el año 2005. En este caso, los miembros de la empresa consideran que si hay una secuencia de acciones que va de la vigilancia tecnológica a la innovación.

Figura 6. Modelo de gestión de tecnología de Cidec



Fuente: Información de la empresa proporcionada por el Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada, diciembre 2008.

4.3 Gestión de tecnología en Cidec Carso

De acuerdo con el marco analítico propuesto en esta tesis, para el análisis de la gestión de tecnología se consideraron cuatro subcategorías de análisis: estrategia tecnológica (alineada con la estrategia de negocios); estructura organizacional (organigrama, equipos y comisiones de trabajo, organización de la I+D+i); operación (proceso de producción de la empresa, y tareas, procesos y proyectos de I+D+i), y gente preparada para gestionar tecnología y liderar proyectos de

investigación y desarrollo tecnológico. Se describen a continuación las cuatro subcategorías tal como se presentan en Cidec.

4.3.1 Estrategia tecnológica de Cidec Carso

La estrategia de negocios está definida por segmentos de mercado, correspondientes a los diferentes sectores de negocio (cables, electrónica, autopartes, energía y proyectos integrales, minas). Cada sector tiene su propia estrategia de negocios, alineada a las necesidades de productos dentro del Grupo Carso y de sus clientes. Cidec está alineado a las diversas estrategias de los sectores de negocios, de tal forma que los proyectos que desarrolla están acordes a las necesidades concretas, demandas de los negocios y las plantas del grupo.

Las líneas de investigación de Cidec Carso se corresponden a dichas estrategias de negocio, como se enlista enseguida⁸²:

- *Energía*. Se ejecutan proyectos de superconductividad, nanotecnología, nuevos materiales, energías alternativas: sistemas fotovoltaicos, calentadores solares, celdas de combustible.
- *Metalurgia y biotecnología*. Se realizan proyectos de biolixiviación, biocombustibles.
- *Electrónica*. Se ejecutan proyectos de I+D sobre sistemas de iluminación de bajo consumo, optoelectrónica, y telecomunicaciones: fibra óptica plástica, fibra óptica de vidrio.
- *Automotriz*. Se realizan proyectos de sistemas de distribución eléctrica convencional e híbrida, sistemas electrónicos y de seguridad: microelectrónica, *software* embebido.

Estrategia tecnológica

La estrategia tecnológica se desprende del proceso de planeación estratégica de los negocios. Una vez que la presidencia del Grupo Carso da instrucción clara de hacia dónde deben moverse las empresas, y que el Director General de Carso lo hace a su vez con los directores de sector:

Las distintas direcciones operativas hacen su ejercicio de plan estratégico, y una parte importante tiene que ver con la tecnología. Entonces, no hacemos una planeación estratégica aislada como Cidec, de hecho el ejercicio nuestro es hasta el final, hasta el final de que las direcciones operativas hicieron su trabajo.

Y se vuelve un ciclo, porque ellos esperan también que nosotros les entregemos información que sea de interés en la parte de tecnología, sobre todo en la parte

⁸² Información de la empresa, marzo de 2009.

de tendencias. Y, nosotros esperamos que ellos nos definan también hacia dónde nos vamos a mover. Entonces, hacemos un mapa gigante de proyectos y tendencias, y vamos poniendo prioridades.

Entonces, la estrategia tecnológica finalmente se desprende de lo que las áreas comerciales, las áreas operativas, y nosotros, identificamos como tendencias y oportunidades, y estas tendencias y oportunidades representan finalmente mercados para nosotros.⁸³

La estrategia tecnológica de la empresa se establece antes de la definición de la cartera multianual de proyectos tecnológicos, en la cual se utilizan los siguientes criterios de evaluación⁸⁴: contar con conocimientos, lograr que funcione, probar viabilidad comercial, optimizar operación, optimizar costos de producción en serie. A partir de la definición de la estrategia tecnológica se realiza una reunión con el Comité de Investigación y Desarrollo de Cidec para el desarrollo de su planeación tecnológica⁸⁵. La estrategia tecnológica se revisa al menos una vez al año, mientras que la cartera de proyectos se revisa al menos una vez al mes. También hay sugerencias y retroalimentación de los diversos Comités (de I+D, de Reducción de Costos, de Nuevos Productos, etc.) hacia los Directores de Sector y hasta la Dirección General del Grupo Carso.

En opinión de uno los gerentes entrevistados, la utilidad de la estrategia tecnológica radica en:

La mejora de la rentabilidad (de los resultados de operación) de las empresas del Grupo Carso: reducción de costos, nuevos productos, mejora de procesos, etc. Y, en el desarrollo de nuevos productos en las mismas.

El responsable de darle seguimiento a la estrategia tecnológica es el Director del Cidec, a través de reuniones mensuales con los integrantes del Comité de Investigación y Desarrollo, y en reuniones con el Director General de Carso cada mes.

Además, el Director General de Carso se reúne con los directores de las unidades de negocio de Grupo Carso en los eventos de planeación estratégica y en las reuniones de comités de nuevos productos cada vez que se realizan.

Este compromiso e involucramiento de alineación se manifiesta desde la definición de las políticas de trabajo, objetivos estratégicos, plan tecnológico, cartera de proyectos, y la asignación de los recursos por parte de la alta

⁸³ De la entrevista con el Director de Cidec Carso, 8 de junio de 2009.

⁸⁴ Ibid.

⁸⁵ Este comité está conformado por 12 personas responsables de las actividades de investigación y desarrollo en Cidec (gerentes), más los responsable de recursos humanos y de compras de la empresa.

dirección, incluyendo el seguimiento y aprobación en su caso de la efectividad y eficiencia de la gestión de la tecnología⁸⁶.

Gasto en I+D+i

Una parte de la estrategia tecnológica es la definición de la inversión que la empresa decide realizar en sus proyectos de I+D+i. El Cidec Carso cuenta con presupuesto propio para su operación (gastos, proyectos), la realización de sus actividades de I+D+i y de gestión de tecnología. Este presupuesto es de alrededor del 1% de las ventas del Grupo Condumex. Las ventas del Grupo Condumex de 2005 a 2007, así como las inversiones realizadas en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico se muestran en la Tabla 18, a continuación.

Tabla 18. Inversiones realizadas en I+D por Grupo Condumex (2005-2007)

	2005	2006	2007
Ventas de Condumex (miles de pesos)	23,423,955	32,011,291	31,496,054
Erogaciones realizadas en actividades de I+D (miles de pesos)	234,240	320,113	314,961
Aportación de % de ventas que dedicado a I+D (estimado)	1.0	1.0	1.0

Fuente: Grupo Carso, *Informe Anual 2007*, Reporte anual 2007 a la BMV, y entrevistas.

4.3.2 Estructura organizacional de Cidec Carso

El Cidec cuenta con una Dirección, una Gerencia General del Centro Técnico, una Gerencia de Operaciones e Ingeniería Avanzada, una Gerencia de Electrónica y Nuevos Negocios, una Gerencia de Cables, y una Gerencia del Centro de Información Tecnológica. Cada una de las gerencias cuenta con una serie de laboratorios y departamentos, como se muestra en el organigrama de la Figura 7.

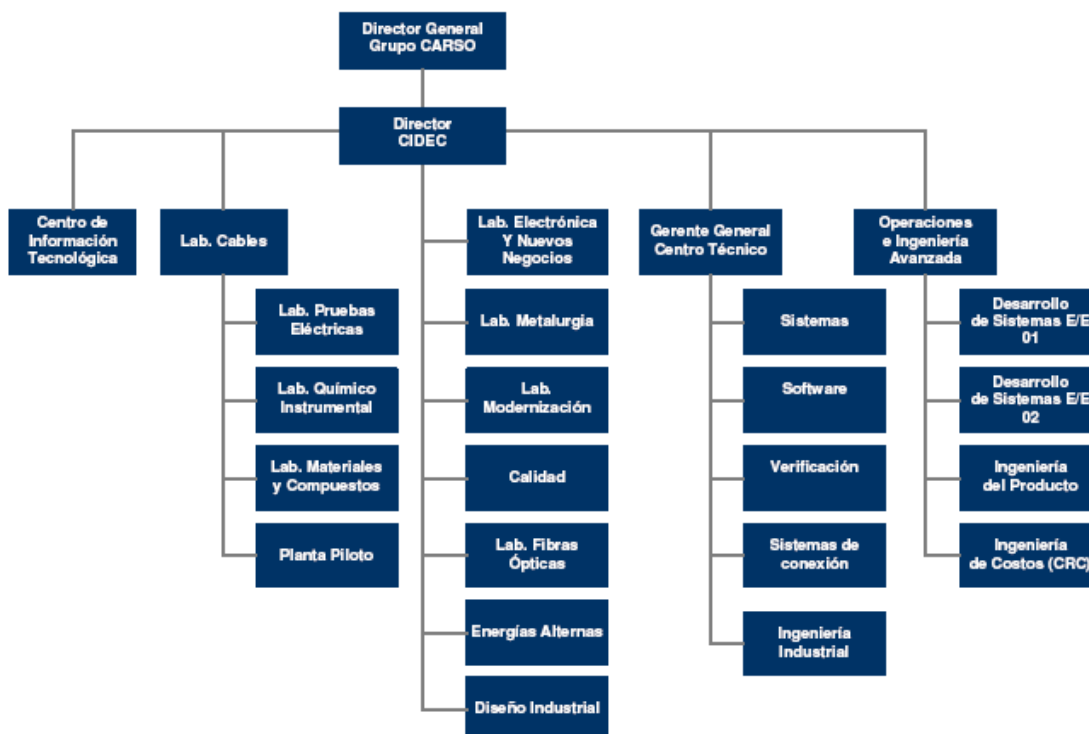
La forma de operación de la empresa es matricial⁸⁷, en la medida que cuentan especialistas funcionales en los diversos laboratorios de la empresa, pero su forma de trabajo para atender las necesidades de los clientes es por proyectos. En la ejecución de los proyectos se integran equipos y comités con personal que

⁸⁶ Información proporcionada por personal gerencial de Cidec, abril 2009.

⁸⁷ Como señala Mintzberg: "A pesar que la organización se orienta a proyectos basados en el mercado,... la adhocracia tiende a utilizar una estructura de matrices". Observa Mintzberg: La adhocracia operativa es innovadora y resuelve los problemas directamente en nombre de sus clientes. Trabajan normalmente con equipos multidisciplinarios de expertos (Mintzberg, 1993b, p. 821).

pertenece a las diferentes áreas y gerencias de la empresa, como se describe a continuación.

Figura 7. Organigrama de Cidec Carso



Fuente: Información proporcionada por personal gerencial de la empresa, abril de 2009.

Comités y equipos multidisciplinarios en Cidec Carso

El Cidec Carso cuentan con un *Comité de I+D+i* integrado en 2006, al que algunos de sus miembros llaman también *Comité de gestión tecnológica*, que “vigila que los procesos de la gestión tecnológica se actualicen y formalicen de manera sistemática, esto para que los resultados en los años futuros sean consistentes como hasta ahora”⁸⁸, que está formado por 12 empleados provenientes de las gerencias de las dos unidades de negocios más los responsables de recursos humanos y de compras, y que es coordinado por el Director del Cidec.

Para la operación de las actividades de I+D+i cuentan con un *Comité de operaciones* y con equipos multidisciplinarios de proyectos. Estos comités y

⁸⁸ Informe entregado para su publicación al Premio Nacional de Tecnología (2008b, p. 47).

equipos tienen un responsable que es nombrado por el Director del Cidec⁸⁹. Lo anterior hace que, en la práctica cotidiana: "Todas las áreas del CIDEDEC realicen actividades de gestión de tecnología, dependiendo del alcance del proyecto y del servicio al cliente"⁹⁰, razón por la cual no cuentan con una gerencia de tecnología, pues no la necesitan.

Ahora bien, ¿Cómo funciona el nuevo modelo de organización multidisciplinario de la empresa? Responde el Director de Cidec:

Cambió la organización, pero la filosofía sigue siendo la misma. Trabajamos de manera matricial. Los laboratorios tomaron nombres de las unidades de negocio, por llamarles de alguna manera. Tienen ahora la responsabilidad de ser los co-responsables, la cara técnica (del Cidec) hacia las unidades de negocio, como contacto, de tal manera de evitar que una planta le hablara a 50 personas al Cidec, y entonces perdiéramos todo el seguimiento. Yo podría ser el responsable ante Cables, entonces todas las solicitudes de alguna manera las administro, las recibo y las clasifico, las reparto y tengo la responsabilidad de informar al cliente sobre qué es lo que estamos haciendo en cada una de ellas.

Pero, mi trabajo no es solamente ese, a lo mejor hay proyectos para los cuáles yo soy el especialista, y entonces yo los llevo a cabo, pero para llevarlos a cabo yo necesito gente de otras áreas, o dentro del mismo laboratorio que no me reportan a mí. Entonces, es un trabajo matricial totalmente. Donde tenemos líderes de proyecto, y ellos son responsables del resultado. Para lograr ese resultado, necesitan formar un equipo de trabajo. Entonces, lo que necesitamos hacer mucho es fomentar el trabajo en equipo.

Para reforzar el trabajo en equipo, y la colaboración interna, lo que han hecho en Cidec, entre otras cuestiones, es lo siguiente:

Sacamos una campaña (el año pasado) que se llama: *Trabajo que vale la pena*. En las reuniones informativas presentamos proyectos que terminaron, que fueron exitosos, que tuvieron participación de mucha gente de distintas áreas. Entonces, reconocemos públicamente que fue *un trabajo que valió la pena* porque llegó a la planta, dio un resultado, fue evaluado de manera satisfactoria por el cliente, y participamos mucha gente. Entonces, pasan al frente los participantes en el proyecto, les aplaudimos, y todo mundo se entera de quien fue.

Al preguntársele por qué se generó este modelo de organización, el Director de la empresa responde:

Para cumplir con el resultado: lo que te pide el cliente por el proyecto, en la mayoría de las ocasiones es una buena relación Costo/Beneficio (...) El proyecto termina con la transferencia de tecnología (a la planta), y esa transferencia

⁸⁹ Becerril, 2006.

⁹⁰ En palabras del Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada.

garantiza que el producto cumple con el diseño que nos pidieron, el costo que nos pidieron, las especificaciones que nos pidieron, todos los requisitos, y obviamente que ellos ya son capaces de hacerlo, que recibieron la capacitación necesaria para que lo puedan producir (...) mientras tengan dependencia de nosotros no hay tal transferencia. Generamos esta forma de trabajo para fomentar y garantizar el trabajo en equipo⁹¹.

Se le pidió también al Director que nos narrara sobre cómo funcionan los Comités de I+D, Nuevos Productos, Innovación Organizacional, Reducción de Costos, y demás comités formados en el Cidec, y por qué los han formado. Respondió lo siguiente:

Depende de la función de cada uno de ellos. El Comité de I+D es la gente que me reporta a mí. ¿Y qué hacemos? Le damos seguimiento a las cuestiones que puedan ser de interés general aunque, por supuesto, cada uno de los responsables de laboratorio platica sobre qué es lo que está haciendo. Pero, puede ser que yo tenga un problema y lo saco ahí, de tal manera que alguien pueda aportar a cómo le puedo hacer para resolverlo. Finalmente, en el caso del Comité de I+D, en el de Gestión de Tecnología, en el Equipo de Mejora de la Calidad, ahí lo que buscamos es un trabajo de integración para el trabajo en equipo a nivel gerencial, por llamarle de alguna manera. Y, hay comités que son externos, el de Nuevos Productos, por ejemplo, o los de Reducción de Costos, que son con los clientes internos (planta, área comercial). Y lo que buscamos es comunicar en los dos sentidos: a) Lo que estamos haciendo, cómo vamos, y b) Las necesidades de la planta o las áreas comerciales.

Hay también un Comité de Satisfacción del Cliente, donde está el gerente de la unidad de negocios, está el técnico (líder de proyecto), está el comercial, estamos nosotros. Yo no puedo hacer todo de manera independiente, necesito la participación en muy buena medida de la planta (...) Tengo que adaptar lo que hice aquí al ambiente industrial, y por lo tanto necesito que me den tiempo, necesito integrarme, y la manera en que nos integramos es a través de estas reuniones, de estos comités (...). Y ahí le damos seguimiento: se hizo o no se hizo, se cumplieron los compromisos o no, el resultado de la prueba fue positivo o no, etc.

¿Cómo funcionan estos comités? Son equipos de toma de decisiones, comunicamos para la toma de decisiones.

Por su parte, en los proyectos de ingeniería, de acuerdo con el Gerente General del Centro Técnico, los comités multidisciplinarios están constituidos por personal del propio Cidec Carso, de los clientes y proveedores:

⁹¹ Cidec cuenta con una metodología propia de transferencia de tecnología a las plantas. Incluye las tres etapas del Sistema de Gestión de Calidad: Realización, Verificación, Evaluación. El líder del proyecto es el responsable de la integración del paquete tecnológico y de la transferencia de tecnología a la planta industrial.

Los equipos multidisciplinarios están constituidos por personal de las diferentes áreas de Cidec que tienen que trabajar en equipo con áreas de desarrollo del cliente (Ingeniería de producto o equivalente), con proveedores de maquinaria y herramienta, en ocasiones con proveedores de materias primas, y a veces con personal de las áreas de ingeniería industrial y mantenimiento de las plantas arneseras. En ocasiones se forman equipos multidisciplinarios para diseño de procesos de manufactura, compra de maquinaria, desarrollo de nuevas herramientas o de nuevos equipos, entre otras actividades. Y el Centro Técnico participa también en diseño de producto, diseño de proceso de fabricación y diseño del sistema de calidad.

Comités de operación en Cidec Carso

Además, cada laboratorio del Cidec organiza sus *Comités de operación*. Están constituidos por los gerentes de laboratorio con su gente. Se reúnen cada mes y, dependiendo del caso y de la urgencia, en algunos proyectos se reúnen cada semana. Son equivalentes a los *Comités de operación* que se han formado desde hace años (es una vieja práctica) en las plantas del Grupo Condumex, que están constituidos por personal de las diversas áreas de la empresa, y se reúnen cada lunes para planear la semana de trabajo.

En el Centro Técnico Querétaro cuentan con un Comité de Operación (CO) que coordina su Gerente General, y que se reúne cada semana, los días martes, con una agenda bien definida. Este comité se encarga de asuntos administrativos y de ingeniería⁹².

Se le preguntó al Gerente General del Centro Técnico, por qué formaron dicho Comité de Operación. Su respuesta fue:

Porque “permite hacer seguimiento a proyectos y acuerdos, la detección de necesidades, pedir ayuda si alguien tiene problemas, atender problemas que afectan varias áreas (gerencias), reubicar personal de un departamento a otro en función de la carga de trabajo, conocer el *status* de capacitación del personal.

Y, en relación a los resultados del Comité de Operación, el Gerente General del Centro Técnico comenta:

⁹² Participan en dicho comité, por la parte administrativa, los responsables de las áreas de recursos humanos, contable (que se encarga de cómo obtener y administrar los recursos), compras (abastecimientos), de mantenimiento del Centro Técnico, y representantes de tecnologías de información y comunicaciones. “Ellos son los que dan los insumos y quitan los obstáculos para que puedan trabajar los ingenieros”. Por la parte de ingeniería participan los responsables de las áreas de desarrollo de *software*, pruebas (que cuentan con 80 ingenieros), Arneses, Diseño Mecánico e Ingeniería Industrial. Estos últimos son responsables de generar ventas en el Centro Técnico; los primeros (áreas administrativas y tecnologías de la información y comunicaciones) dan servicios.

Me permite a mí como responsable, como gerente de la unidad de negocios, trabajar por consenso con los que tienen que llevar a cabo las acciones. Se produce un enriquecimiento de las opiniones, conocimientos, gracias a la diversidad de perfiles y experiencias. Se lleva a cabo una mejor planeación estratégica y tecnológica.

Además, en reuniones semanales, damos seguimiento a cualquier cosa que pueda surgir, tanto lo que hay planear o adelantar, o corregir sobre la marcha. Permite evaluar resultados y corregir el rumbo. En otras palabras, permite aplicar el ciclo de Deming: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Esto es más efectivo que si lo hiciera individualmente.

En el Cidec cuentan también con dos equipos de trabajo adicionales, integrados con especialistas: 1) *Equipos de alto desempeño*, para resolver problemas muy complejos; y, 2) *Task forces*, para resolver problemas específicos. Son grupos especiales creados para atender contingencias y acelerar la resolución de los problemas. En ellos se involucra a la gente de las plantas industriales del grupo.

4.3.3 Procesos de gestión de tecnología

Una forma de visualizar en forma general cómo se gestiona la I+D en la empresa es comprender su filosofía de operación, sus procesos, técnicas y herramientas de gestión de tecnología.

Filosofía de operación de Cidec Carso

Para describir la filosofía de operación de Cidec, lo mejor es transcribir las palabras de su Director. Son las siguientes:

En nuestro caso, la filosofía finalmente es el resultado. Nosotros pensamos, y creo que no solamente como Cidec sino como Grupo, que mientras el trabajo que estás haciendo, todo el esfuerzo, no se capitalice a través de una venta, no tienen ningún sentido. Entonces, puede haber innovaciones muy buenas, pero si no llegan al mercado no aportan. La filosofía es una filosofía de trabajo, de trabajo en equipo, orientado hacia el resultado, y buscando conjuntar las dos partes, la de lo que hoy tenemos y la de lo nuevo, pero no podemos orientarnos hacia lo nuevo si lo que tenemos no nos está reflejando dinero. Nosotros finalmente vivimos de aportaciones de un % sobre ventas. Si estas ventas son bajas, la aportación es baja; si la venta es grande, la aportación es grande. Entonces, es un punto importante: la orientación hacia el resultado.

El resultado en el corto plazo es muy importante. Estamos conscientes que el resultado en el corto plazo no es cortar gente, no es hacer recortes, es ver cómo hacemos más y mejor las cosas, y dentro de eso viene toda la cadena: la investigación, el desarrollo, la transferencia, la manufactura, la comercialización, el servicio, todo.

Y, un asunto muy interesante en esto es trabajar con sistemas, con sistemas de gestión. ¿Por qué? Porque te da orden, te da la flexibilidad para hacer lo que la organización necesita. Entonces, están los sistemas de gestión de calidad, los sistemas de gestión ambiental, los sistemas de gestión de manufactura, los sistemas de gestión de tecnología. Por supuesto que no tenemos un sistema para cada una de estas partes distintas. (Lo que tenemos) es un sistema único general que adaptas basado, a lo mejor, en el sistema de calidad. Le vas adaptando todo lo demás, de tal manera que sea una manera de trabajar, que sea una disciplina, no una imposición ni un carril angosto por el cual debes de transitar, simplemente que sea un carril.

Otra característica de su filosofía de operación es que el Cidec trabaja a su punto de equilibrio, por lo menos:

La razón de ser del Cidec es ayudar a que las plantas mejoren su rentabilidad. Pero, en sí mismo no tiene como objetivo la rentabilidad del propio Cidec. Como excepción, las áreas *Electronics and Safety* y Diseño de Componentes del Centro Técnico sí generan una utilidad por venta de servicios a Delphi. También transfieren tecnología a clientes externos⁹³.

Procesos de gestión de tecnología

Otro aspecto importante sobre cómo se gestiona la tecnología tiene que ver las prácticas que utiliza la empresa con ese fin (procesos, actividades, tareas). El Cidec cuenta con una serie de prácticas sistematizadas de gestión de tecnología en forma de procesos o procedimientos⁹⁴. Para conocer mejor la frecuencia de uso, el nivel de madurez o desarrollo, el grado de dominio, y la incidencia que en las innovaciones de la empresa tienen estos procesos de gestión de tecnología, se solicitó a los entrevistados que identificaran cada uno de estos aspectos en una tabla donde se mostraban 15 prácticas de gestión de tecnología que más reportan empresas innovadoras en México. Los resultados del análisis de estas prácticas de gestión de tecnología en Cidec Carso se pueden consultar en el Anexo X de esta tesis.

Como se muestra en el Anexo X, en la empresa se utilizan de forma permanente la mayoría de las prácticas de gestión de tecnología que han sido identificadas en estudios previos (Medellín *et al.*, 2005; Medellín, 2009), tales como: protección intelectual; planeación tecnológica, que realizan cada año, y está calendarizada; Investigación y Desarrollo, práctica que en la empresa recibe el nombre de *Sistema de Gestión de Tecnología*; vigilancia tecnológica; innovación de producto y servicio; transferencia interna de tecnología (del Cidec a las plantas del Grupo

⁹³ Entrevista con Gerente de Electrónica y Nuevos Negocios y con Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada.

⁹⁴ Los diagramas de flujo de los principales procesos de gestión de tecnología de la empresa se muestran en la publicación del Premio Nacional de Tecnología (2008b, pp. 34-46).

Conдумex); administración de proyectos tecnológicos; *benchmarking*; gestión de cartera de proyectos, que se realiza cada mes a nivel de Cidec y en cada una de sus gerencias; innovación de proceso, que en la empresa denominan *Laboratorio de modernización*, y que impacta en manufactura, desarrollo de instrumentales y mejora de equipos de laboratorio y pruebas; y, agregada por los entrevistados, la evaluación de indicadores, incluyendo financieros, para aprobar y medir el desempeño de los proyectos de I+D que se ejecutan.

Ahora bien, al señalarle al Director de Cidec el hecho de que conforme más pequeñas son las empresas tienen mucho menos prácticas de gestión de tecnología, en parte porque tienen menos personal, en parte porque su negocio no es producir tecnologías sino producir un producto o un servicio, pero también porque no están preparadas, no tienen las herramientas para hacerlo, comentó lo siguiente:

El asunto del número de gente no me parece que sea una restricción. Lo es si lo ven como una actividad adicional; pero deja de serlo si lo ven como una manera de trabajar más fácil. Es lo que nos pasó con los temas de gestión de calidad. ¿Por qué entrabas tú a certificarte bajo ISO 9000? Por dos razones: i) Porque el cliente te lo pedía, era obligatorio, y obtenías el negocio; o porque tenías miedo de que llegara un cliente que te lo pidiera y no lo tuvieras, o, ii) Porque tú estabas convencido de que era una herramienta que te iba a ayudar. Si tú te convences de que (la gestión de tecnología) es una herramienta, al principio te va a costar más trabajo, vas a tener que trabajar más, pero en el momento en el que tienes el sistema, pues estás listo. Tienes una nueva una manera de hacer las cosas, y todo mundo se acostumbra a hacerlo. Entonces forma parte de la cultura, del día a día, ya no es algo adicional.

Técnicas y herramientas de gestión de tecnología

Cidec Carso es una empresa que utiliza una gran cantidad de prácticas, técnicas y herramientas de gestión de tecnología, mismas que ha ido construyendo, o adquiriendo, desde su creación en 1986, lo que le da gran fortaleza gerencial en estos asuntos y potencia su capacidad de innovación.

Con el fin de profundizar sobre cómo gestiona tecnología el personal de Cidec Carso, se solicitó al Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada que identificara las técnicas y herramientas de gestión de tecnología que utilizan en la empresa, para lo cual se le presentó una tabla con 33 técnicas y herramientas, tabla que se incluye en el Anexo V de esta tesis, y se le solicitó además que indicara quienes en la empresa utilizan tales técnicas o herramientas, y con qué frecuencia. Los resultados de su evaluación se muestran en la Tabla 55 del Anexo VI de esta tesis. Destaca el alto uso de las técnicas y herramientas por parte del Director de Cidec (un 70%), y por los Comités de Operación (75%) que conforman los gerentes de cada área con su personal. Sorprende también el bajo uso que de

las mismas muestran los jefes de proyecto (un 15%); al parecer sus habilidades son de otro tipo, es muy probable que su formación sea mucho más técnica que gerencial, y las técnicas y herramientas que utilizan son las propias de su especialidad.

4.3.4 Gestores de tecnología

Un aspecto a investigar sobre cómo se gestiona la tecnología tiene que ver con la forma como se organiza y se lleva a cabo. Cidec Carso no tiene un área específica de gestión de tecnología. Señala su Director:

No tenemos gestores de tecnología. La función de gestión de tecnología la cumplimos todos. Nos ha funcionado mejor así. Le ganas un paso, porque el que puede tomar una decisión la toma, sin necesidad de ir por el responsable técnico, o por la información con los clientes (...) La gestión de tecnología se lleva a cabo a través de las actividades diarias.

También comenta el Director de Cidec sobre sus propias funciones de gestión de tecnología:

Mi función principal es la administración de tecnología, por lo tanto todo lo que tiene que ver con ella. Lo que hemos definido es nuestro modelo de gestión de tecnología, que se basa mucho en lo que el Premio Nacional de Tecnología ha mostrado. Lo referente a vigilancia tecnología, planeación y alineación, habilitación, protección e implantación. Esas son las cinco etapas que tenemos. Y bajo ese esquema, pues todo lo que tenga que ver con ello.

Y cuestionado sobre los roles que juega como Director, responde:

¿Qué rol juego? Pues, finalmente soy el *sándwich*: soy el que va hacia la dirección general del grupo y el que va hacia las direcciones de sector, a las direcciones operativas. Buscando cómo consolidamos lo que uno y otro pide. En teoría, finalmente, todo está orientado hacia las estrategias y los objetivos del grupo, pero no necesariamente son iguales en muchos casos.

Sobre el liderazgo, uno de los valores de la empresa, el Director del Cidec reflexiona:

Lo que buscamos es que como Cidec tengamos el liderazgo hacia las plantas. Que las plantas vean que tenemos esa parte de liderazgo tecnológico. Y, hacia dentro, en la misma organización, pues también que ninguno de nuestros puestos sea jerárquico, sino realmente que aporte en el asunto de liderazgo hacia la gente que colabora con nosotros.

Termina su reflexión con las siguientes palabras:

Sí, por supuesto, hay actividades de liderazgo, de comunicación, de armado de equipos de trabajo, pero finalmente todo orientado hacia el resultado.

Por lo demás, hay una gran cantidad de actividades de gestión de tecnología que se realizan en la empresa, desde el manejo del proceso de innovación hasta la relación tecnológica con los directivos de las empresas del grupo y la Dirección General del Grupo Carso. En este sentido, el responsable de dirigir la gestión de tecnología en Cidec es su Director, quien cuenta con una experiencia de más de 25 años en el campo, dirigiendo las actividades y proyectos de I+D+i de Condumex de 1985 hasta 1992, y del Grupo Carso desde entonces. Como señala uno de los gerentes entrevistados: “Es una actividad a la que él le dedica tiempo todos los días laborables del año”.

El Director de Cidec Carso forma parte de la máxima instancia de decisión en el Grupo Carso. Le reporta al Director General de Carso, y es miembro de varias Juntas de Consejo de algunos sectores del Grupo Condumex.

Resumiendo, las funciones o atribuciones que tiene el Director de Cidec Carso son:

- Funciones administrativas, como Director del Cidec y del Centro Técnico Querétaro.
- Responsable de las actividades de I+D y de innovación tecnológica de Cidec Carso⁹⁵.
- Administración y coordinación de las funciones del modelo de gestión de tecnología de Cidec: Planeación tecnológica y alineación, vigilancia tecnológica, habilitación tecnológica, protección intelectual e implantación de la innovación de producto, proceso y organizacional.
- Participación en comités externos: ADIAT y otros organismos
- Participación en formación en capital humano en diversas universidades.

Al Director de Cidec Carso le reportan, como se mostró en la Figura 7, el Gerente General del Centro Técnico, y los Gerentes de Operaciones e Ingeniería Avanzada, Electrónica y Nuevos Negocios, Cables, y jefes de laboratorios de Metalurgia, Modernización, Fibra Óptica, Energías Alternas, Calidad, Diseño Industrial, el Jefe del Centro de Información Tecnológica, más los responsables de las áreas administrativas del Cidec. Le reportan también los miembros del *Comité de I+D* y del *Comité de Gestión Tecnológica*. Los gerentes mencionados forman parte de dichos comités.

⁹⁵ El responsable de las actividades de innovación tecnológica en el Grupo Carso es su Director General, a su vez Director y Presidente de Grupo Condumex: C.P. Humberto Gutiérrez-Olvera Zubizarreta.

Por su parte, el responsable de la gestión de tecnología de la unidad de negocios Centro Técnico de Querétaro es su Gerente General, con casi 30 años de antigüedad en el Grupo, y con experiencia en manufactura, diseño, administración y dirección de plantas, y gestión de tecnología.

4.4 Capacidad de innovación en Cidec Carso

En esta sección se describe la capacidad de innovación de la empresa utilizando para ello dos subcategorías de análisis que fueron incluidas en el marco analítico de gestión de tecnología en la empresa utilizado en esta tesis: a) Capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i, y b) Capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías externas. Se incluyen además las principales innovaciones producidas en años recientes como una evidencia de dicha capacidad de innovación. Se describen en los siguientes apartados.

4.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos

Como ya se mencionó en la sección 2.3.4 de esta tesis, la capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos (I+D, diseño, ingeniería e innovación) implica contar con personal que tenga los conocimientos, habilidades y talento necesario para realizar tareas complejas, de alto riesgo técnico, económico y comercial, y para poder planear, organizar y realizar actividades en las que interviene personal que provienen de diversas disciplinas, con diferentes antecedentes y experiencias profesionales. Se comenta a continuación sobre el personal con el que cuenta la empresa y sobre los proyectos de I+D+i que han sido ejecutados en años recientes.

Personal de Cidec Carso

En la unidad de negocios de I+D del Cidec laboran 125 personas, de las cuales el 29% tiene posgrado, 5 de ellos con doctorado. En el Centro Técnico laboran 306 personas, de ellas 16% cuenta con un posgrado, la mayoría con maestría en ingeniería, destacando sin embargo una gran cantidad de ingenieros muy jóvenes (241), muchos de ellos egresados del Tecnológico de Celaya. La composición del personal de las dos unidades de negocios del Cidec, y su grado académico, se muestra en la Tabla 19, a continuación.

Tabla 19. Personal que labora en el Cidec Carso

Grado académico	Unidad Cidec	Unidad Centro Técnico
Doctorado	5	1
Maestría	31	48
Licenciatura	61	241
Técnicos	28	16
Total	125	306

Fuente: Información de la empresa, marzo de 2009.

Sin embargo, a raíz de la crisis económica actual, el Cidec ha hecho ajustes a su plantilla de personal, y a fines de abril de 2009 solo contaba con 116 empleados en la Unidad de I+D, de los cuales 111 se dedican de tiempo completo a actividades de investigación y desarrollo, y los otros 5 a la realización de actividades administrativas. Además, participa en el Cidec personal de diversas plantas manufactureras del Grupo Condumex que colaboran en la mejora continua y el desarrollo de productos, en los proyectos que se ejecutan. Su estancia es temporal, de acuerdo a las necesidades de información y conocimientos y habilidades que se tienen en los proyectos que se realizan.

Ejecución de proyectos tecnológicos

Los proyectos que se ejecutan en el CIDEC están orientados hacia⁹⁶:

- *El incremento de la productividad:* reducción de costos en materias primas, desarrollo de materiales y compuestos propios para aplicaciones específicas, mejora de procesos productivos existentes, revisión de almacenes, reducción de desperdicios, entre otros.
- *El desarrollo de nuevos productos:* todo tipo de cables de cobre, aluminio y fibra óptica de vidrio y plástica, dispositivos electrónicos para telecomunicaciones, software.
- *La ecología:* reuso de residuos peligrosos y no peligrosos, disminución de la generación de contaminantes, entre otros.

Los proyectos responden a solicitudes de las plantas, las áreas comerciales del Grupo Carso y del mismo Cidec. Los criterios para la aceptación y formulación de los proyectos son:

- Enfoque innovador: reducción de costos y diferenciación de productos, que impacten en la competitividad de las plantas.

⁹⁶ Reporte Anual 2003 a la BMV, p. 28

- Mantenimiento de la tecnología, que permita la consistencia de procesos y productos (calidad de las plantas).
- Desarrollo de nuevos productos, para reforzar el crecimiento y la diversificación del grupo.
- Factor costo – beneficio, que se refleje en los resultados de las plantas.

Muchos de los proyectos se formulan durante su proceso de planeación estratégica. En el caso del Centro Técnico, por ejemplo, se formulan durante el proceso de planeación estratégica de la División Arneses, de la cual forman parte. En este caso, señala su Gerente General:

Ahí se plantea cuáles son los “clientes objetivo” y cómo llegar hasta ellos. A veces hay que hacer un viaje a Inglaterra para ver a Ford Inglaterra, que sabemos que dentro de 3 o 4 años va a iniciar la producción de un nuevo vehículo. Entonces vamos a tocar puertas, y a ofrecer nuestros servicios con ellos. En ocasiones hay que hacer un planteamiento inicial para tener algo que llevar al cliente, para no llegar con las manos vacías; es un planteamiento muy preliminar que, si el cliente muestra interés, se va ir convirtiendo en algo mucho más detallado. Y, si obtenemos la orden de compra, entonces trabajamos en toda la ingeniería de detalle, ya para producción.

Como parte de su política de I+D+i, desde principios de los años 90 la empresa se ha propuesto sostener inversiones cercanas al 1% de sus ventas en actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Este esfuerzo se refleja en el número de innovaciones que el grupo industrial ha producido desde entonces entre Cidec y las diversas empresas del Grupo Condumex. Ejemplo de ellos son los 104 proyectos concluidos de innovaciones de proceso y 82 de innovaciones de producto que reportan de 2004 a 2007, como se muestra en la Tabla 20, a continuación.

Tabla 20. Proyectos de innovación de proceso y producto en Cidec (2004-2007)

	2004	2005	2006	2007	Total
Proyectos de mejora de procesos	23	27	29	25	104
Nuevos productos	13	16	24	29	82

Fuente: Premio Nacional de Tecnología, 2008b, p.47.

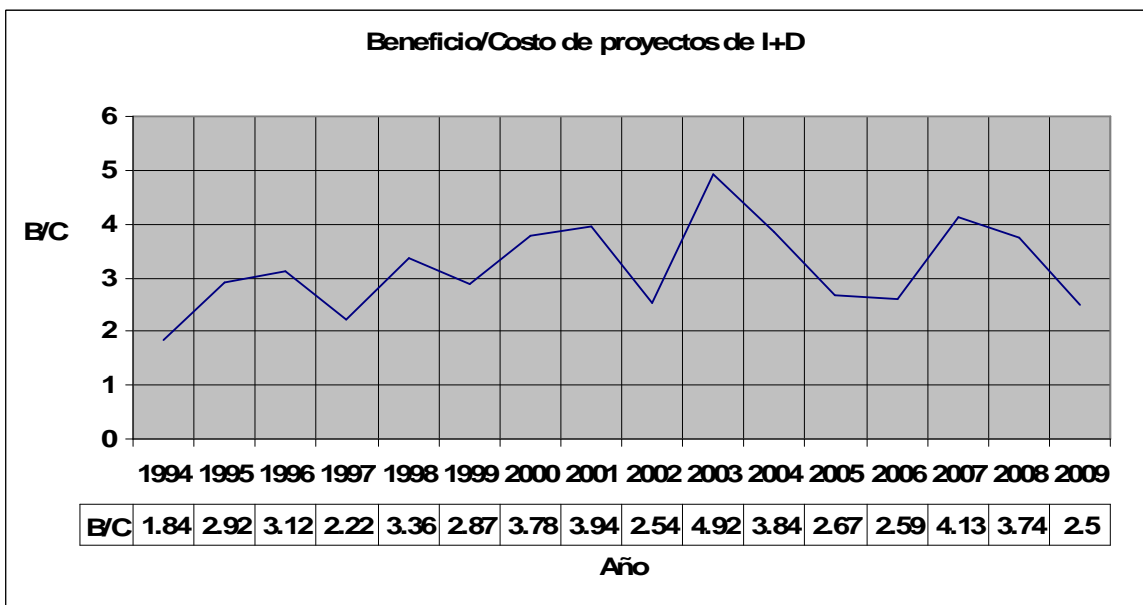
Una vez definido el plan tecnológico se integra la cartera de proyectos del Cidec. Cada proyecto debe tener un propósito bien preciso en términos de beneficio económico que se espera lograr con la ejecución del proyecto en relación con el costo del mismo. Esta relación Beneficio/Costo es el principal indicador de desempeño de los proyectos (o inversiones) de I+D que se ejecutan en la empresa, y se busca que la meta anual que fija la Dirección General se cumpla siempre: La meta para el año 2009, por ejemplo, ha sido fijada en 2.5. Este es uno

de los criterios que se utilizan en Carso para la aceptación y formulación de los proyectos de I+D.

Como se muestra en la Figura 8, la tendencia Beneficio/Costo del Cidec Carso muestra una rentabilidad muy efectiva de sus inversiones en proyectos de I+D en los pasados 15 años, siempre superior a 2.0, salvo en 1994. En la actual década tuvieron relaciones superiores a 2.5, con un incremento notable entre 2003 y 2004, y una recuperación entre 2005 y 2007. Y, al parecer, la crítica situación económica actual impactará este año en la rentabilidad de los proyectos, tendencia que es probable que continúe durante un par de ellos más.

Las relaciones Beneficio/Costo que se muestran en la Figura 8 significan que por cada peso invertido en la ejecución de proyectos de I+D ejecutados por el Cidec, el Grupo Carso se ha visto beneficiado en 3.74 pesos para el año 2008, 4.13 pesos en 2007, 2.59 pesos en 2006, 2.67 pesos en 2005, etc. Estos beneficios son producto de ventas de nuevos productos, mejora de procesos, ahorro en procesos, desarrollo de nuevos materiales, entre otras innovaciones. Por medio de este indicador de desempeño, Cidec mide los impactos que se producen por la ejecución de proyectos de I+D, una vez que se transfieren los resultados de los mismos a las plantas y operaciones de las empresas del grupo.

Figura 8. Beneficio/Costo de las inversiones en I+D en Cidec de 1994 a 2009



Fuente: Construida con información de Premio Nacional de Tecnología (2002, p. 33), Premio Nacional de Tecnología (2007, p. 48), Sierra (2003), y entrevistas⁹⁷.

⁹⁷ Hay diferencia entre los datos reportados de los años 2004, 2005 y 2006 en la publicación de organizaciones ganadores del PNT (2007, p. 48) y lo reportado en esta tesis (Figura 8), pero los datos que aquí se muestran fueron precisados en las entrevistas sostenidas con el personal

Transferencia de tecnología a plantas

Un elemento adicional de la ejecución de los proyectos tecnológicos tiene que ver con la integración de los paquetes tecnológicos necesarios para transferir los resultados de la I+D a las plantas para su manufactura y posterior comercialización. Cidec Carso cuenta con una desarrollada capacidad de integración de sus paquetes tecnológicos y de transferencia de sus desarrollos tecnológicos a las plantas del grupo. ¿Cómo lo hacen?

Cada líder de proyecto lleva una memoria del proyecto: Comienza con el *Reporte cero*, que contiene: definición (negociación) de requisitos con el cliente, prevenciones sobre riesgos a salud, aspectos legales, ambientales, obsolescencia, todo. Este *Reporte cero* es en esencia un anteproyecto terminado. Durante la ejecución del proyecto, el líder de proyecto va integrando bitácoras, cotizaciones, análisis de compatibilidad, pruebas, etc., y termina con un *Reporte final* de 5 a 15 páginas para la planta, con el soporte adicional de documentos anexos (una carpeta). Desde el año pasado, están trabajando ya en lo que llaman *Memoria Electrónica de Proyecto*, con el fin de ya no usar papeles, y de facilitar la transmisión de información. Con ello se facilitan las cosas, por ejemplo, en la elaboración de las patentes.

En términos generales, la documentación que se genera en los proyectos depende del tipo de proyecto. Si es un nuevo *layout* se entrega la información correspondiente sobre el arreglo de planta. Si es un producto nuevo se entrega la información sobre diseño, materiales, se liberan al menos dos proveedores, especificaciones, resultados de pruebas, el proceso y sus condiciones, equipo especial que haya que utilizar, entre otras informaciones. Si la planta tiene que fabricar un nuevo producto hay que entregarle toda la información necesaria para que pueda hacerlo, y hay que capacitar a su personal. Si se tiene que comprar una máquina para el proceso el líder del proyecto tiene que hacer una justificación de la compra de la máquina, justificación técnica y económica de la inversión, y entregar toda la información obtenida a la planta⁹⁸.

Los paquetes tecnológicos que integran están constituidos, entre otros, por los siguientes procedimientos técnicos y de gestión⁹⁹:

directivo de la empresa.

⁹⁸ Información obtenida de entrevistas en la empresa. La empresa estudiada tiene un alto nivel de codificación de conocimientos y prácticas tecnológicas, lo que se refleja en el alto grado de integración de sus paquetes tecnológicos y en su propensión a patentar sus desarrollos tecnológicos. Sobre esto último, los investigadores españoles Nieto y Pérez (2006, p. 101) encontraron que “cuanto mayor sea el grado de codificación del conocimiento y más fácil sea su enseñanza, mayor será la tendencia a patentar por parte de las empresas”.

⁹⁹ Premio Nacional de Tecnología, *Organizaciones Ganadoras 2002, Grupo Condumex, S.A. de C.V.*, p. 28.

- Organización de la información tecnológica generada.
- Control y distribución de información confidencial.
- Transferencia de desarrollos a planta.
- Transferencia de compuestos a planta.
- Memoria técnica.
- Elaboración de hojas de características.
- Elaboración de reportes técnicos.
- Elaboración de manuales de operación y mantenimiento.
- Plan de calidad.
- Revisión de contrato.
- Control de procesos.
- Acciones correctivas y preventivas.
- Control de diseño.
- Evaluación y liberación de materias primas, contratipos y sustituciones.
- Control y actualización de normas y especificaciones.

4.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías

Poseer una posición de vanguardia tecnológica ha llevado a la empresa a invertir desde fines de los 80's en actividades de I+D, la creación en 1986 de su centro de investigación y desarrollo en la ciudad de México, la construcción y operación desde 1990 de su nuevo centro de investigación y desarrollo en Querétaro, la protección de sus desarrollos tecnológicos desde 1989 (obtención de su primera patente), la compra de tecnologías y empresas para completar sus capacidades y mercados, y la inversión continua en la mejora de la productividad y calidad de sus procesos de producción.

Para su operación y contacto estrecho con sus clientes, en la ejecución de los proyectos de desarrollo tecnológico y prestación de servicios de asistencia técnica, el Centro Técnico está conectado en tiempo real a centros de diseño de sus clientes OEM y Tier 1 en México, Estados Unidos, Canadá, Japón, Alemania, India, China, Corea y Brasil. "Este centro apoya las operaciones de las empresas de autopartes del Grupo mediante el diseño mecánico (concurrente) de componentes, sistemas eléctricos y electrónicos, *software* para micro controladores y sistemas de logística, calidad y medio ambiente"¹⁰⁰.

De acuerdo a necesidades específicas que se tienen los proyectos que se ejecutan, la empresa se vincula con grupos de investigación y desarrollo de universidades y centros públicos de I+D en México. Así, desde 1987 Cidec Carso se ha vinculado con universidades y centros públicos de I+D, tales como: UNAM, IPN, ITESM, UAQ, Universidad La Salle, UVEM, Tecnológico de Celaya, CENAM, CIQA, CIDETEC, CIATEQ, CIMAT, CIO, LAPEM.

¹⁰⁰ Premio Nacional de Tecnología, 2002, p.28.

4.4.3 Innovaciones producidas

De acuerdo con los gerentes entrevistados, las principales innovaciones que la empresa ha producido en los últimos tres años se muestran en la Tabla 21, en la cual viene el nombre que le asigna la empresa a la innovación, el tipo de innovación (producto, proceso, organizacional o de mercadotecnia), la fecha de lanzamiento o realización, y los procesos o actividades más importantes de gestión de tecnología que se realizaron durante la ejecución del proyecto respectivo.

Destaca las innovación de producto *Hilo de guarda óptico (OPGW)*, en el cual se está trabajando ya en la segunda generación, que resulta de la revisión de la norma de CFE, y en la tercera generación, que integra fibras ópticas con alta capacidad de transmisión de información, y que se instala aprovechando las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión que en México tiene instaladas CFE¹⁰¹. Este producto ha generado ingresos para la empresa (1200 km de cable vendido), y le ha permitido posicionarse en México en esa línea de negocio. La patente en México para esta tecnología se obtuvo en el año 2006. El cable OPGW se fabrica en dos plantas: San Juan del Río (Condutel) y Vallejo (que tiene cableadoras de mayor tamaño, pues ahí fabrican el cable desnudo, el normal). Las actividades de gestión de tecnología que se realizaron durante el proyecto fueron: Desarrollo del producto; vigilancia tecnológica (*benchmarking*); diseño de equipo y proceso de fabricación; taller de creatividad y modelo de evaluación previa (MEP)¹⁰², integración del paquete tecnológico; transferencia de tecnología a planta; gestión del proyecto, del personal, y de los recursos financieros; gestión del conocimiento; gestión de la propiedad intelectual (obtención de patentes); innovación del proceso para su implantación en planta. Cabe señalar que no se adquirió tecnología.

Otras innovaciones de producto de la empresa

Además de las innovaciones reportadas en la Tabla 21, algunos ejemplos de otras innovaciones de producto de empresas del Grupo Condumex en los que ha participado el Cidec, en años recientes, son las que se muestran en la Tabla 22. Estas innovaciones han sido difundidas como *oportunidades de negocio* por las empresas del Grupo Condumex, en diferentes medios, incluyendo su página Web.

¹⁰¹ El OPGW como tal es un producto viejo en el mundo, pero para CFE es un producto nuevo totalmente.

¹⁰² Con el proceso MEP se “analizan mercados y clientes para maximizar oportunidades que de manera permanente nos permitan ser rentables minimizando riesgos por medio de la segmentación en sectores industriales y regiones. (Se) genera un listado de ideas para nuevos productos y mercados adicionales al portafolio de grupo y que contribuyan al crecimiento y rentabilidad, por medio del taller de creatividad y el modelo de evaluación previa (MEP). También contribuye a estudiar las formas de competencia para satisfacer las necesidades de los clientes por medio del valor percibido respecto a los competidores” (PNT, 2008b, p. 35).

Tabla 21. Principales innovaciones del Cidec Carso en los últimos tres años

Nombre de la innovación	Tipo de innovación	Fecha de lanzamiento o realización	Procesos o actividades importantes de gestión de tecnología realizadas
Hilo de guarda óptico (Optical Ground Wire - OPGW) ¹⁰³ .	Innovación de producto	2005-2006. Segunda generación en 2007. Tercera generación en desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del producto. - Vigilancia tecnológica: benchmarking; taller de creatividad y modelo de evaluación previa. - Transferencia de tecnología a planta. - Gestión del proyecto, del personal, y de los recursos financieros. - Gestión del conocimiento, - Gestión de la propiedad intelectual. - Innovación del proceso para su implantación en planta.
Proyecto CRC (Reducción de costos).	Innovación de proceso	2006 a la fecha.	<ul style="list-style-type: none"> - Benchmarking. - Estudios Competitivos de Mercados y Clientes. - Plan tecnológico. - Gestión de personal tecnológico. - Cartera de proyectos. - Gestión del conocimiento (Capacitación de personal, documentación). - Implantación de cambios en materiales, componentes eléctricos y mecánicos del producto (Arneses eléctricos).
Cable RF (Radio frecuencia) para sistemas celulares.	Innovación de proceso	2006-2007	<ul style="list-style-type: none"> - Innovación de proceso, - Gestión del conocimiento: capacitación, documentación. - Vinculación con CIDESI.
Definición de un nuevo modelo de organización multidisciplinario.	Innovación organizacional	2005	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de innovación organizacional. - Vigilancia tecnológica. - Integración de equipos de trabajo.
Creación del Laboratorio de Energías Alternas	Innovación organizacional	2007	Todas las actividades del modelo de gestión de tecnología de la empresa ¹⁰⁴ , incluyendo adquisición.
Talleres MEP (Modelo de Evaluación Previa).	Innovación de mercadotecnia	2003 (se hace uno al año); aunque en 2009 llevan dos.	Se utiliza en el desarrollo de nuevos productos y para la elaboración de estudios de competitividad.

Fuente: Entrevista del autor en Cidec, abril 2009.

¹⁰³ En 2006 la empresa vendió 1200 kilómetros de cable OPGW, instalándose en líneas de alta tensión de CFE (Mandujano *et al.*, 2008, p. 223).

¹⁰⁴ Como se comentó en la sección 4.2 de esta tesis, Cidec Carso ha homologado su modelo de gestión de tecnología con el modelo del PNT. Pero, a diferencia del PNT, el modelo de Cidec considera los *Servicios técnicos al cliente y comercialización* como una resultante del mismo.

Tabla 22. Otras innovaciones de producto de Cidec Carso

Innovación	Observaciones
Fibra óptica plástica (FOP)	La FOP se utiliza en las comunicaciones, para la transmisión de datos, audio y video, entre otras aplicaciones. El Grupo Condumex es el único fabricante de FOP en América Latina.
Identificador de llamadas	Se desarrolló para Telmex. Es un dispositivo que permite observar antes de contestar, con indicador luminoso y con despliegue de mensajes.
Cable para construcción Vinanel XXI RoHS ¹⁰⁵	Lanzado al mercado en septiembre de 2007 por Condumex Cables. Es un cable resistente a humedad, calor y bajas temperaturas, al aceite y a la abrasión.
Myrios Setus 60	Lanzado al mercado en julio de 2008 por la División Sistemas de Iluminación de Condumex. Luminaria para interiores, liviana, utiliza leds de alta potencia y polímeros de alta ingeniería, muy livianos, que no propagan flama ¹⁰⁶ .
Multiprotocol Converter (MPC).	Comercializado por Sitcom Electronics desde fines de 2008, permite conectar oficinas medianas y pequeñas a Internet.

Fuente: Elaborado con información publicada por la empresa.

Innovaciones de proceso

Las principales innovaciones de proceso que Cidec ha generado en años recientes son el *Proyecto CRC (reducción de costos)* y el *Cable de radio frecuencia para sistemas celulares*. En el primer caso, el proyecto CRC, se realizaron actividades de gestión de tecnología relacionadas con la vigilancia tecnológica, la planeación de tecnología, la gestión de recursos para la ejecución del proyecto, la capacitación de personal, la documentación de resultados, y la implantación de cambios en materiales, componentes eléctricos y mecánicos de arneses eléctricos. El proyecto *Cable de radio frecuencia para sistemas celulares* fue una mejora del proceso de fabricación de cables de RF, eliminando una operación que generaba desperdicios sustanciales de material. La innovación le ha significado ahorros importantes a la empresa que produce los cables RF. En este proyecto el Cidec se vinculó con el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), ubicado en Querétaro, a quien le compró algunos servicios.

Ejemplo de otra innovación reciente de producto y proceso del Centro Técnico Querétaro es un nuevo algoritmo de *software* que permite procesar la misma cantidad de información en un microcontrolador (chip) más pequeño y más barato, que generó ahorros de USD \$1.5 dólares por vehículo producido, pero se fabrican más de un millón de piezas y tiene una vida estimada de cuatro años. Además, le produjo al cliente un ahorro de entre USD \$5 a 6 millones de dólares. Este

¹⁰⁵ RoHS significa Restricción de Sustancias Peligrosas (*Restriction of Hazardous Substances*). Directriz vigente en la Unión Europea desde el 1º de julio de 2006.

¹⁰⁶ "Myrios Setus 60, tecnología mexicana", *Iluminet*, 12 de diciembre de 2008. En <http://www.iluminet.com.mx/tecnologia/>

desarrollo fue patentado en Estados Unidos. Permite ahorrar costos de diseño, y apoya al área de compras en la reducción de costos con los proveedores¹⁰⁷.

Innovaciones organizacionales

Las innovaciones organizacionales que la empresa ha realizado han tenido como objetivo la generación y mejora de modelos de organización con el propósito de aumentar la competitividad de los negocios del Grupo Carso. Esto lo ha hecho involucrando a todas las áreas de la empresa, y desarrollando grupos especializados de ingeniería, comités de operación y equipos multidisciplinarios de trabajo. Por ejemplo, en la definición y puesta en marcha de un nuevo modelo de organización multidisciplinario se involucró en el equipo a personal de: Operaciones de planta, área de ventas, la Dirección del Sector Autopartes, las gerencias y departamentos del Cidec y del Centro Técnico, y especialistas de ingeniería de costos.

4.5 Condiciones y contexto para la innovación en Cidec Carso

En opinión de los gerentes entrevistados contar con una estrategia tecnológica claramente definida, tener capacidad de respuesta a las demandas del mercado y clientes, ejecutar una cartera de proyectos tecnológicos aprobada de acuerdo a la relación Beneficio/Costo fijado por la empresa, y estar soportados por una cultura organizacional favorable a la innovación, son las condiciones más importantes para la innovación en la empresa¹⁰⁸.

De acuerdo a su información, en la generación de condiciones necesarias para la innovación en la empresa han participado todos los involucrados:

Desde el Director General, los directores de sector, los Comité de Operaciones de las plantas, los Comités de Desarrollo de Nuevos Productos¹⁰⁹, la Dirección de Recursos Humanos, la Dirección de Finanzas, el personal del Cidec, hasta las organizaciones externas con las que más nos hemos vinculado: el CIQA, la ESQUIE del IPN, el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, el Instituto de Investigaciones Eléctricas, el ITESM campus Querétaro y Monterrey, el CIDESI, el CENAM, el CIDETEC, la Universidad Autónoma de Querétaro, el Tecnológico de Celaya y LAPEM de la Comisión Federal de Electricidad.

¹⁰⁷ Entrevista con el Gerente General del Centro Técnico.

¹⁰⁸ “Fomentar un ambiente propicio para la innovación” es uno de los componentes del proceso de alineación de la gestión de tecnología en Cidec Carso. Esto implica la realización de Reportes de Evaluación Previa, tesis, proyectos, nuevos negocios, el Foro Cidec, conferencias y vinculación con universidades e institutos de investigación (Premio Nacional de Tecnología, 2008b, p. 38).

¹⁰⁹ “Comités multidisciplinarios formados por gente de planta y de Cidec”.

Los gerentes entrevistados reconocen también, que el Director del Cidec ha influido de forma significativa en la generación de dichas condiciones necesarias para la innovación:

Él ha llevado la batuta, motivó la actualización del modelo de gestión de tecnología, ha participado en comités de normas, y muy activamente lo ha hecho también en el Comité de Gestión de Tecnología que tenemos en el Cidec.

Infraestructura

Una condición importante para la innovación es que la empresa cuente con infraestructura adecuada para la realización de proyectos de I+D+i.

En términos de infraestructura física, el Cidec cuenta con 16,548 metros cuadrados de construcción, con 9 laboratorios y cuatro plantas piloto. El Centro Técnico cuenta con 4,120 metros cuadrados de construcción y con tres laboratorios.

Para cumplir con los requerimientos de calidad exigidos por sus clientes, las instalaciones del Cidec están certificadas bajo las normas ISO 9001, ISO/TS 16949, ISO 14001, UL-CTDP, ISO/IEC 15504, CMM, SPICE y los laboratorios están acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA) según la norma ISO/IEC 17025 (Sierra, 2008).

Cuenta la empresa con laboratorios de Cables, Fibra óptica, Sistemas eléctricos/electrónicos, Electrónica, Metalurgia, *Software*, Nuevos Negocios, Modernización, Pruebas independientes, Energías Alternas, Diseño de Componentes, y Sistemas de Gestión¹¹⁰. Cuenta además con un Centro de información tecnológica encargado de la obtención de las patentes de la empresa.

Otras condiciones

Además, se identificaron por parte del personal gerencial entrevistado cuáles son en su opinión las condiciones internas que han permitido que las innovaciones se hayan llevado a cabo, así como aquellos factores del entorno que influyen en la disposición y capacidad de la empresa para innovar. En el Anexo XI de esta tesis se muestran las opiniones de los entrevistados.

¹¹⁰ Premio Nacional de tecnología, 2008b, p. 31.

4.6 Resultados de la gestión de tecnología en Cidec

Los principales resultados que han obtenido de la gestión de tecnología en Cidec Carso en los pasados 3 años fueron identificados por los entrevistados, y son los siguientes, en orden de importancia:

- Ventas por nuevos productos en el mercado.
- Nuevos negocios desarrollados (con la misma importancia que el anterior).
- Reducción de costos de producción.
- Mejora en procesos de producción (mejora de la productividad).

Ahora bien, en términos de *Indicadores de desempeño*, los tres principales indicadores de gestión de tecnología que utiliza la empresa, y sus valores en los últimos tres años, son los que se muestran en la Tabla 23. Estos indicadores son aceptados y compartidos por el resto de la organización. Es información disponible para todas las áreas.

Tabla 23. Principales indicadores de gestión tecnológica de Cidec (2006-2009)

No.	Indicador de gestión de tecnología	2006	2007	2008	2009 (metas)
1	Beneficio/Costo del Cidec	4.6	4.1	3.7	2.5
2	Nivel de efectividad de los proyectos (Avance real/ Avance programado). Datos promedio del Cidec.	95.4%	96.4%	97.5%	94%
3	Nivel de servicio a clientes (Servicios terminados/Servicios programados)	97.6%	96.5%	97.7%	98%

Fuente: Elaborada con datos obtenidos en entrevistas en la empresa.

Además, ellos hacen seguimiento sobre las ventas de nuevos productos, y utilizan el siguiente indicador, al decir de su Director:

Buscamos que el 1.5% de las ventas del Grupo Carso sea equivalente, por lo menos, a ventas por nuevos productos. Todo lo que se obtiene por reducción de ventas, productividad, mejora de procesos, etc., es un *plus*.

Al preguntarle cómo se cuantifican los beneficios de las innovaciones en la empresa, el Director de Cidec señala:

En pesos y centavos. Si es un nuevo producto, se cuantifica por la contribución marginal resultante (lo que ganaste, realmente) de las ventas del nuevo producto (1.5, por lo menos). Si es por reducción de costos, ves el volumen anualizado. Todos los indicadores son anuales.

Si es por productividad (incremento en productividad): Mido cuánto más me está dando de producto, cuánto más estoy sacando por aumentar velocidades o por disminuir desperdicios, por racionalizar inventarios en proceso, etc. (...)

La innovación de producto es muy importante para el mercado, pero hacia dentro las innovaciones más importantes son las de proceso. Las innovaciones de proceso se cuantifican basadas en lo que ahorraste o en lo que produjiste de más.

Para la unidad de negocios Centro Técnico, el indicador Beneficio/Costo tiene una doble interpretación. Si es un servicio al Grupo Condumex, se mide el aumento de utilidades producido gracias a la participación del Centro Técnico en relación al costo de desarrollo del proyecto. Y si es un proyecto o servicio para Delphi (socio y cliente a la vez), se mide la utilidad de operación sobre ventas, esto es: por cada dólar vendido cuánto le queda a Delphi de utilidad de operación.

Propiedad industrial

Los resultados referentes al fortalecimiento del patrimonio tecnológico que Cidec Carso ha tenido se refleja en su propiedad industrial, de manera específica en su capacidad de obtención de patentes en México y el extranjero. En la Tabla 24 se muestra el número de patentes obtenidas y en trámite por la empresa hasta febrero de 2009.

Tabla 24. Patentes de Cidec Carso de 1989 a 2009

Patentes concedidas a la empresa	No.	Observaciones
En México	61	
En el extranjero	84	Estas patentes han sido obtenidas en los siguientes países: USA (24), Argentina (12), Brasil (11), Canadá (10), Europa (9), Chile (6), Venezuela (4), Japón (2), Perú (2), Panamá (2), España (1), Guatemala (1).
Patentes en trámite de obtención	No.	Observaciones
En México	30	
En el extranjero	114	

Fuente: Elaborada con información de la empresa, abril de 2009.

La gran mayoría de las patentes han surgido de proyectos ejecutados en la unidad de I+D del Cidec. Además, de proyectos ejecutados en el Centro Técnico han resultado cuatro patentes para Condumex y dos para Delphi, según quien haya encargado el proyecto. Al respecto, precisa el Gerente General del Centro Técnico: "Dado que nuestra función es más de ingeniería que de I+D, es raro que surja alguna patente. Y, sin embargo, tenemos seis".

4.7 Conclusiones

En esta sección de la tesis se presentó el reporte del caso individual Cidec Carso, construido con base en la información empírica obtenida en entrevistas a profundidad con el Director y gerentes de la empresa, utilizando para ello los cuestionarios que se muestran en los Anexos I y VI de esta tesis, en documentos proporcionados por dichos gerentes para su consulta, e información publicada por personal de la empresa, y por la empresa misma en diversos medios.

Visión y decisiones estratégicas

Este caso demuestra que la construcción de capacidad de innovación debe ir precedida de una clara visión directiva sobre el rol que juega la tecnología en los negocios de la empresa, la busca de independencia tecnológica de terceros, y la búsqueda de competitividad en el largo plazo; y que esta visión debe ir acompañada de la toma de un conjunto de *decisiones estratégicas* como fueron, en este caso:

- a) El impulso a la innovación tecnológica en las plantas del Grupo Conдумex como factor fundamental para mantener y mejorar su productividad, en una primera instancia, y más adelante para lograr un mejor posicionamiento competitivo gracias al desarrollo de nuevos productos y mercados.
- b) La creación propia de capacidad de investigación y desarrollo tecnológico con una perspectiva de innovación de proceso y producto al servicio de los clientes.
- c) La vinculación con universidades y centros públicos de I+D para completar las propias capacidades, sobre todo en investigación básica, y formar así investigadores y tecnólogos, resolver problemas técnicos y de producción, y desarrollar capacidades de gestión de tecnología, tal como la gestión de la propiedad industrial.
- d) El sostenimiento de una inversión constante en el tiempo (más de 25 años) de entre 1.0 y 1.5% de las ventas del grupo industrial dedicado a proyectos de I+D.
- e) Establecimiento de una política de I+D, y como parte de ella la definición de que los proyectos que se ejecutan deben orientarse a: i) Incremento de la productividad, ii) Desarrollo de nuevos productos, y iii) Reducción de impactos ecológicos.
- f) El involucramiento de los directivos en la creación del centro de I+D y el Centro Técnico Querétaro, así como en la definición de políticas y estrategias de I+D para la organización, incluyendo en qué proyectos invertir y a qué ritmo.
- g) La definición de que la cartera de proyectos que se ejecuta debe ser siempre rentable, con una relación beneficio/costo positiva, casi siempre superior a 2.0, además de cumplir con criterios tales como: enfoque innovador -que conduzca a la

reducción de costos o la diferenciación-, mantenimiento de la tecnología de la empresa, y desarrollo de nuevos productos.

- h) El reconocimiento de que la protección industrial es un elemento favorable a la competitividad, en la medida que las patentes protegen e incrementan el patrimonio tecnológico, inhiben prácticas desleales de producción y comercio, y generan barreras de entrada a los competidores, y que además toda patente que se obtenga debe utilizarse realmente para proteger sus nuevos productos.
- i) La comprensión de que se debe atender lo inmediato –las necesidades productivas, la optimización de los procesos, la mejora de los productos existentes- para obtener los beneficios requeridos para subsistir en el mediano y largo plazo.
- j) Favorecer la continuidad de las personas que dirigen los procesos y proyectos de gestión de tecnología e innovación; profesionales que han hecho grandes esfuerzos, durante años, en capacitarse, desarrollarse y especializarse en esta nueva disciplina, sin descuidar la operación y obtención de resultados en la empresa.
- k) El aprovechamiento de la experiencia ganada en manufactura y comercialización, incorporando supervisores, gerentes, ingenieros y técnicos con mucha experiencia en las plantas del Grupo Condumex, en las actividades y proyectos de Cidec; y emulando la creación y funcionamiento de los comités de operación en las plantas a las actividades de desarrollo tecnológico e innovación.

Gestión de tecnología en Cidec Carso

El estudio de caso Cidec Carso nos enseña que las empresas grandes, en el contexto mexicano, que se distinguen por su capacidad de innovación, priorizan la eficiencia y la eficacia de sus resultados. Como señala el Director de Cidec, se gestiona tecnología porque se busca: “Hacer las cosas bien. Igual que el sistema de calidad, (la gestión de tecnología) es una herramienta para ayudarte a hacer más fácil, más rápido, con mayor control las cosas”.

Estrategia tecnológica de Cidec Carso

La estrategia tecnológica responde a las tendencias y oportunidades identificadas por las áreas comerciales, operativas y el Cidec; esto es, está alineada con la estrategia de negocios de la empresa. La estrategia tecnológica se concreta en la cartera de proyectos tecnológicos que se realizan, apunta a la mejora de los resultados de operación de las empresas del grupo, y cuenta con recursos para la ejecución de los proyectos de I+D+i.

Organización de la gestión de tecnología

Si bien, la empresa no cuenta formalmente con gestores de tecnología, hay alrededor de 12 profesionales que realizan actividades de gestión de tecnología, empezando por el Director del Cidec Carso que acepta que su función principal es la administración de tecnología y todo lo que tiene que ver con ella. El Director coordina el *Comité de I+D+i* integrado en 2006, al que algunos de sus miembros llaman también *Comité de gestión tecnológica*, que trabaja para que los procesos de la gestión de tecnología se actualicen y formalicen de manera sistemática.

Capacidad de innovación.

Cidec Carso es una empresa innovadora como lo muestran los nuevos productos y las innovaciones de proceso que produce cada año, para las plantas del grupo empresarial al que pertenece.

La empresa ha podido producir una buena cantidad innovaciones gracias a que cuenta con equipos adecuados para atender los requerimientos de los diversos negocios de las divisiones del grupo Carso y, sobre todo, porque cuenta con el capital humano capacitado para llevar a cabo dichos proyectos, así como para administrarlos hasta la implantación productiva de sus resultados, así como con la capacidad de vincularse con terceros para hacerse de conocimientos y tecnologías complementarias.

Ambiente organizacional

La cultura organizacional de la empresa está orientada a la obtención de resultados para resolver los problemas planteados por las plantas (clientes), la optimización de los procesos de producción y el desarrollo de nuevos productos, haciendo las cosas con sistema, día con día, trabajando en equipo y buscando que los beneficios económicos que se obtienen de la ejecución de los proyectos sean siempre mayores que los costos.

Resultados de la gestión de tecnología

El caso muestra que la gestión de tecnología debe estar orientada a la obtención de beneficios por las ventas de nuevos productos en el mercado, el desarrollo de nuevos negocios (con la misma importancia que el anterior), reducción de costos de producción y mejora de los procesos de producción (optimización de la productividad).

Por último, Cidec Carso apuesta a seguir siendo una empresa innovadora. En palabras de su Director:

En el contexto actual la innovación tecnológica debe actuar más rápido, pues la clave del éxito va a ser la velocidad de respuesta a los clientes y el mercado. Y esto se logra priorizando lo que se hace, en conjunto con los clientes.

Se trata, entonces, de:

Asegurar que sea más rápido, y más fácil, el desarrollo y la transferencia de tecnología a las plantas del grupo.

Quizá ésta sea una de las enseñanzas más importantes del caso: se gestiona tecnología para innovar, haciendo las cosas bien, más rápido y de forma controlada; se innova para llegar al mercado en mejores condiciones que los competidores; y se busca competir mejor haciendo que la forma de producir algo sea más fácil, y logrando que lo que se produce tenga atributos de desempeño mejor valorados por los clientes y consumidores.

5. Cebadas y Maltas: innovación de proceso y gestión tecnológica incipiente

En este capítulo se describe cómo y por qué se gestiona tecnología en Cebadas y Maltas con información obtenida del personal gerencial, documentos de la empresa e información publicada en diversos medios.

En la sección 5.1 se describen las características generales de la empresa y del grupo industrial al que pertenece (más información se incluye en el Anexo VII de esta tesis), sus productos y proceso de producción de malta.

En la sección 5.2 se describe cuál es el propósito y cuál el modelo que la empresa utiliza para enmarcar sus actividades de gestión de tecnología.

En la sección 5.3 se describen las principales características organizacionales que explican cómo y por qué gestiona tecnología la empresa Cebadas y Maltas: estrategia tecnológica, y derivado de ello los recursos que invierten en I+D+i, estructura organizacional, formas de trabajo, procesos de gestión de tecnología, y personal dedicado a la gestión de tecnología (gestores, líderes de proyectos). Estas características se corresponden con la categoría 1 de análisis que se propone en el marco analítico de la gestión e tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis.

En la sección 5.4 se describe la capacidad de innovación de la empresa, en términos de la capacidad mostrada para realizar proyectos de I+D+i y de la capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías de fuentes externas, por parte de su personal. Estos elementos corresponden a la categoría 2 de análisis que se propone en el marco analítico de la gestión de tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis. Se informa además sobre las innovaciones producidas, como una evidencia de dicha capacidad.

En la sección 5.5 se comentan de forma breve las principales condiciones, como es el caso de la infraestructura adecuada, y elementos de contexto que determinan la innovación en la empresa, información que se complementa en el Anexo XI de la tesis.

En la sección 5.6 se describen los principales resultados que ha obtenido la empresa de su gestión de tecnología; y, por último, en la sección 5.7 se reportan las conclusiones del caso.

5.1 Antecedentes

Cebadas y Maltas, S.A. de C.V. es una empresa mexicana, ubicada en la ciudad de Calpulalpan, Tlaxcala, que transforma mediante un proceso bioquímico la cebada a malta, que es la materia prima más importante para la fabricación de la

cerveza. Forma parte de *Grupo Modelo, S.A.B. de C.V.* desde 1979. Cebadas y Maltas produce y suministra a este grupo cervecero alrededor del 30% de sus requerimientos de malta. En la actualidad es la fábrica de malta de mayor capacidad de producción en México (150,000 toneladas /año), la segunda en Iberoamérica y la doceava a nivel mundial.

Además de Cebadas y Maltas, Grupo Modelo cuenta con tres plantas transformadoras de malta en operación localizadas en la Ciudad de México y en Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, siendo éstas las proveedoras de malta a nivel nacional. Además, para asegurar el suministro de malta requerida para la elaboración de sus productos, en el año 2005 Grupo Modelo terminó la construcción de una maltería en Idaho Falls, Idaho, E.U.A., con lo cual incrementó la capacidad de fabricación de malta del grupo a un total de 395,000 toneladas¹¹¹.

Productos, servicios y clientes de Cebadas y Maltas

Cebadas y Maltas cuenta con siete clientes dentro de su mercado maltero, que son las siete cerveceras de Grupo Modelo. Señalan los directivos de la Planta en su respuesta, que: “Los clientes consideran importantes la calidad del producto y del servicio, para los cuales fijan estándares de cumplimiento que se monitorean cada mes y se les da seguimiento a través de convenios cliente-proveedor”.

Proceso de producción de malta en Cebadas y Maltas

La malta es la materia prima básica en la elaboración de la cerveza, y se obtiene de la cebada maltera. “En la industria se emplean dos tipos de cebada maltera para la fabricación de cerveza: la cebada maltera de seis hileras de granos por espiga y la cebada maltera de dos hileras de granos por espiga. Modelo se distingue por emplear cantidades importantes de cebada maltera de dos hileras de granos por espiga”¹¹². En relación a la cebada, “Grupo Modelo cuenta con proveedores nacionales e internacionales para abastecerse. En el mercado nacional se adquiere la cebada de seis hileras y en ocasiones se importa para

¹¹¹ Recientemente, Grupo Modelo informó que acordó una alianza estratégica con el grupo agroindustrial y comercial Cargill para el abastecimiento de cebada de alta calidad. Como parte de la alianza Cargill adquirió el 49% de Integrow Malt LLC, mientras que el grupo mexicano tendrá el 51% restante a través de su subsidiaria GModelo Corporation. El objetivo de esta alianza es proveer la totalidad del abasto de cebada de alta calidad que requerirá Integrow Malt LLC, estableciendo una relación de largo plazo con este proveedor estratégico de cebada y malta, según la empresa mexicana. Integrow Malt LLC ocupará las instalaciones de la planta de Modelo en Idaho Falls, Estados Unidos (Fuente: CNN Expansión.com, 14 de abril de 2010).

¹¹² Reporte Anual 2006 a la BMV, pp. 21. Nota: La cebada de mejor calidad para el malteado es la de dos hileras o carreras, que es de mayor tamaño y uniformidad, y contiene más almidón que las variedades de 6 hileras. El almidón es la fuente de azúcares del mosto. En el malteado, y en la cocción dentro del proceso de producción de cerveza, se transforma el almidón a azúcares sencillos (glucosa, maltosa y maltotriosa) para que pueda ser metabolizadas por la levadura.

completar necesidades de producción. La cebada de dos hileras se importa, ya que no se produce, o se produce muy poco, en México¹¹³.

Para la producción de cerveza se utilizan otras materias primas, además de la malta. En su Reporte Anual 2006 a la BMV, informa la empresa lo siguiente¹¹⁴:

Además de la malta, existen otras materias primas importantes utilizadas en la fabricación de la cerveza, como el Lúpulo¹¹⁵, la levadura, el agua y los adjuntos. Los adjuntos son elementos completamente naturales formados por carbohidratos y que están constituidos principalmente por la fécula de maíz refinada o *grits*¹¹⁶ – que compra principalmente en el mercado nacional-, así como por el arroz. La función tanto del *grits* o fécula de maíz refinada, como la del arroz, es la de proveer almidón que posteriormente se convierte en dextrina y azúcares necesarios para la fermentación, a través de las enzimas de la malta¹¹⁷. Los adjuntos ayudan a producir una cerveza de color más claro, con mayor brillantez y estabilidad.

El lúpulo es una planta de color verde o amarillo verdoso, de raíces profundas, que se cultiva en zonas de clima templado y de mucha humedad, siendo los E.U.A. y algunos países europeos los principales productores de esta materia prima. Además de impartir a la cerveza su delicado aroma y su sabor ligeramente amargo, el lúpulo contribuye igualmente a la estabilidad del sabor y a la retención de la espuma¹¹⁸.

La levadura es utilizada en la transformación de los azúcares fermentables en alcohol y gas carbónico, necesarios para completar el proceso natural de producción de la cerveza.

Por último, el agua es un elemento esencial en la fabricación de la cerveza y su influencia en la calidad es determinante. En tal virtud, el agua que se utiliza en las cervecerías debe ser, además de potable y biológicamente pura, transparente, incolora, inodora y libre de cualquier sabor.

¹¹³ *Op. cit.*, p. 22.

¹¹⁴ *Op. cit.*, pp. 21-22.

¹¹⁵ El lúpulo es una planta trepadora tipo enredadera que se cosecha en zonas frías. De ésta planta se utiliza únicamente la flor femenina, que contiene las sustancias que le imparten el amargor característico a la cerveza.

¹¹⁶ *Grits* son los granos molidos, o a la combinación de granos molidos, que emplean en un determinado cocimiento.

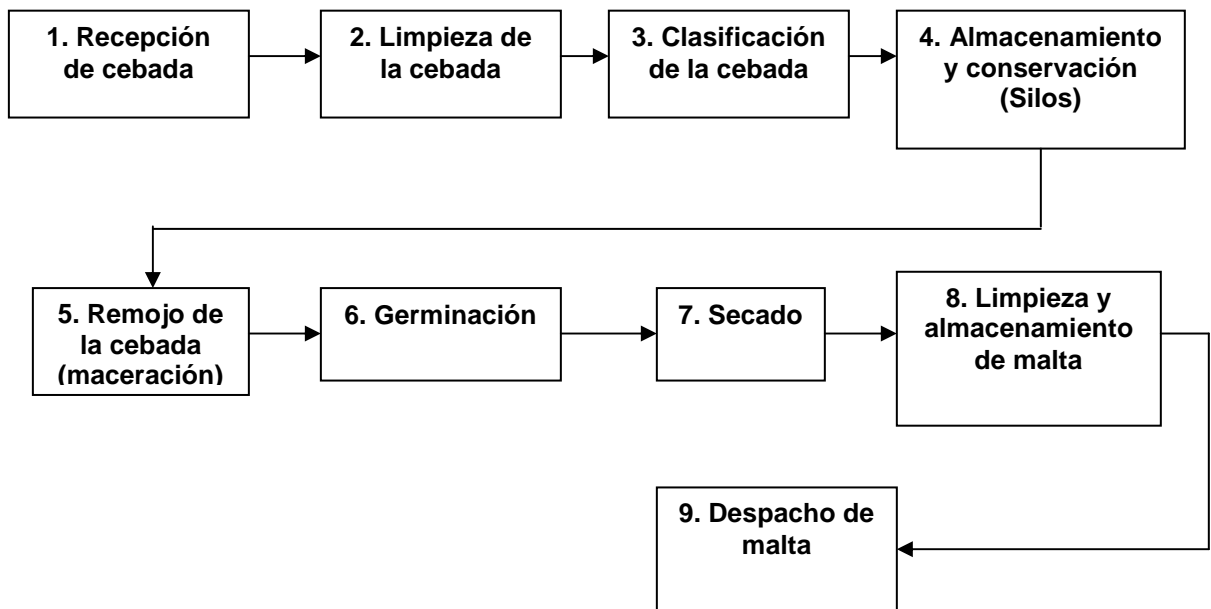
¹¹⁷ "Las enzimas son catalizadores muy potentes y eficaces. Sustancias orgánicas de base proteínica que provocan cambios en las sustancias donde actúan. No modifican el sentido de los equilibrios químicos, sino que aceleran su reacción" (definición tomada del *glosario* que la empresa tiene en su página Web).

¹¹⁸ Grupo Modelo lo importa en su totalidad. Dada su importancia, la empresa concretó una alianza estratégica, en noviembre de 2002, con la empresa International CO2 Extraction LLC, situada en Yakima, Washington, Estados Unidos, dedicada a la extracción de lúpulo, para "asegurar el abastecimiento suficiente, oportuno y de calidad de este importante insumo" informa la empresa.

Otros insumos de las cervezas, que al igual que las anteriores materias primas son abastecidos de forma centralizada por el corporativo son: botella, cartón, plastitapa, bote y equipo de transporte, así como todo tipo de maquinaria para las distintas fábricas de cerveza.

Las etapas del proceso de producción de la malta se muestran en la Figura 9, y se describen a continuación:

Figura 9. Proceso de producción de malta



Fuente: Elaborado con datos de García y Tavera (2007).

Descripción de las etapas del proceso:

1. Se recibe la cebada de camiones y tráileres en los patios de la empresa.
2. Dado que los granos de cebada acarrean una serie de impurezas (polvo, trozos de grano, piedras, etc.), se criban usando tamices y separadores de diversos tipos.
3. Se clasifica la cebada de acuerdo a su tamaño, de modo que los montones de cebada tengan granos de iguales dimensiones. Esto asegura una germinación uniforme.
4. Se almacena y conservan los montones de cebada de iguales dimensiones en grandes silos de almacenamiento.

5. La cebada se remoja, o macera, de 6 a 8 horas para elevar su contenido de humedad hasta el 35% en promedio, para que inicie su actividad enzimática y para preparar la germinación de los granos de cebada.
6. Una vez que el grano está blando, y su piel se suelta de forma fácil al exprimir el grano, se traslada a unas áreas especiales, llamadas cajas de germinación, con capacidad de 330 toneladas. Ahí se inicia la transformación del grano de forma controlada, por medio de adición de agua, ácido giberélico como catalizador enzimático, y aire con temperatura controlada. Esta etapa del proceso tiene una duración de 80 a 90 horas, y la humedad en la cebada germinada se incrementa de 35 a 45% en promedio.
7. Durante la germinación se obtiene lo que se llama la *malta verde* que pasa a una etapa de secado o tostado –con lo cual se detiene la germinación y la actividad de las enzimas-, secándose la cebada lentamente con aire caliente, o una temperatura de hasta 120°C (con lo cual se produce una cerveza oscura), o bien rápidamente con lo cual se produce una cerveza clara¹¹⁹. El secado dura de 30 a 36 horas, después del cual la malta debe tener una humedad final menor al 5% en promedio.
8. Ya tostada la malta se limpia de polvo de raíz, que puede alterar la eficiencia cervecera, y se almacena en condiciones controladas libres de humedad.
9. Después del almacenaje, la malta está lista para ser despachada a las cervecerías en tráileres o tolvas de ferrocarril acondicionadas *ad hoc*.

En Cebadas y Maltas todo el proceso de producción de malta está documentado y certificado bajo la norma ISO 9001:2000.

Por su parte, el proceso de producción de la cerveza consiste en la realización de cocimientos, fermentación primaria, fermentación secundaria y/o reposo, filtrado, envasado y pasteurización. Dado que la empresa Cebadas y Maltas solo produce la malta, en este trabajo no se profundiza en el proceso de producción de cerveza.

5.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología de Cebadas y Maltas

Para los directivos entrevistados de Cebadas y Maltas, el propósito de la gestión de tecnología que se realiza es el siguiente:

¹¹⁹ “Cuando se eleva la temperatura, durante el secado de la malta, se acelera la destrucción de las enzimas y se desarrolla el color y sabor de la malta” (Gerente de planta, junio 2009). Dependiendo de la malta deseada se procesa a temperaturas que van de 120°C hasta 250°C.

La gestión de tecnología da congruencia organizacional y sistematicidad a los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de tecnologías distintivas, y de innovación tecnológica, que se realizan para crear, transformar y entregar valor a todos los clientes y consumidores.

El proceso formal de gestión tecnológica en la empresa dio inicio en 1998 cuando participaron por primera vez en el Premio Nacional de Tecnología (PNT), donde se encontraron los mejores criterios para implantar un modelo de gestión tecnológica¹²⁰. Señalan:

Aunque la gestión tecnológica se llevaba de manera incipiente y no sistemática desde el arranque de operaciones, la Gerencia General instruyó al responsable de los sistemas de información para que iniciara el diseño y posterior implantación de la gestión tecnológica en la Planta.

Cebadas y Maltas no cuenta propiamente con un modelo de gestión de tecnología, pero toma como modelo de referencia el modelo que propone el Premio Nacional de Tecnología.

Cuentan, eso sí, con lo que denominan *Modelo de Dirección Competitiva y Clase Mundial*:

... que establece y determina el rumbo de la organización, los procesos, sistemas y prácticas que nos garanticen la generación de valor 'Modelo' para los cuatro grupos de interés: clientes, accionistas, personal y sociedad, con niveles de competitividad mundial. El liderazgo del comité directivo de competitividad de la organización es el disparador de todo el proceso de innovación y mejora continua, iniciando con esquemas de planeación integral, fundamentados en el ciclo Deming (Entrevista a gerentes de Cebadas y Maltas, junio 2009)¹²¹.

La base del modelo está constituida por el patrimonio intelectual y tecnológico de la empresa, y el techo del modelo lo constituyen los elementos estratégicos (misión, visión, objetivo empresarial), valores de la empresa, código de ética y conducta, y responsabilidad social. El modelo incorpora la administración del conocimiento que proporciona insumos (información) a las actividades de planeación; y una serie de procesos de apoyo al sistema de administración de la demanda y la producción, que es la base de su cadena de valor, a saber: el desarrollo integral del personal (entrenado y motivado); el sistema de integral de calidad, ambiental y seguridad; el sistema 5S+1; el trabajo en equipo; y el sistema

¹²⁰ La obtención del Premio Nacional de Tecnología sigue siendo una meta a alcanzar por parte de Cebadas y Maltas, donde ha sido finalista durante cinco años consecutivos.

¹²¹ El Comité Directivo de Competitividad fue fundado en 1987 y está integrado por los jefes de las áreas técnica, operativa, de calidad, seguridad, sistema 5S+1, sistema de innovación y mejora Modelo, capacitación y administrativa, y es coordinado por el gerente de planta. Se fundó con el objeto de aplicar la mejora continua en la gestión administrativa y tecnológica de todas las áreas de la empresa.

de gestión tecnológica (en construcción), que tiene como referencia el modelo del PNT.

5.3 Gestión de tecnología en Cebadas y Maltas

De acuerdo con el marco analítico propuesto en esta tesis, para el análisis de la gestión de tecnología se consideraron cuatro subcategorías de análisis: estrategia tecnológica (alineada con la estrategia de negocios); estructura organizacional (organigrama, equipos y comisiones de trabajo, organización de la I+D+i); operación (proceso de producción de la empresa, y tareas, procesos y proyectos de I+D+i), y gente preparada para gestionar tecnología y liderar proyectos tecnológicos. Se describen a continuación.

5.3.1 Estrategia tecnológica de Cebadas y Maltas

Para enfrentar la competencia a nivel nacional e internacional la empresa considera que “la investigación y desarrollo, juegan un papel preponderante generándose nuevas presentaciones buscando satisfacer las cambiantes necesidades del mercado y sus consumidores”¹²², si bien está enfocada al desarrollo de nuevos productos y presentaciones. Por ejemplo, el 27 de mayo de 2005 lanzaron al mercado un nuevo producto: cerveza *Tropical*; y, según informan, 2006 fue “un año récord en el lanzamiento de nuevas presentaciones y empaques”. Ese año 2006 lanzaron al mercado mexicano la cerveza Modelo Light en botella azul, y las cervezas Corona, Montejo, León y Estrella en bote; y en Estados Unidos lanzaron la presentación en bote de 24 onzas de Modelo Especial. En 2008 lanzaron en el sureste de México la nueva presentación de Corona Light *tall can*, y Modelo Especial de 710 ml, una presentación de mayor volumen; y en todo el país, lanzaron nuevos empaques como Corona Media y Modelo Especial *loose pack* de 12 botellas.

Otras actividades que realizan de investigación y desarrollo son las de “optimización y desarrollo de pruebas de nuevos materiales y equipos en la planta piloto de 10 hectolitros de capacidad, 100% automatizada, que se instaló en la cervecería del Distrito Federal en 2007”¹²³. Esta planta piloto está destinada a la investigación y desarrollo de productos, materias primas y nuevos procesos.

Además de estas actividades de I+D, la empresa busca hacer más eficientes sus operaciones para garantizar el abasto de sus insumos, usar de forma más efectiva

¹²² Grupo Modelo, *Informe Anual 2006*, p. 19.

¹²³ Grupo Modelo, *Reporte a la BMV 2007*, p. 8 e *Informe Anual 2008*, p. 22.

sus activos y negociar mejores condiciones comerciales. Con ese fin, la empresa ha puesto en marcha varios programas¹²⁴:

i) *Programa de abastecimiento estratégico*, para generar ahorros en negociaciones comerciales y en el uso de mejores prácticas, asegurar abasto de insumos, con menores tiempos de entrega y optimización de inventarios, entre otras cuestiones gracias al uso de herramientas tecnológicas de planeación avanzada de la cadena de suministro

ii) *Programa de desarrollo de proveedores*, para desarrollar proveedores de clase mundial (socios en el largo plazo) y mejorar de la eficiencia de los procesos de abasto.

iii) *Programa frente estratégico de producción*, para reducir el consumo de ciertos insumos (agua, energéticos, incremento de uso de biogás y subproductos), y optimizar el uso de activos en las cerveceras: mejoras en líneas de envasado para la reducción de mermas, modificaciones en las líneas de envasado para la producción de nuevas presentaciones, que redundaron en mayor flexibilidad y eficiencia operativa.

iv) *Programa entrega directa optimizada*, que ha incrementado el uso de su flota más de 10%, debido a una mejor sincronización del transporte con la producción y la demanda.

v) *Programa modelo de atención comercial*, que permitió redefinir la forma de atención a los clientes nacionales, tomando como punto de partida la segmentación de los mismos según sus necesidades, características y expectativas de servicio.

Alineación con la estrategia de negocios de Grupo Modelo

Uno de los lineamientos de la estrategia general de negocios del Grupo Modelo es la integración vertical y el aseguramiento de la calidad de procesos. Acorde con ello, el Grupo Modelo:

Está integrado verticalmente, en negocios estratégicos, ya que cuenta con una gran cantidad de los insumos necesarios para la elaboración de cerveza, que son producidos por empresas subsidiarias y/o asociadas, entre las que destacan las empresas malteras, las fabricantes de plastitapa, fleteras, envase de vidrio, cartón, bote y fabricantes de maquinaria. Lo anterior permite a Modelo tener un buen control, tanto del abastecimiento, fabricación de maquinaria y calidad de materiales, como del proceso productivo y entrega del producto terminado (Grupo Modelo, *Informe Anual 2006*, p. 6).

¹²⁴ *Op. cit.*, pp. 21-24.

Parte importante de dicha estrategia ha sido enfocarse a la segmentación de marcas, y dar a cada una de ellas un plan y estrategia particular de posicionamiento.

Dos de los puntos clave de su estrategia global tienen que ver con una estrategia de innovación incremental: la mejora continua y la optimización de costos. Y, por otro lado, el conocimiento a fondo de los consumidores, sus características y necesidades le ha permitido segmentarlos y “ha fomentado la innovación y el desarrollo de nuevos productos y presentaciones adecuados para cada segmento”¹²⁵. Como ejemplos de mejora continua durante el 2007 reportan las mejoras que se llevaron a cabo en las líneas de envasado, disminuyendo las mermas en las mismas; y las modificaciones en dichas líneas para la producción de nuevas presentaciones de producto, “con lo que se logró mayor flexibilidad y eficiencia operativa”.

Estrategia tecnológica

La estrategia tecnológica de Cebadas y Maltas se plantea de la siguiente manera por el Gerente de Planta:

Se tiene operando el modelo de gestión tecnológica con el cual se promueve y facilita el liderazgo tecnológico de la organización manteniendo los procesos productivos, equipos e instalaciones en la vanguardia mundial (“estado del arte”), con el propósito de mantener la competitividad de sus productos y servicios, y soportar el proceso de planeación estratégica.

Esta estrategia se define a través de la Gerencia General y de la Gerencia de Planta, con las propuestas que se plantean por parte del Comité Directivo de Competitividad. Se revisa cada año, como parte de los ejercicios de planeación estratégica y tecnológica.

En opinión de los entrevistados, la utilidad de la estrategia tecnológica es que:

La empresa maximice sus ventajas competitivas, con base en su capacidad de desarrollo tecnológico e innovación, así como en la obtención y uso sistemático de los medios tecnológicos y organizacionales que requiere para ello.

El responsable de ver que se cumpla, de darle seguimiento a, la estrategia tecnológica de la empresa es el Gerente de Planta, junto con los responsables de los proyectos tecnológicos que se ejecutan en la empresa.

¹²⁵ Ibid.

Gasto en I+D+i

Para tener una idea del grado de compromiso que muestra la empresa en la innovación, así como sobre el impacto que dicho esfuerzo produce, se solicitó a los directivos de la empresa información sobre el porcentaje de ventas que han dedicado a investigación, desarrollo tecnológico e innovación en los últimos tres años, y sobre el porcentaje de productos en el mercado que han sido resultado de actividades de dichas actividades en el mismo periodo. Los datos que proporcionaron se muestran en la Tabla 25.

Es destacable el alto porcentaje (5%) que dedican de sus ventas para realizar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Sobre todo si se considera que es un sector con una tasa de cambio tecnológico no muy alta. Igualmente, el impacto de 8% de productos en el mercado en su cartera que son resultados de dichas actividades.

Tabla 25. Inversiones de Cebadas y Maltas en I+D+i e impacto en su cartera

Indicador	Año		
	2006	2007	2008
Ventas totales (miles de pesos).	1,399,563	1,317,945	1,122,519
% de ventas dedicadas a investigación y desarrollo e innovación (I+D+i).	5	5	5
Porcentaje de productos en el mercado de la empresa que han pasado por I+D+i en los últimos 3 años.	8	8	8

Fuente: Entrevista a directivos de Cebadas y Maltas, junio 2009.

Del 5% de las ventas anuales mencionado, el 4% se destina a proyectos de investigación y desarrollo y el 1% se destina proyectos de innovación y mejora en la Planta de Cebadas y Maltas. En palabras del Gerente de Planta¹²⁶:

Los proyectos de investigación se enfocan primordialmente a encontrar y sustituir nuevas variedades de cebada maltera que permitan mejores rendimientos en el campo a los agricultores así como menores problemas derivados de posibles enfermedades genéticas. Se mantiene un convenio con Impulsora Agrícola, S.A. de C.V., quien se encarga de la comercialización de la cebada maltera en México, misma que a través de alianzas con institutos especializados (INIFAP) se liberan nuevas variedades cada 10 años, después de haberse probado en el proceso cervecero. El otro 1% se destina a proyectos de innovación y mejora, en los cuales primero se analizan dos vertientes: i) Costo-beneficio, retorno de inversión de máximo 5 años, y ii) Que estén destinados a algún cumplimiento legal.

¹²⁶ Entrevista, 24 de agosto de 2009.

5.3.2 Estructura organizacional de Cebadas y Maltas

Según los directivos de la empresa, la cultura organizacional de Cebadas y Maltas:

Es reflejo de la filosofía, visión y valores de Grupo Modelo, los cuales se encuentran inmersos en la vida diaria de la organización. La visión, misión, valores organizacionales, código de ética y conducta, objetivo empresarial y responsabilidad social, son el marco de referencia y de actuación de todo el personal de la Planta. Desde 1995 el equipo directivo estableció formalmente la visión y misión de la organización, cuya última revisión institucional se llevó a cabo en 2006¹²⁷.

Esta misión y visión, a la que hacen referencia, son las mismas que las del Grupo Modelo. Agregan, además, que su filosofía y valores son los siguientes:

“Trabajo sin alarde, entrega sin límite y mucho cariño... es lo importante”. Los valores organizacionales que se tienen implantados son: honestidad, lealtad, respeto, responsabilidad y confianza.

Resaltan que “se tiene operando un liderazgo participativo en comités y equipos naturales de trabajo los cuales son coordinados a través de diversos líderes de equipos. La estructura de 170 colaboradores es participativa, con multihabilidades, facultada y de responsabilidad compartida, que además incluye integración voluntaria en equipos de trabajo a través de círculos de control de calidad y grupos de trabajo, con lo que se fomenta la proactividad y la mejora continua en toda la organización”¹²⁸.

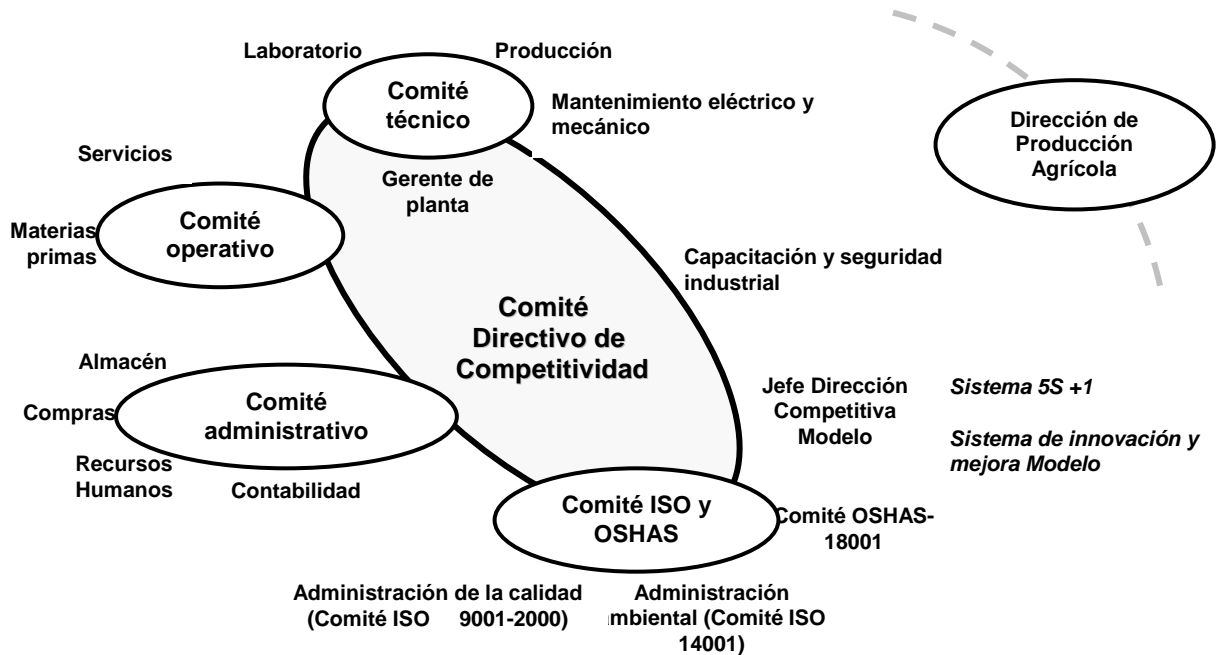
En la Figura 10 se muestra la estructura organizacional de Cebadas y Maltas, tal y como es reportada por el personal directivo de la empresa. Como se puede observar en dicha figura, cuentan con un Gerente de Planta que le reporta al Director de Producción Agrícola del Grupo Modelo que preside lo que denominan Comité Directivo de Competitividad. Los responsables de las diferentes áreas de la empresa están integrados en diversos comités que definen sus estrategias y prácticas junto con el Gerente de Planta de Cebadas y Maltas. Así, los encargados de las áreas de servicios y materias primas forman el Comité Operativo; los responsables del laboratorio, producción y mantenimiento eléctrico y mecánico forman el Comité Técnico; los que encabezan las áreas de almacén, compras, recursos humanos y contabilidad forman el Comité Administrativo; los responsables de administración de la calidad –que coordina el Comité ISO 9001-2000-, administración ambiental –que coordina el Comité ISO 14001-, y del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001), integran el Comité ISO y

¹²⁷ Entrevista, 16 de junio 2009.

¹²⁸ Información de directivos que respondieron el cuestionario del Anexo I de esta tesis, junio de 2009.

OSHAS. Además, le reportan al Gerente de Planta: el Jefe de Dirección Competitiva Modelo, que coordina el Sistema 5 S + 1 (de orden y limpieza) y el Sistema de Innovación y mejora Modelo (SIMM), y el responsable del área de capacitación y seguridad industrial. Con esta forma de trabajo se busca tener un liderazgo más participativo.

Figura 10. Estructura organizacional de Cebadas y Maltas



Fuente: Cebadas y Maltas, S.A. de C.V.

Sobre esta forma de esquematizar la estructura organizacional de la empresa, el Director de Producción Agrícola y el Gerente de Planta han escrito lo siguiente (García y Tavera, 2008, pp. 100-101):

Hay otro esquema que tomamos como referencia y que es muy interesante para esquematizar la estructura, que es la de colocar alrededor de las funciones de mayor rango, a todas las demás funciones en una especie de círculo virtuoso, donde cada uno realiza el trabajo que tiene encomendado y se plasma el espíritu de colaboración que todo equipo de trabajo debiera de tener, las cuales mediante planes y objetivos específicos, establecen las acciones necesarias para alcanzar los resultados del negocio.

Por tanto, (en) cada organización, de acuerdo a sus propias necesidades y funcionalidad, debiera promoverse la creación de comités o equipos de trabajo que administren cada una de las estrategias, prácticas o procesos, pues ello permitirá promover el facultamiento, autocontrol y responsabilidad de cada

colaborador, operando un liderazgo participativo y en equipos bien definidos de trabajo.

Organización de la gestión de la tecnología en Cebadas y Maltas

En Cebadas y Maltas, la gestión tecnológica la lleva a cabo el Comité Directivo de Competitividad, el cual abarca el área técnica, operativa y administrativa de la planta, encabezando la administración la Gerencia de Planta, que a su vez le reporta a la Dirección Corporativa de Producción Agrícola del Grupo Modelo. Esto es, el Gerente de Planta es el máximo responsable de gestionar la tecnología en la empresa. Esto lo hace, según sus propias palabras:

Diseñando, implantando y operando las estrategias que soportan las actividades definidas en el modelo de gestión tecnológica, cuyas funciones son: vigilar, planear, habilitar, proteger e implantar¹²⁹.

Las atribuciones de gestión de tecnología que tiene el Gerente de Planta son:

Asegurar a la organización el uso eficiente de sus recursos tecnológicos con el fin de lograr las metas a corto y largo plazo, llevando a cabo las funciones básicas de gestión tecnológica, como son las de vigilar, planear, habilitar, proteger e implantar.

La máxima instancia de decisión en temas de gestión de tecnología, I+D e innovación en Cebadas y Maltas es el Comité Directivo de Competitividad, que preside el Gerente de Planta. Este último es también responsable de las actividades de innovación tecnológica en la empresa. Las principales actividades de innovación tecnológica que lleva a cabo son: innovación organizacional, innovación tecnológica, innovación de proceso e innovación de producto.

Como ya se mencionó antes, al Gerente de Planta le reportan todos los responsables de las áreas de la empresa que se encuentran integradas en el Comité Directivo de Competitividad.

De acuerdo con información proporcionada por los directivos de la empresa que respondieron el cuestionario, de un total de 170 empleados que laboran en la actualidad en la empresa, hay 15 que se dedican de tiempo completo a actividades de gestión de tecnología, investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Las actividades que realizan se mencionan más adelante, en el apartado 5.3.3, y el presupuesto destinado a estos fines es de alrededor de un 5% de las ventas anuales de la empresa¹³⁰.

¹²⁹ Que son las funciones de gestión de tecnología del modelo del PNT.

¹³⁰ Al parecer, son los 15 miembros del Comité Directivo de Competitividad. Si es así, en realidad sus funciones son mucho más amplias, pues tienen que ver con la mejora continua de todos los procesos y prácticas de la empresa.

El Jefe de Dirección Competitiva Modelo es el actual coordinador del Comité Directivo de Competitividad, y es el encargado de la gestión de tecnología en Cebadas y Maltas.

Comités y equipos multidisciplinarios en Cebadas y Maltas

Como ya se mencionó, los responsables de las diferentes áreas de la empresa están integrados en diversos comités, donde definen sus estrategias, procesos y prácticas junto con el Gerente General: el Comité Operativo, el Comité Técnico, el Comité Administrativo, el Comité ISO 9001-2000, el Comité de Seguridad y Salud Ocupacional. Estos comités facilitan la comunicación entre los responsables de las áreas operativas de la empresa, y entre ellos y el Gerente de Planta, y permiten tomar decisiones de forma colectiva.

Además de estos comités, que podríamos llamar “funcionales” por estar integrados por responsables de actividades comunes que conforman funciones administrativas y de operación, la empresa cuenta con un *Sistema de trabajo en equipo* constituido por lo que denominan *Equipos naturales modelo* (integrados por personal de los propios departamentos), círculos de calidad y grupos de trabajo, éstos dos últimos con una participación voluntaria de los trabajadores de las diversas áreas de la empresa.

En estos diferentes equipos se comparten responsabilidades y compromisos, y al hacerlo “se genera un ambiente de trabajo proactivo y participativo en donde el potencial del personal se estimula y aprovecha, impulsando su crecimiento y realización personal y profesional” (García y Tavera, 2008, p. 161). En opinión de estos autores, directivos de la empresa, un aspecto adicional a considerar del sistema de trabajo es que debe propiciar la participación y fomentar el desarrollo potencial de las habilidades y conocimientos del personal, “constituyendo ambientes de colaboración, crecimiento y realización personal y profesional”.

La idea de los directivos de Cebadas y Maltas es que el trabajo en equipo “fomenta la participación del personal en los procesos de mejora de productos, procesos y servicios de la planta. Los círculos de calidad y grupos de trabajo son equipos voluntarios, que integran al 65.52 % del personal (la mayor participación del Grupo Modelo)”¹³¹. Así, se incrementa la participación individual y colectiva, la responsabilidad, el autocontrol y el facultamiento.

Los sistemas de gestión de la calidad, ambiental y de seguridad e higiene que ha adoptado la empresa fomentan el trabajo en equipo, forman parte importante de su filosofía. Por ejemplo, el sistema de orden y limpieza 5S+1 “fomenta el trabajo en equipo, la iniciativa y participación del personal de manera creativa para lograr

¹³¹ García y Tavera, 2007, p. 48.

el orden operativo, el cuidado y limpieza de las instalaciones, generando ahorros económicos importantes”¹³².

Un *equipo natural de calidad* está constituido por el responsable de un departamento y el personal que labora en él. En conjunto establecen su plan de operaciones con sus propios objetivos. Dan seguimiento periódico a sus indicadores clave, que alinean a los objetivos operativos, y establecen proyectos y acciones de mejora (García y Tavera, 2008, p. 166).

Los grupos de trabajo desarrollan proyectos de mejora que han sido encargados por el personal directivo de la empresa. El grupo formula y ejecuta el proyecto siguiendo la metodología de los círculos de calidad. Al terminar su proyecto, el grupo puede continuar desarrollando nuevos proyectos o integrarse a otros grupos. Si se requiere, estos grupos pueden ser multidisciplinarios, constituidos con personal de diferentes departamentos. Cada grupo cuenta con un promotor, que elabora un reporte mensual sobre el avance del proyecto de mejora¹³³.

5.3.3 Procesos de gestión de tecnología

Un ejemplo de operación de las actividades de investigación, desarrollo e innovación se concreta en la gestión de la cartera de proyectos tecnológicos que se ejecuta año con año en la empresa.

En conjunto, la cartera de proyectos tecnológicos realizados de 2007 a 2009 en Cebadas y Maltas fue la siguiente:

1. *Liberación de las dos nuevas variedades de cebada de riego de 6 hileras Alina y Armida*, con un costo de 43% de \$7,000,000.00 cada una. El porcentaje se fija en base a la participación del mercado maltero en México.
2. *Ampliación de la planta de tratamiento de agua residual* con una inversión de \$2,500,000.00 dólares, que se terminó en agosto de 2009.
3. *Mantenimiento a muros en germinación de Maltería León*, con una inversión de \$ 500,000 dólares, que se terminó en febrero de 2009.
4. *Actualización de dos calderas de agua sobrecalentada* para reducir consumo de combustible y optimizar emisiones a la atmósfera, con una inversión de \$ 2,450,000 dólares.
5. *Actualización del equipo de transporte para el manejo de tolvas de ferrocarril*, con una inversión de \$250,000 dólares.

¹³² *Op. cit.*, p. 28.

¹³³ Párrafo construido con información de García y Tavera, 2008, pp. 167-168.

Un análisis de las principales prácticas de gestión de tecnología en Cebadas y Maltas, su frecuencia de uso, su nivel de desarrollo, su incidencia en los procesos de innovación de la empresa, y el grado de dominio que de ellas tiene el personal de la empresa se muestra en el Anexo X de esta tesis.

En ésta empresa se utilizan de forma permanente una decena de prácticas de gestión de tecnología: planeación tecnológica, vigilancia tecnológica, innovación de producto y servicio, conocimiento estratégico de mercados y clientes, adquisición de tecnología, asimilación de tecnología, administración de proyectos tecnológicos, *benchmarking*, gestión de cartera de proyectos e innovación (o mejoras de) de proceso de producción.

De manera ocasional realizan actividades de protección intelectual, investigación y desarrollo, vinculación con universidades y centros públicos de I+D, transferencia de tecnología, y escalamiento de resultados de proyectos de I+D a nivel planta piloto.

5.3.4 Gestores de tecnología

Cebadas y Maltas no cuenta con un área de gestión de tecnología, ni con gestores tecnológicos especializados, propiamente, que se dediquen de tiempo completo a esta actividad, aunque el actual Gerente de Planta, que tiene un año en su puesto y una antigüedad de 26 años en la empresa, ha nombrado al anterior Jefe de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico, como responsable directo de las actividades de gestión de tecnología.

Según señala el Gerente de Planta:

El Comité Directivo de Competitividad fue creado en el año de 1997, debido a la necesidad de aplicar la mejora continua en la gestión administrativa y tecnológica de todas las áreas de la Planta. Una de las funciones principales que lleva a cabo es la gestión tecnológica de la compañía, siendo el responsable de autorizar y tomar todas las decisiones en cuanto a la innovación, investigación y desarrollo.

Por su parte, las funciones de gestión de tecnología que debe llevar a cabo el Coordinador del Comité Directivo de Competitividad son las mismas funciones y procesos del modelo de gestión de tecnología del Premio Nacional de Tecnología que se indicaron en la sección 2.2.3 de esta tesis.

Lo anterior se ve reforzado por la importancia que le asigna al tema el actual Gerente de Planta, y por la experiencia de trabajo en equipos de la empresa, pues es en el seno de su Comité Directivo de Competitividad donde se toman las decisiones sobre inversiones a realizar en los proyectos tecnológicos que se ejecutan; Comité que entre sus atribuciones se encarga, según el Gerente de

Planta, de “asegurar a la organización el uso eficiente de sus recursos tecnológicos con el fin de lograr las metas a corto y largo plazo, llevando a cabo las funciones básicas de gestión tecnológica, como son las de vigilar, planear, habilitar, proteger e implantar”.

Equipos naturales y grupos de trabajo

Además de los comités de carácter funcional que integran el Comité Directivo de Competitividad, la empresa tiene muy arraigada el hábito del trabajo en equipo, tanto en la modalidad de *equipos naturales* formados con el personal de los departamentos, como los círculos de calidad y grupos de trabajo. Los grupos de trabajo desarrollan proyectos de mejora y pueden ser multidisciplinarios, constituidos con personal de diferentes departamentos. Esta forma de trabajo permite solucionar problemas de diversa índole, compartir responsabilidades y compromisos. Para su correcto funcionamiento, los responsables de la dirección y operación de las diversas áreas de la empresa, tienen que crear un ambiente propicio, “de colaboración, crecimiento y realización personal y profesional” (García y Tavera, 2008, p. 162).

5.4 Capacidad de innovación de Cebadas y Maltas

En esta sección se describe la capacidad de innovación de la empresa, utilizando para ello dos subcategorías de análisis que fueron incluidas en el marco analítico utilizado en esta tesis: a) Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos, y b) Capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías externas. Se incluyen además las principales innovaciones producidas en años recientes como una evidencia de dicha capacidad de innovación.

5.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos

Como ya se mencionó en la sección 2.3.4 de esta tesis, la capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos (I+D, diseño, ingeniería e innovación) implica contar con personal que tenga los conocimientos, habilidades y talento necesario para realizar tareas complejas, de alto riesgo técnico, económico y comercial, y para poder planear, organizar y realizar actividades en las que intervienen personal que provienen de diversas disciplinas, con diferentes antecedentes y experiencias profesionales. Se da cuenta a continuación del personal con el que cuenta la empresa y de los proyectos tecnológicos que han sido ejecutados en años recientes.

Personal de Cebadas y Maltas

Trabajan en Cebadas y Maltas 170 empleados, o colaboradores como ellos les llaman. La plantilla es de 85 trabajadores sindicalizados y 85 no sindicalizados, laborando en operación continua los 365 días del año. Los trabajadores están asignados a las diferentes áreas de la empresa que se han señalado en el apartado 5.3.2. Las áreas son: servicios y materias primas, laboratorio, producción y mantenimiento eléctrico y mecánico, almacén, compras, recursos humanos y contabilidad, administración de la calidad, administración ambiental, capacitación y seguridad industrial, la jefatura de Dirección Competitiva Modelo, y la Gerencia de Planta.

Como se puede observar en la Figura 10 cuentan con un Gerente de Planta que le reporta al Director de Producción Agrícola del Grupo Modelo y que preside lo que denominan Comité Directivo de Competitividad, el cual se encarga de planear y realizar las actividades de gestión de tecnología, de desarrollo tecnológico e innovación. Los responsables de las diferentes áreas de la empresa están integrados en diversos comités que definen sus estrategias y prácticas junto con el Gerente de Planta de Cebadas y Maltas.

Ejecución de proyectos tecnológicos

Todos los proyectos tecnológicos de la empresa se ejecutan con el apoyo técnico y gerencial de la Dirección de Ingeniería del Grupo Modelo (Corporativo), con la participación y coordinación de Cebadas y Maltas, quienes subcontratan a proveedores especializados para su mejor realización.

Cada año, la Dirección Corporativa de Ingeniería del Grupo Modelo solicita las propuestas de los proyectos tecnológicos con base en las necesidades de cada unidad estratégica de negocio (UEN) con el fin de realizar los presupuestos anuales. En la formulación de los proyectos de la Planta Cebadas y Maltas participa el Comité Directivo de Competitividad. Para la aprobación directa de los proyectos se considera su retorno de inversión (menor a 5 años), y si está enfocado para dar cumplimiento de la legislación ambiental o de seguridad.

Los proyectos deben tener bien definidos sus objetivos, mismos que se validan con los resultados obtenidos. Los resultados de los proyectos deben concordar con los criterios de aprobación de los mismos. Estos son: a) Aseguramiento de suministro de materia prima para el proceso cervecero; b) Cumplimiento de la legislación ambiental o de seguridad, de forma particular en el tratamiento del 100% de las aguas residuales; y c) Aseguramiento de la continuidad del proceso clave que se busca mejorar u optimizar con el proyecto.

Un ejemplo de la capacidad de ejecución de proyectos de mejora de procesos por parte del personal de la empresa es el siguiente. El proyecto “*Disminución de tiempo de limpieza de tubería de aspiración de polvo*”, se originó en la *Canasta de áreas de oportunidad*. Esta canasta se construye con ideas y sugerencias que son hechas a los Círculos de Control de Calidad por personal que labora en Cebadas y Maltas. ¿Cuál fue el problema detectado? De forma regular se tiene que aspirar el polvo acumulado en tuberías de la planta, pues el polvo en suspensión puede ser muy explosivo, cuando por descuido se reúnen los siguientes factores: polvo en suspensión, confinamiento y una chispa. Cada uno de los equipos de la planta tiene conectado tubería de aspiración, abarcando un total de 2,500 metros de tubería, aproximadamente. Para mantenerla limpia de polvo, cada mes es aspirada.

Se detectó en el área de materias primas que se usaban muchas horas para llevar a cabo la limpieza de la tubería: 3,480 horas en promedio en los años 2002 y 2003. Una vez identificadas las causas del problema y esbozadas diferentes alternativas de solución, decidieron colocar 33 clapetas (discos o aletas de obturación) y 78 ventanas en toda la tubería para agilizar la limpieza, repartidas en ramales de 16 filtros de aspiración. En 2005 se fijaron la meta de bajar el tiempo de limpieza a 2, 200 horas/año, pero lograron hacerlo en solo 384 horas anuales, disminuyendo el tiempo de limpieza anual en 3,096 horas, equivalente a 387 turnos de trabajo de 8 horas. Para 2006 se fijaron la meta de reducirlo a 150 horas/año. Antes, el costo de limpieza de la tubería era de un poco más de 90 mil pesos/año, y después de las mejoras el costo se abatió a \$9,945.00 pesos/año.

Como se indica más adelante, en la Tabla 26, las actividades de gestión de tecnología que realizaron durante los proyectos de secado de cebada y desarrollo de los sistemas de gestión de calidad, ambiental y seguridad, fueron las mismas, excepto que en el segundo no se adquirió tecnología y que su proceso es de gestión. En ambas se llevaron a cabo actividades de vigilancia tecnológica, de planeación y ejecución del proyecto, de habilitación de recursos y tecnologías para la ejecución del proyecto, de protección intelectual (vía secreto industrial), y de implantación de la innovación de procesos.

5.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías

Para completar sus capacidades internas de desarrollo tecnológico, Cebadas y Maltas tiene firmado un convenio con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Forestales y Agropecuarias (INIFAP) para promover el desarrollo de nuevas variedades de cebada maltera con mejoramiento en sus características genéticas que deriven en altos rendimientos de producción, resistencia a enfermedades y ciclos vegetativos más cortos. Estas nuevas semillas genéticamente mejoradas y certificadas, son distribuidas a los productores de cebada. El rendimiento agrícola se ha mejorado

de 500 kilogramos por hectárea que se tenía en 1958, con calidad tipo forraje propensa a enfermedades, a 8.8 toneladas por hectárea en algunas nuevas variedades hoy en día y con calidad de tipo maltero¹³⁴. En el INIFAP cuentan con diversos laboratorios de investigación dentro de los cuales destacan: fitopatología, para estudio de enfermedades; entomología, para estudio de plagas; calidad de la cebada; análisis de suelos; uso, manejo y calidad del agua; y producción de semilla.

Cebadas y Maltas ha firmado convenios de vinculación con las siguientes universidades e institutos de Estados Unidos para desarrollar capacidades en tecnología maltera y cervecera: Universidad Madison en Wisconsin, Universidad Davis en California, y el Instituto Siebel de Tecnología en Chicago que realiza investigaciones en cerveza y malta, y que cuenta con maestrías y cursos especializados en tecnología cervecera dirigidos a profesionales de la industria.

El experto cervecero Walter Hunt, miembro del Instituto Siebel, fue contratado por la Modelo en 1964 con el fin de que ayudara a modernizar los procesos de producción de la empresa. Con el apoyo de Hunt, la empresa sacó al mercado, en 1965, la nueva Corona, envasada en botellas ámbar y transparente; y en marzo de 1966 ideó la fórmula de la Modelo Especial, una cerveza clara con alto contenido de extractos y fermentada con el método Krausen, que comenzó a comercializarse el 25 de marzo de 1966. Además, con su tutoría se formaron muchos de los ingenieros que se hicieron cargo luego del desarrollo tecnológico y de la producción de cerveza en el Grupo Modelo¹³⁵.

Otras fuentes de conocimiento y tecnología

Durante años han contado con la asesoría del Dr. Henry Kneuer, maestro maltero, para el desarrollo de los procesos de producción de la malta.

Varios de los miembros de Cebadas y Maltas pertenecen a la Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas (*The Master Brewers Association of the Americas*), una asociación internacional que promueve, impulsa, mejora y protege el interés profesional del personal técnico de empresas cerveceras y malteras, que organiza eventos y cursos, publica una revista especializada en tecnología de la cerveza (*Technical Quarterly*) y estudios sobre esta industria, entre otras actividades.

Cebadas y Maltas cuenta con instalaciones de investigación de tecnologías de cultivos de cebada maltera en el Rancho Cermo – donde bajo la supervisión de un grupo de investigadores se impulsa la superficie cultivada con cebada en el estado

¹³⁴ Tavera (2008).

¹³⁵ Párrafo construido con información proporcionada por Tavera (2006).

de Durango y los estados aledaños-, el Rancho *Las Crucitas*, y con un campo experimental aledaño a las instalaciones de la empresa en Calpulalpan, Tlaxcala.

En relación al desarrollo de equipos y maquinarias reciben el apoyo de la empresa Inamex del Grupo Modelo, así como la asistencia técnica de la empresa española Seginsa.

5.4.3 Innovaciones producidas

Las principales innovaciones que la empresa ha producido en los últimos tres años se muestran en la Tabla 26, en la cual viene el nombre que le asigna la empresa a la innovación, el tipo de innovación (producto, proceso), la fecha de realización, y los procesos o actividades más importantes de gestión de tecnología que se realizaron durante la ejecución del proyecto respectivo.

Destaca la innovación de producto realizada en 2006: “*Producción de maltas especiales*”. Este proyecto fue resultado de su proceso planeación estratégica y operativa, en donde se contempló el crecimiento del mercado y la necesidad de cumplir con las expectativas de sus clientes:

(...) se llevó a cabo el desarrollo de dos nuevos productos, maltas especiales tipo Caramelo y Carapils, desarrollando para ello un nuevo proceso de secado. La estandarización lograda de este proceso fue de tres meses, tanto de la capacidad de producción como en el cumplimiento con los requerimientos de calidad, muy por abajo del estándar mundial de 6 meses y del tiempo invertido por un competidor directo nacional.

Como describen los directivos de la Planta, para el desarrollo del nuevo producto:

Se integró un equipo multidisciplinario, incluyendo a clientes, la dirección técnica de operaciones, equipo directivo y técnico de cada Unidad Estratégica de Negocios, y algunos de nuestros proveedores. Se estableció un plan de desarrollo en el cual se contemplaron las pruebas de diseño experimental industrial (mediante técnicas de Taguchi), que incluyeron pruebas piloto en el proceso de malteo o de ingeniería industrial (servicio), para lograr el funcionamiento y satisfacción de nuestros clientes. Derivado de este proceso se determinó la viabilidad de producir maltas especiales, un nuevo producto que se agregó a los productos de línea. En la industria cervecera, se utilizan maltas especiales con el propósito de diferenciar el aroma, el sabor y color en las cervezas. Para conseguir estas propiedades en estas maltas, durante su proceso de secado, son sometidas a condiciones extremas de temperatura.

Tabla 26. Principales innovaciones de Cebadas y Maltas en años recientes

Nombre de la innovación	Tipo de innovación	Fecha de realización	Actividades importantes de gestión de tecnología realizadas ¹³⁶
Producción de maltas especiales.	Innovación de producto y proceso.	2006	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Benchmarking</i>, elaboración de estudios de mercados y clientes, elaboración de estudios de competitividad, monitoreo tecnológico. 2. Elaboración y revisión del plan tecnológico. 3. Adquisición y asimilación de tecnología, desarrollo y transferencia de tecnología, gestión del proyecto tecnológico, gestión de personal, gestión de recursos financieros, y gestión del conocimiento (KM). 4. Gestión de la propiedad intelectual. 5. Innovación de producto.
Disminución de tiempo de limpieza de tubería de aspiración de polvo.	Innovación de proceso.	2004-2006	Utilizaron métodos y herramientas tales como: a) Equipos de trabajo; b) Círculo de control de calidad; c) Canasta de áreas de oportunidad; d) Método de solución de problemas; e) Diagrama de causa-efecto; f) Diagrama de árbol para el análisis de alternativas de solución; g) Estandarización del procedimiento; h) Diagrama de flujo; i) Elaboración de indicadores de desempeño. Estos métodos y herramientas no son propiamente de gestión de tecnología, pero algunas de ellas sí se utilizan en los procesos de gestión tecnológica.
Secado de cebada con agua sobrecalentada.	Innovación de proceso.	2008	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Benchmarking</i>, monitoreo tecnológico. 2. Elaboración y revisión del plan tecnológico. 3. Adquisición y asimilación de tecnología, desarrollo y transferencia de tecnología, gestión del proyecto tecnológico, gestión de personal y de recursos financieros, y gestión del conocimiento, gestión de la propiedad intelectual. 4. Innovación de proceso.
Gestión integral de los sistemas de calidad, ambiental y seguridad.	Innovación de proceso	2004	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Benchmarking</i>, monitoreo tecnológico, correspondientes a la función de vigilancia. 2. Elaboración y revisión del plan tecnológico. 3. Asimilación de tecnología, desarrollo de tecnología, transferencia de tecnología, gestión del proyecto tecnológico, gestión de personal, gestión de recursos financieros, y KM. 4. Gestión de la propiedad intelectual. 5. Innovación de proceso de gestión.

Fuente: Información proporcionada por directivos de Cebadas y Maltas, junio de 2009. El caso del proyecto “Disminución de tiempo en la limpieza de tubería de aspiración de polvo” fue publicado de forma parcial en STPS (2006).

¹³⁶ Para enlistar en esta tabla las actividades realizadas de gestión de tecnología, los directivos de Cebadas y Maltas, por su propia iniciativa, utilizaron como referencia el modelo de gestión de tecnología del Premio Nacional de Tecnología. Están convencidos que es un modelo de referencia útil.

Y, continua en su descripción el Gerente de Planta:

Dentro de estos tipos de malta podemos mencionar: Malta Carapils, malta caramelo, malta Munich, malta negra y malta para destilería o panificación.

Para la elaboración de maltas especiales se requiere disponer de infraestructura tecnológica especializada para la inyección de vapor y para el secado indirecto de la cebada germinada. En este caso, un tostador que trabaja con aire caliente (90 a 120°C) que se inyecta en la parte superior de la cama de malta, y vapor saturado que se inyecta en la parte inferior del tostador, y que bajan la humedad del grano de malta de un 50% hasta un 4 a 5%. El vapor carameliza los azúcares presentes en la malta. La malta Carapils se procesa a temperaturas entre 80 y 90°C, la caramelo entre 100 y 120°C, la Munich entre 120 y 130°C, y la negra entre 220 y 250°C.

Los resultados de dicho proyecto de innovación fueron:

- Mayor competitividad.
- Incremento en las ventas.
- Crecimiento del mercado.
- Incremento en la satisfacción de los clientes.

De acuerdo a la información proporcionada por los directivos de la Planta Cebadas y Maltas, las actividades de gestión de tecnología que realizaron durante la ejecución del mismo fueron:

- *Benchmarking*, elaboración de estudios de mercados y clientes, elaboración de estudios de competitividad y monitoreo de tecnologías.
- Elaboración y revisión del plan tecnológico.
- Adquisición y asimilación de tecnología, desarrollo y transferencia de tecnología, gestión del proyecto tecnológico, gestión de personal, gestión de recursos financieros, y gestión del conocimiento.
- Gestión de la propiedad intelectual, por medio del secreto industrial.
- Innovación de producto.

Sin embargo, como se puede observar en la Tabla 26, sus principales innovaciones han sido incrementales. Han sido innovaciones de optimización de procesos de gestión, tales como la *Gestión integral de los sistemas de calidad, ambiental y seguridad*, que implantaron durante el año 2004; de mejora del proceso de producción, tal como el proyecto *Disminución de tiempo de limpieza de tubería de aspiración de polvo*, que mereció el Premio Nacional de Trabajo que otorgó la Secretaría del trabajo y Previsión Social en 2006; y de optimización del proceso de producción, tal como la innovación denominada *Secado de cebada con agua sobrecalentada*, que optimizó la etapa de secado del proceso de producción de malta.

5.5 Condiciones y contexto para la innovación en Cebadas y Maltas

Para el análisis de la capacidad de innovación de Cebadas y Maltas, se consideraron no solo las evidencias de nuevos productos y procesos mejorados, sino también la identificación por parte del personal directivo de cuáles son, en su opinión, las condiciones internas que han permitido que las innovaciones se hayan llevado a cabo y, por otro lado, la identificación de aquellos factores del entorno que influyen de forma positiva o negativa en la disposición y capacidad de la empresa para innovar. En el Anexo XI de esta tesis se presentan las opiniones de los entrevistados y su análisis, pero se comentan enseguida algunas cuestiones importantes.

Infraestructura

Una condición importante para la innovación es que la empresa cuente con infraestructura adecuada para la realización de proyectos de I+D+i.

En opinión del Gerente de Planta: “Es el Grupo Modelo el que dispone de la infraestructura necesaria para llevar a cabo la investigación y desarrollo, misma que puede realizarse también a través de proveedores específicos”.

Cebadas y Maltas cuenta con el apoyo del Corporativo para actividades de protección intelectual, con la empresa Inamex del Grupo Modelo para el desarrollo e instalación de equipo y maquinaria, y con una planta piloto de 10 hectolitros de capacidad, cien por ciento automatizada, que se instaló en la planta cervecera ubicada en Lago Alberto del Distrito Federal en 2007.

Por su parte, la empresa Cebadas y Maltas cuenta con un laboratorio de calidad para el análisis de las materias primas y del proceso de producción.

5.6 Resultados de la gestión de tecnología en CyM

Los tres principales indicadores de gestión de tecnología que utiliza la empresa y sus valores en los últimos tres años, son los que se indican en la Tabla 27. Estos indicadores son razonables, de acuerdo al tipo de empresa de que se trata: 1) *Ingresos obtenidos por la venta de nuevos productos*, con un incremento de 4.4% el año 2008 y una meta de 6.5% para el 2009; 2) *Incremento en la participación de la empresa en el mercado*, mostrando un aumento de 9.6% en los últimos tres años, con una meta para este año de 2 puntos porcentuales más; y 3) *Productividad y eficiencia de la empresa*, en términos de toneladas de malta producida por persona laborando en la empresa, que de igual manera muestra un

comportamiento estable en los pasados tres años y una meta muy ambiciosa para este año dada la situación económica, con un crecimiento de casi el 5%.

Tabla 27. Resultados de la gestión de tecnología de Cebadas y Maltas

No.	Indicador de gestión de tecnología	2006	2007	2008	2009 (metas)
1	Ingresos obtenidos por venta de nuevos productos o servicios (miles de pesos).	55,339	53,928	56,305	60,000
2	Incremento en la participación de mercado (porcentaje).	30.15	35.85	39.70	42.0
3	Productividad y eficiencia (toneladas de malta/persona).	877.36	887.81	892.87	937.50

Fuente: Elaborada con datos proporcionados por personal directivo de la empresa.

Estos indicadores son aceptados y compartidos por el resto de la organización. Como indican los entrevistados:

El valor creado por la organización se revisa al menos una vez al mes con el fin de dar seguimiento y tomar acciones inmediatas para mejorar los resultados.

Ahora bien, hay otros indicadores de desempeño de la gestión de tecnología de la empresa que se muestran en la Tabla 28, que están ordenados de acuerdo a la importancia que le asignan los directivos de la Planta.

Tabla 28. Importancia de los indicadores de gestión de tecnología en CyM

Resultados de la gestión de tecnología	Importancia
Patentes obtenidas	1
Proyectos vendidos	2
Tecnologías transferidas	3
Nuevos negocios desarrollados	4
Incremento en la participación en el mercado	5
Reducción de costos de producción	6
Mejoras en proceso de producción (productividad)	7
Ventas por nuevos productos en el mercado	8
Creación de ventajas competitivas	9

Fuente: Calificación proporcionada por personal directivo de la empresa, 21 de junio de 2009.

Sin embargo, dado el nivel de patentamiento nulo de Cebadas y Maltas, el escaso número de proyectos vendidos así como de tecnologías transferidas, y los pocos nuevos negocios desarrollados, da la impresión que las calificaciones asignadas por los gerentes de la empresa se refieren más a un perfil deseable de empresa innovadora, de clase mundial, que se tiene como referencia o al que se quiere homologar, más que a la realidad actual de Cebadas y Maltas.

Rentabilidad de la cartera de proyectos

Se le preguntó al Gerente General de Cebadas y Maltas lo siguiente: ¿Por cada peso invertido en proyectos de I+D+i cuántos pesos han obtenido de utilidad en los pasados tres años? Su respuesta fue la siguiente:

En Grupo Modelo todas las UEN's tienen el propósito de aplicar y administrar eficientemente los recursos financieros que les han sido asignados para obtener los resultados operativos y estratégicos deseados. Los criterios que se toman en Grupo Modelo, respecto a los recursos excedentes que se pueden invertir en proyectos de innovación, se determinan en base a una herramienta financiera, que se denomina *flujo de efectivo*, con la cual se pueden planear los ingresos y egresos de la tesorería, tanto operativos como estratégicos, estimándose a cualquier fecha para conocer el saldo de los recursos disponibles al día.

Cebadas y Maltas está considerada dentro de Grupo Modelo (como) un Centro de Costos que no busca obtener utilidades derivadas de sus proyectos de investigación y desarrollo sino satisfacer los requerimientos de sus clientes a través de la competitividad de sus procesos, productos y servicios.

En relación a su patrimonio intelectual, el Grupo Modelo señala que “mantiene protegidos sus derechos de propiedad industrial e intelectual y actualiza periódicamente los registros de marcas y patentes de los que es propietario a nivel mundial, no existiendo dependencia alguna con relación a licencias” (Informe Anual, 2006, p. 10).

Los entrevistados están de acuerdo con que la empresa está preparada para la innovación y para competir en base a ella, en la medida que cuenta con capacidades y habilidades que son clave para poder hacerlo: explotación de oportunidades tecnológicas, gestión de tecnología –con atributos bien definidos y proporcionando ventajas competitivas-, capacidades esenciales para I+D+i, producción y comercialización, integración de equipos funcionales y de especialistas para implantar innovaciones; y una cultura organizacional que soporta e impulsa la innovación.

No obstante, sólo de manera parcial están de acuerdo en que el personal de la empresa domine a profundidad los procesos de gestión de tecnología. Algo en lo que deberán trabajar en el corto y mediano plazo.

5.7 Conclusiones

En esta sección de la tesis se presentó el reporte del caso individual de Cebadas y Maltas, construido en base a la información empírica obtenida de las respuestas al cuestionario extenso que se envió al Gerente General de la empresa, quien lo respondió en conjunto con el Jefe de Dirección Competitiva Modelo de Cebadas y Maltas.

Misión, reconocimientos y decisiones estratégicas

Este caso nos enseña que una empresa como Cebadas y Maltas, productora de un insumo fundamental para la industria cervecera, depende de la estrategia de negocio y de la dinámica innovadora de sus clientes, para justificar y desarrollar capacidades de investigación, desarrollo e innovación. De modo que si la estrategia de I+D del Grupo Modelo está enfocada a generar nuevas presentaciones de cerveza para satisfacer las cambiantes necesidades del mercado y sus consumidores, es poco lo que puede hacer Cebadas y Maltas pues corresponde a las áreas de mercadotecnia y comercialización generar alternativas de solución. En cambio, si la estrategia comercial del grupo se enfoca al desarrollo de nuevos productos y marcas, entonces Cebadas y Maltas responde con el desarrollo de maltas especiales que respondan a los requerimientos de sus clientes.

No obstante, uno de los fundamentos de la misión de la empresa es alcanzar la excelencia en sus procesos, sistemas, productos y servicios, excediendo las expectativas de sus clientes y consumidores a través de la innovación constante. A la fecha esta innovación constante se ha reflejado en la mejora continua del proceso de producción y entrega de la malta, así como de los sistemas y procesos de gestión de la empresa¹³⁷.

Para lograr lo anterior, los directivos de Cebadas y Maltas han tenido que tomar en años anteriores algunas decisiones de carácter estratégico, de las cuáles se pueden destacar las siguientes:

¹³⁷ Esto ha conducido a que Cebadas y Maltas cuente con niveles de excelencia en calidad, seguridad, medio ambiente y cultura laboral. Por ello, "la empresa ha recibido diversos premios, certificaciones y reconocimientos estatales, nacionales e internacionales, como son: Premio Iberoamericano de la Calidad 2006, Premio Internacional Asia Pacífico de Calidad 2003, Premio Nacional de Calidad 2000, Premio Nacional al Mérito Ecológico 2001, Premio Nacional Agroalimentario 2007, Premio Nacional de Ética y Valores 2008 y 2009, Premio The Bizz Awards 2005, 2006 y 2007, Premio Calidad Sudamérica 2006, Premio Nacional del Trabajo 2006, Premio Nacional de Seguridad 2006, Premios Estatales de Calidad, Ecología y el Deporte 2002, distintivo como "Empresa Familiarmente Responsable" 2008 y los certificados ISO-9001:2000, ISO-14001 y OHSAS-18001, Industria Limpia, Excelencia Ambiental, Empresa Segura, entre otros, siendo el más importante de todos, el que se recibe desde 1996, por parte de los clientes, como el proveedor estratégico más confiable" (Comentario del Gerente de Planta, agosto 2009).

- a) Un enfoque al cliente en todas las actividades que realizan. Principio que conduce a la búsqueda constante de mejora en los indicadores de desempeño de la empresa, y a responder con calidad y oportunidad a los requerimientos externos.
- b) El impulso a la mejora continua y la implantación de métodos y técnicas de optimización que ha redundado en la mejora de la productividad y competitividad de la empresa. Un esfuerzo organizacional que comenzó a sistematizarse a partir del 2004.
- c) El sostenimiento de una inversión significativa, del orden de 5% de sus ventas netas, en programas y proyectos de I+D+i, al menos en los últimos tres años, según reportan los directivos entrevistados.
- d) La vinculación con universidades para desarrollar capacidades. en tecnología maltera y cervecera, en concreto con la Universidad Madison de Wisconsin y la Universidad Davis de California, Estados Unidos, y con institutos especializados como el Instituto Siebel de Investigación en Malta y Cerveza de Chicago.
- e) La vinculación con centros públicos de I+D (INIFAP) para desarrollar nuevas variedades de cebada maltera con mejoramiento en sus características genéticas que deriven en altos rendimientos de producción, resistencia a enfermedades y ciclos vegetativos más cortos.
- f) El involucramiento de los directivos en la creación de una cultura favorable al cambio y la mejora continua de todos los procesos y áreas de la empresa.
- g) La integración de comités y equipos de trabajo para mejorar la comunicación, la toma de decisiones, compartir responsabilidades y compromisos, propiciar la participación, y fomentar el desarrollo potencial de las habilidades y conocimientos del personal. El principal equipo multidisciplinario es el Comité Directivo de Competitividad que, entre otras responsabilidades, decide sobre qué hacer en cuestiones de gestión de tecnología e innovación.
- h) La generación de un ambiente de trabajo proactivo, participativo, de colaboración, en donde el potencial del personal se estimula y aprovecha. En la creación de este ambiente ha jugado un rol crucial el liderazgo que ejerce el Director de Producción Agrícola del Grupo Modelo.
- i) La coordinación con la Dirección de Ingeniería del Grupo Modelo para llevar a cabo proyectos de inversión para innovación o mejora en la empresa.
- j) El inicio en 1998 del proceso formal de gestión de tecnología en Cebadas y Maltas, a raíz de su participación por primera vez en la convocatoria del Premio Nacional de Tecnología, donde encontraron los mejores criterios para implantar un modelo de gestión tecnológica. Ganar ese premio sigue siendo una meta de la empresa pues, en opinión del gerente de Planta, “ello validará todos los esfuerzos realizados”.

Gestión de tecnología

Por qué gestiona tecnología Cebadas y Maltas

En Cebadas y Maltas no han desarrollado un propósito propio, y claramente definido, para la gestión de tecnología. En respuesta al por qué gestionan tecnología, han respondido usando parte de la definición que usa el PNT para explicar su modelo de gestión de tecnología. Sin embargo, enfatizan la congruencia organizacional y la sistematización de los esfuerzos que se hacen de desarrollo, adquisición e innovación tecnológica en la empresa.

Estrategia tecnológica

Su estrategia tecnológica está orientada hacia el mantenimiento actualizado, acorde con el estado del arte, de los procesos productivos, equipos e instalaciones. Buscan maximizar ventajas competitivas de la empresa, y eso se refleja en el tipo de proyectos de innovación que ejecutan, en esencia orientados a optimizar el proceso de producción; esto es, realizan innovaciones principalmente de carácter incremental.

El Corporativo del Grupo Modelo es quien marca el rumbo a seguir, y define la estrategia general de negocios del grupo. Cebadas y Maltas alinea su operación a dicha estrategia, y lo hace bien pues satisface con creces una parte importante de la demanda de malta por parte de las cerveceras del grupo.

Prácticas de gestión de tecnología en Cebadas y Maltas

Sus principales actividades de gestión de tecnología son: la planeación tecnológica alineada con la planeación estratégica; vigilancia tecnológica de competidores, clientes y tecnologías; mejora de proceso y en mucho menor medida innovación de producto –enfocada sobre todo al desarrollo de maltas especiales para ser usadas en nuevas presentaciones de cerveza-; conocimiento estratégico de mercados y clientes; administración de proyectos tecnológicos; *benchmarking*, sobre todo de sus principales indicadores de desempeño; y gestión de cartera de proyectos. En el anexo X se amplía el análisis realizado sobre sus prácticas.

Innovación para responder al cliente

Cebadas y Maltas es una empresa con una capacidad incipiente de innovación, pues ha producido solo unas cuantas innovaciones de proceso en los tres últimos años, y una innovación de producto en el mismo periodo (fabricación de maltas especiales).

Es una empresa que produce maltas de diferentes tipos que son solicitadas por sus clientes, en función de oportunidades de mercado y requerimientos de diversos grupos de clientes, dentro y fuera de México, que ellos han detectado o piensan desarrollar. Este es un factor externo fundamental que influye sobre el desempeño innovador de la empresa, y que tiene como elemento positivo el hecho de estar siendo guiados por los clientes y consumidores finales, y esto tarde o temprano genera oportunidades de innovación, como lo han señalado Von Hippel y otros estudiosos de la innovación.

Cultura que favorece la innovación

Lo anterior es una forma de trabajo que forma parte de la cultura organizacional que se ha desarrollado a partir de las ideas y valores promovidos por su fundador y líder reconocido, dentro y fuera de la empresa: el Director de Producción Agrícola del Grupo Modelo¹³⁸. Estos valores se sustentan en los principios de la filosofía de gestión de la calidad que han adoptado los dirigentes de la empresa desde hace algunos años: enfoque al cliente, liderazgo efectivo y ejemplar, personal comprometido, compromiso con la sociedad, mejora continua e innovación, enfoque de sistemas en la administración de la empresa, una cultura laboral de colaboración con el sindicato, y de participación y reconocimiento a los empleados. Su fuerte liderazgo y su cultura organizacional enfocada al cliente, a la calidad del producto, al trabajo en equipo, y los buenos resultados de operación, son en opinión de los entrevistados las dos condiciones más importantes para que la innovación se genere en la empresa.

Resultados de la gestión de tecnología

El caso muestra que la gestión de tecnología en la empresa está orientada al incremento de la eficiencia y la productividad de la empresa, en función de los requerimientos de sus clientes. Las principales innovaciones de la empresa han tenido un carácter incremental, reducción de costos de producción y mejora de los procesos de producción, pero han impactado de forma importante en su operación. Además, en función de necesidades específicas de sus clientes, han desarrollado nuevos productos como las maltas especiales que se han mencionado antes.

Estos resultados se reflejan en los indicadores que utiliza la empresa para medir su desempeño en estos rubros: Aumento en los ingresos obtenidos por venta de nuevos productos; Incremento sostenido en la participación de mercado, e Incremento en la productividad por empleado, que han logrado en los pasados tres años.

¹³⁸ Don Camilo García Marcos.

6. Innovamédica: innovación con base en tecnologías disruptivas

En este capítulo se describe cómo y por qué se gestiona tecnología en Innovamédica, caso construido con información obtenida del personal gerencial, documentos de la empresa e información publicada en diversos medios.

En la sección 6.1 se describen las características generales de la empresa, sus políticas, inversiones y actividades de I+D+i, así como sus productos y servicios. Los antecedentes de la empresa se muestran en el Anexo VIII de esta tesis.

En la Sección 6.2 se indica el propósito de la gestión de tecnología, tal como lo propone uno de sus subdirectores de I+D, y se señala la inexistencia de un modelo de gestión de tecnología en la empresa.

En la sección 6.3 se describen las principales características organizacionales que explican las actividades que realiza de gestión tecnología la empresa Innovamédica: estrategia de negocios, estrategia tecnológica y como parte de ello la definición del gasto en I+D+i, estructura organizacional, formas de trabajo, procesos de gestión de tecnología, y personal dedicado a la gestión de tecnología (gestores, líderes de proyectos). Estas características se corresponden con la categoría 1 de análisis que se propone en el marco analítico de la gestión de tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis.

En la sección 6.4 se describe la capacidad de innovación de la empresa, en términos de capacidad mostrada para realizar proyectos de I+D+i, y de su capacidad acceso a conocimientos y tecnologías de fuentes externas. Estos elementos corresponden a la categoría 2 de análisis que se propone en el marco analítico de la gestión de tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis. Se incluyen además las principales innovaciones que la empresa ha generado recientemente, como evidencia de su capacidad de innovación.

En la sección 6.5 se comentan de forma breve las principales condiciones, como es el caso de la infraestructura adecuada, y elementos de contexto que determinan la innovación en la empresa, información que se complementa en el Anexo XI de la tesis.

En la sección 6.6 se describen los principales resultados que ha obtenido la empresa de su gestión de tecnología; y, por último, en la sección 6.7 se reportan las conclusiones del caso.

6.1 Perfil de Innovamédica SAPI de C.V.

Innovamédica SAPI¹³⁹ de C.V. es una empresa pequeña que se creó en octubre de 2000 con la idea de incubar proyectos de investigación y desarrollo, y como puente entre academia e industria, desarrollando proyectos que pudiesen cruzar ese puente. Su fundador, Emilio Sacristán Rock, había trabajado ya unos años como investigador en el área de Ingeniería Biomédica de la UAM-Iztapalapa, desde 1995. El puente que la empresa se proponía cruzar no era solo para esta universidad, se buscaba también vincular a otras instituciones de educación superior con empresas comercializadoras de equipo médico.

Según ha comentado su fundador¹⁴⁰:

En México hay muy poca vinculación entre la academia y la empresa. Por ello, Innovamédica se fundó para fungir como un ente legal con capacidad de juntar dinero de la iniciativa privada, firmar convenios con universidades y laboratorios de investigación, financiar proyectos y firmar convenios con empresas como socios desarrolladores para eventualmente transferirles el paquete tecnológico y que ellos lo puedan comercializar.

Ahora bien, antes de su creación, en palabras del Subdirector de I+D de Innovamédica:

Emilio Sacristán ya había iniciado el proyecto, con un antecedente en Estados Unidos (la creación de un tonómetro), cuando se incorporó a la UAM-Iztapalapa. Le propuso a la UAM la creación de una empresa, pero de ésta le respondieron que la hiciera él, dado que la UAM no podía ser socia de una empresa privada. Emilio se lo propuso entonces a Vitalmex, y a un socio más, y crearon Innovamédica. El proyecto inicial de Innovamédica fue “Espectrómetro de Impedancia de la Mucosa Gástrica”, que comenzó en el año 2000¹⁴¹.

Y, según informa el Ex Director de Operaciones y Finanzas, y colaborador fundador de Innovamédica:

La empresa se creó a partir de un proyecto (raíz) en particular de Emilio, que quería desarrollar su patente. Presentó un resumen de plan de negocios a los financieros. En él se demostraba que tenía claro el producto, la estrategia comercial, la tasa interna de retorno, y además presentaba un plan de trabajo con un presupuesto: se requerían 4.5 millones de pesos.

¹³⁹ SAPI significa Sociedad Anónima Promotora de Inversión.

¹⁴⁰ Sacristán (2005).

¹⁴¹ El avance obtenido a la fecha de este proyecto es a nivel de prototipo funcional, en etapa de pruebas preclínicas (fase 2).

La misión de Innovamédica es: “El desarrollo de tecnologías innovadoras para la medicina mediante la vinculación de empresas, instituciones de investigación y organismos gubernamentales”.

Su visión ha sido establecida en los siguientes términos: “Ser el principal productor de tecnologías innovadoras, desarrollando vínculos entre la industria y las universidades y centros de investigación”.

Innovamédica es una empresa que ofrece servicios de I+D de productos innovadores, la realización de pruebas clínicas y de conceptos (previos al prototipo), el diseño industrial y consultoría en temas tales como: elaboración de planes de negocios, estudios de factibilidad, estudios de patentabilidad, y validación de nuevas tecnologías. Es una empresa que:

Se enfoca a dar un alto valor agregado a la propiedad intelectual mediante el desarrollo de conceptos teóricos hasta transformarlos en prototipos pre-comerciales probados y validados. Comercializa exclusivamente propiedad intelectual, asesoría tecnológica y servicios de investigación para empresas comercializadoras¹⁴².

Productos y servicios de Innovamédica

Los productos y servicios que Innovamédica ofrece son los siguientes¹⁴³:

i) Dispositivos médicos y diseño de componentes:

- Diseño de producto.
- Diseño de *software* y *hardware* biomédico.
- Diseño electrónico.
- Diseño de empaque.
- Elaboración de prototipos rápidos, ingeniería mecánica y diseño industrial para el desarrollo de nuevos productos.
- Desarrollo de prototipos pre-comerciales.
- Protocolos de manufactura.

ii) Tecnología médica/ Investigación aplicada:

- Evaluaciones funcionales.
- Pruebas clínicas y pruebas in-vivo.
- Certificación pre-mercado.

¹⁴² Innovamédica (2008).

¹⁴³ Información obtenida de su documento *Company Profile* (Innovamédica, Research & Development, 2009) y de su página Web: www.innovamedica.com.mx

iii) Documentación científica y propiedad intelectual:

- Investigación de literatura científica y técnica (conocimiento de estado del arte).
- Protección de patentes: análisis de patentabilidad, elaboración y trámite.
- Documentación de procedimientos técnicos y de producto.
- Manuales de producto.

iv) Estudios de factibilidad técnica y comercial.

v) Estudios de mercado, para apoyar la introducción de nuevos productos o servicios y preparar planes de negocio.

6.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología de Innovamédica

En Innovamédica no utilizan el concepto de gestión de tecnología en sus prácticas de negocios, ni en sus prácticas y conversaciones cotidianas. Como se pudo constatar, sí realizan actividades de gestión de tecnología en los distintos departamentos de la empresa, pero no hay un concepto que se utilice de gestión de tecnología. Además, según el Subdirector de I+D:

Ha habido muchos movimientos de personal y, por lo tanto, en la empresa se entiende por tecnología, en la gran mayoría de los casos, como infraestructura tecnológica, como fierros, no como *know-how*. Es mi percepción.

De acuerdo con el Director de Operaciones y Finanzas de Innovamédica,

Desde el año 2000 comenzamos a llevar a cabo las primeras prácticas de gestión de tecnología en la empresa, porque se realizaron patentes, se firmaron convenios para integrar las redes (de vinculación), se tenía un proyecto de tecnología, se contrató gente especializada enfocada a desarrollo y gestión de tecnología, y se consiguió financiamiento público y privado.

En su opinión fue el Director General, que además era dueño y Director de I+D, quien comenzó a realizar actividades de gestión tecnológica de la empresa: "Porque era la misión de la empresa: Generar tecnología innovadora a través de la vinculación academia-empresa"¹⁴⁴.

Teniendo en consideración lo anterior, el propósito de la gestión de tecnología que realizan en Innovamédica *sería*, en opinión del subdirector de I+D¹⁴⁵:

Buscar el crecimiento de la empresa basado en la transferencia de tecnología. En el caso del proyecto ISMO¹⁴⁶, por ejemplo, el propósito es: Obtener recursos para

¹⁴⁴ Entrevista en instalaciones del Grupo Vitalmex, abril de 2009.

¹⁴⁵ Entrevista en la empresa, abril de 2009.

¹⁴⁶ Monitor de Espectroscopía de Impedancia.

poder invertir en nuevos proyectos de I+D+i, cambiar de instalaciones, contratar personal, re-invertir en proyectos.

A la fecha de la realización de las entrevistas), Innovamédica no contaba con un modelo de gestión de tecnología.

6.3 Gestión de tecnología en Innovamédica

De acuerdo con el marco analítico propuesto en esta tesis, para el análisis de la gestión de tecnología se consideran cuatro subcategorías de análisis: estrategia tecnológica (alineada con la estrategia de negocios); estructura organizacional (organigrama, equipos y comisiones de trabajo, organización de la I+D+i); operación (proceso de producción de la empresa, y tareas, procesos y proyectos de I+D+i), y gente preparada para gestionar tecnología y liderar proyectos tecnológicos. Se da cuenta a continuación de lo que en Innovamédica se realiza.

6.3.1 Estrategia tecnológica de Innovamédica

Para glosar la política de I+D de la empresa podrían retomarse los siguientes párrafos de su perfil empresarial:

Innovamédica está dedicada a la investigación, el diseño y el desarrollo de nuevos dispositivos médicos. Incorpora un grupo interdisciplinario de ingenieros, diseñadores, científicos y médicos, que provee un amplio rango de servicios que incluyen la investigación de mercados, análisis de patentabilidad, diseño industrial y eléctrico, prototipos rápidos, la planeación y coordinación de pruebas in-vitro, in-vivo, y clínicas (...)

Nuestros proyectos actuales están en las siguientes áreas: cardiovascular anestesia, cuidado crítico, cirugía con invasión mínima y audiolología. No obstante, debido a la diversidad y experiencia de nuestro *staff* nosotros podemos ampliar nuestra investigación en el terreno de los dispositivos médicos y de las ciencias de la vida. Contamos también con soporte de un ecosistema extendido de alianzas con universidad de prestigio, hospitales, especialistas médicos, asesores y laboratorios de investigación lo cual nos permite desplegar los recursos óptimos para cada proyecto¹⁴⁷.

Según datos de la empresa, hasta diciembre de 2006 la empresa había invertido unos 5 millones de dólares en investigación y desarrollo. La inversión anual en proyectos de I+D en los últimos tres años ha sido de alrededor de 328,500 dólares en promedio, lo que equivale a una inversión cada año del 30% de sus ventas¹⁴⁸.

¹⁴⁷ Innovamédica (2009, p. 2). Traducción del autor.

¹⁴⁸ Entrevista con la Gerente de Finanzas de Innovamédica, 19 de mayo de 2009.

Alineación con la estrategia de negocios de la empresa

La actual estrategia de negocios de la empresa es dual. En el corto plazo, vender servicios de I+D, y otros mencionados en los antecedentes del caso; y en el largo plazo, obtener ingresos por la licencia de patentes y la transferencia de tecnología. Para la perspectiva de largo plazo, la empresa busca crear un brazo financiero en Estados Unidos, pues en México hay muy poco capital de riesgo, que pueda dar financiamiento a los proyectos en un horizonte de tiempo de tres años.

Para ello, y como un resultado del proyecto “Espectrómetro de impedancia de la mucosa gástrica” con el que comenzó la empresa – en inglés Gastric Mucosa Impedance Spectrometer-, Innovamédica creó la empresa spin-off *Critical Perfusion Incorporated* (cuya página Web es: <http://www.criticalperfusion.com/>), que reúne dinero para poder hacer las pruebas clínicas, obtener la aprobación de la *Food and Drug Administration* (FDA), proceso que se llevará un par de años y, una vez obtenida esa aprobación, buscará más recursos para la siguiente etapa del proyecto, que es la industrialización de sus productos; esto es, de los equipos denominados *Impedance Spectrometer Monitors*.

Y, por otro lado, busca incrustarse en el mercado norteamericano capturando clientes que sean apoyados por el Programa Small Business Innovation Research (SBIR) del gobierno norteamericano. Para ello ha creado la empresa Abdeo Medical, cuya página Web es: http://www.abdeo.com/index_page.html

Otra parte de la estrategia de negocios de Innovamédica consiste en crear más empresas que salgan de sus proyectos. Por lo menos otro *spin-off* en 2010, o en 2011 como máximo, a partir de los proyectos en desarrollo. Para ello cuentan en la actualidad con tres oportunidades de negocio.

En relación a su modelo inicial de negocios, Emilio Sacristán explicó de manera muy clara en qué consistía, en la entrevista que concedió a la periodista Paola Morales del periódico *El Universal* el 4 de diciembre de 2006¹⁴⁹:

Se asemeja a un fondo de capital de riesgo que es asignado a aquellos proyectos que tienen más potencial para impactar el mercado de la biomedicina. El objetivo es generar productos atractivos cuya propiedad intelectual sea de interés para compañías líderes en el ramo de comercialización de productos biomédicos. Es una incubadora de negocios y sus procesos de selección y monitoreo están a cargo de un equipo interdisciplinario de trabajo que puede llegar en ocasiones hasta 65 investigadores.

Estamos tratando de aprovechar la situación particular en México, donde hay instituciones de investigación de altísimo nivel con investigadores muy buenos, buena infraestructura, pero estamos muy aislados del sector productivo, sacando

¹⁴⁹ Sacristán, 2006b.

algo que de veras impacte al sector productivo, sin embargo tenemos un sector empresarial muy desvinculado de la innovación, con algunas excepciones muy brillantes.

Innovamédica invierte en la fase del desarrollo del producto: `En todo lo que es ciencias de la salud, la tecnología tiene que pasar por una etapa muy larga y con una inversión importante. Desde que tienes una idea, un concepto probado, hasta que tengas un producto que se pueda comercializar. Se tienen que hacer pruebas de seguridad, de validación, publicar los resultados científicos, usar el producto, entender cómo se va a vender, cómo se va a distribuir. Todo eso es en lo que nos concentramos, antes de que llegue a ser un producto definido´.

(La empresa) evalúa en promedio 100 proyectos al año; (y) elige entre uno y dos¹⁵⁰. `Los proyectos deben cumplir con las siguientes características: innovadores; que se puedan patentar; que sean proyectos en los que se tenga la capacidad de darle un importante valor agregado; y que sean atractivos comercialmente con mercado muy grande´.

Buscamos proyectos en los que vamos a tener la oportunidad de multiplicar el valor de la propiedad intelectual. Entonces invertimos en sacar las patentes, darle una proyección de mercado, hacer las pruebas, hacer los prototipos, definir el producto, cuánto va a costar, cómo y dónde se va a vender.

Estrategia tecnológica de Innovamédica

En la empresa Innovamédica no utilizan el concepto de estrategia tecnológica. Si bien se puede deducir ésta de su cartera de proyectos en la que invierten un buen porcentaje de sus ventas cada año, como se describe en el siguiente apartado. Se puede comentar que, en los hechos, la estrategia tecnológica de la empresa se refleja en las áreas tecnológicas que prioriza, en los nuevos negocios hacia los que apunta, y en las inversiones que realiza en sus actividades de investigación, desarrollo e innovación.

Gasto en I+D

A la fecha, Innovamédica no ha tenido ingresos por la venta de nuevos productos, dado que los proyectos donde ha invertido muy fuerte en I+D están en etapas avanzadas de desarrollo, pero aún no finalizan. De igual forma, el porcentaje de productos y servicios en el mercado que han pasado por I+D+i en los últimos tres años es cero. Sin embargo, el esfuerzo que hace la empresa en sus inversiones

¹⁵⁰ Esta era una meta muy ambiciosa que se tenía para la empresa. Sin embargo, según precisión posterior del Subdirector de I+D: "Creo que ni en los casi 5 años que llevo (trabajando en la empresa) he visto pasar en conjunto más de 50". Lo cual no deja de ser, de todos modos, un número interesante para una pequeña empresa.

en I+D+i es grande, dado el tamaño de la misma y sus características. Inclusive en estos momentos de crisis económica piensan continuar sus inversiones. En palabras de su actual Director General (Marcus Dantus):

Probablemente en porcentaje la inversión va ser la misma, pero estamos haciendo un esfuerzo para incrementarla. Este fue uno de los problemas de la conceptualización de la empresa desde sus inicios; la empresa se inicia como una especie incubadora, con un elemento crítico faltante que es el dinero. Entonces, parte de mis esfuerzos ha sido tratar de conseguir ese dinero, pero la idea es invertir mucho más, mucho más. Viéndolo como una estrategia de largo plazo. Esto es, se va ir incrementando hasta que se vuelva el foco de la empresa. Quiero llegar a que el 100% de la inversión sea interna. Cuando ahorita probablemente estaremos en el 20 o 15%.

No obstante, Innovamédica ha tenido ingresos anuales, en los últimos tres años, por la venta de servicios a otras organizaciones entre los 14 y 20 millones de pesos. El impacto económico de sus ventas es medido utilizando como indicador *Utilidades antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización* (EBITDA, por sus siglas en inglés). Las cifras de ambos indicadores, para los últimos tres años, se presentan en la Tabla 29.

En dicha tabla se incluyen también los gastos en Investigación y Desarrollo de los últimos tres años, en pesos y como porcentaje de las ventas de la empresa. Estos gastos han sido realizados en la ejecución de tres proyectos de I+D: Monitor de Espectroscopía de Impedancia (ISMO), el Medidor de la Estimulación Efectiva de un Implante Coclear (MEEIC), y el Vaporizador.

Tabla 29. Ventas, utilidades e inversiones en I+D de Innovamédica (2006-2008)

Indicador	2006	2007	2008
Ventas de Innovamédica (miles de pesos)	15, 322.62	14, 403.99	20, 767.51
EBITDA (miles de pesos)	1,370.19	2, 377.14	2, 513.03
Gastos realizados en actividades de I+D (miles de pesos)	4, 544.72	4, 333.49	4, 228.82
% de ventas que se dedica a I+D	29.66	30.09	20.36

Fuente: Entrevistas en Innovamédica.

Otro dato que se puede resaltar sobre el esfuerzo que hace Innovamédica en I+D, es la inversión realizada en el desarrollo del corazón artificial. “En la investigación se han invertido aproximadamente 30 millones de pesos¹⁵¹. Se trata de un sistema que no reemplaza al corazón natural, sino que lo asiste en lo que se puede

¹⁵¹ Por parte de su socio Vitalmex, quien contrata a Innovamédica para la realización del proyecto.

recuperar o trasplantar; se prevé que tenga un precio final de mil 500 dólares contra los 50 mil dólares que hoy cuesta en el mercado” (Sacristán, 2006b).

6.3.2 Estructura organizacional de Innovamédica

Innovamédica cuenta con un Consejo de Administración constituido por las siguientes personas: Grupo Vitalmex, cuyo Presidente, Jaime Cervantes Hernández, es a su vez Presidente de Innovamédica, Emilio Sacristán Rock, Nafin-Fondo Emprendedores, Emilio Sacristán Roy, Gustavo Chapela (Consejero Independiente), César Pérez Barnés (Consejero Independiente, con *expertise* en capital de riesgo e inversión), Jaime Cervantes Covarrubias (Consejero Suplente).

Como se observa en la Figura 11, la estructura organizacional de Innovamédica es la siguiente: una Dirección General, encabezada por Marcus Dantus Mochan, una Dirección de Investigación y Desarrollo, encabezada por Emilio Sacristán Rock, que cuenta con cuatro subdirecciones de I+D, uno de cuyos responsables cuenta con experiencia en diseño, manufactura y comercialización de equipo biomédico, otro cuenta con experiencia en estadística y muestreo, y los otros dos tienen experiencia en investigación clínica¹⁵².

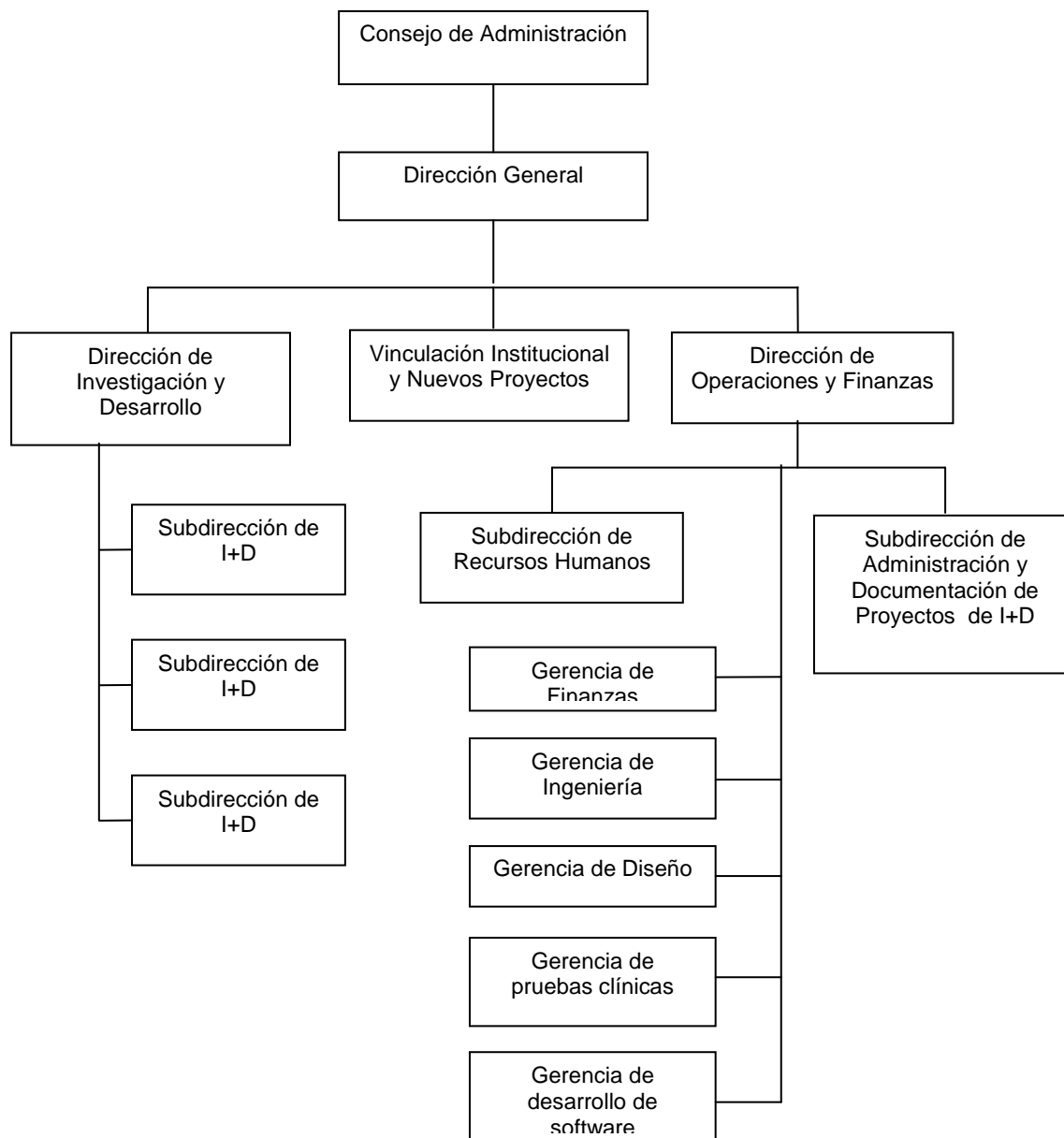
Cuenta con una *Dirección de Operaciones y Finanzas* con dos subdirecciones: *Administración y documentación de proyectos*, *Recursos Humanos*, y cinco gerencias: Finanzas, Ingeniería, Diseño (Industrial y Mecánico), Pruebas clínicas y Desarrollo de Software; más el área de Tecnologías de Información. Dado que la Dirección de Operaciones y Finanzas está vacante en estos momentos (Abril, 2009), estas gerencias le reportan en la actualidad al Director General.

El responsable del área de Vinculación Institucional y Nuevos Proyectos se encarga de las ventas en México. Su función es atraer recursos por la vía de clientes y proyectos, y colabora en las negociaciones para la transferencia de tecnología. Él le reporta al Director General. Señala uno de los subdirectores de I+D: “Él entiende el mercado, la necesidad del médico, y entiende al burócrata. Generó los convenios con SSA e IMSS”.

Por su parte, en su forma de operación, es de tipo matricial. Cuentan con departamentos de Diseño e Ingeniería Mecánica, de Ingeniería Biomédica, de Pruebas Clínicas, de Documentación, de Propiedad Intelectual, y de *Software*, y el trabajo es ejecutado por proyectos. Estos jefes de departamento le reportan tanto a la Dirección de I+D como a la Dirección de Operación y Finanzas. En la empresa no cuentan con un área que se encargue de la gestión de tecnología.

¹⁵² Una estructura organizacional muy convencional por cierto, con una operación de tipo matricial.

Figura 11. Organigrama de Innovamédica



Fuente: Elaboración propia, con base en entrevistas.

En la actualidad (abril de 2009) laboran en la empresa 40 personas, de los cuales 30 de dedican de tiempo completo a actividades de I+D+i: 23 en el desarrollo de *software*, actividades de ingeniería mecánica, diseño industrial, ingeniería biomédica, ingeniería electrónica, y seis dedicados de tiempo completo a la documentación (búsqueda de patentes, artículos científicos y técnicos) y a la administración de proyectos de I+D.

6.3.3 Procesos de gestión de tecnología

En relación a cómo se gestiona la tecnología en Innovamédica se encontró que la empresa no cuenta con un área que se encargue de gestionar o administrar la tecnología. Sin embargo, hay una serie de procesos y actividades que sí se realizan de gestión de tecnología.

Un análisis de los principales procesos de gestión de tecnología en Innovamédica, su frecuencia de uso, su nivel de desarrollo, su incidencia en los procesos de innovación de la empresa, y el grado de dominio que de ellas tiene el personal de la empresa se muestra en el Anexo X de esta tesis. Resaltan con un nivel de madurez alto los siguientes, según se puede observar en la Tabla 69 del Anexo X: Investigación y Desarrollo; administración de proyectos tecnológicos; gestión de cartera de proyectos, que realiza el Director General; protección intelectual; vigilancia tecnológica (de patentes y artículos científicos y técnicos); vinculación con universidades y organismos públicos del sector salud; evaluación de tecnología; *benchmarking*. Estos procesos, más una serie de actividades, de gestión de tecnología se realizan por personal de las diferentes áreas de la empresa como se puede ver en la Tabla 30, si bien no se realizan de forma continua ni estructurada en todo los casos.

Tabla 30. Actividades de gestión de tecnología que realizan diversas áreas de Innovamédica

Área de la empresa	Actividades de gestión de tecnología
Subdirección de Documentación y Administración de Proyectos.	Vigilancia tecnológica, transferencia de tecnología, identificación de vinculantes en universidades y centros públicos de I+D, redacción de patentes, compilación de la documentación que integra los paquetes tecnológicos. Trámite de patentes, contratando bufetes especializados de México y Estados Unidos.
Dirección de I+D, subdirecciones y departamentos de I+D	Investigación y desarrollo tecnológico, pruebas, registro de resultados de pruebas, asimilación de tecnología, implementación de tecnología, desarrollo de la documentación que integra los paquetes tecnológicos.
Dirección de I+D	Actividades de innovación tecnológica, obtención de financiamiento, búsqueda de socios.
Dirección General, con el apoyo del responsable del área de Vinculación Institucional y Nuevos Proyectos, y de despachos externos.	Negociación de contratos de transferencia de tecnología y convenios de vinculación.
El socio comercial (Vitalmex)	Obtención de registros sanitarios.

Fuente: Entrevistas en la empresa.

Como se puede ver ha sido un proyecto muy complejo, al que se le ha invertido mucho esfuerzo y recursos, donde la gestión de tecnología ha jugado un rol fundamental para hacer que el proyecto avance hacia la innovación.

Las actividades que forman parte de su metodología de transferencia de tecnología son: Definición de criterios y reglas de colaboración con instituciones de educación superior (IES) y centros de I+D; firma de convenios generales de colaboración con centros de I+D, universidades y el IMSS; cabildeo; diseño y prueba de la metodología.

6.3.4 Gestores de tecnología

En la actualidad laboran 40 personas en Innovamédica, de los cuales 30 dedican de tiempo completo a actividades de I+D+i. Sin embargo, no cuentan con personal dedicado específicamente a la gestión de tecnología como tal, por lo menos no se reconoce formalmente la existencia de gestores de tecnología, ni de un área de gestión de tecnología dentro de la empresa.

Tampoco se reconoce hoy la necesidad de contar con un gerente o gestor de tecnología, porque:

Ha habido muchos eventos que han enturbiado la visión de la situación y de la necesidad de contar con uno de ellos, parte de eso ha sido la operación diaria que no ha permitido disponer de recursos para generar un área de gestión de tecnología y para contratar a alguien especializado en el tema. La mente de alta dirección, el foco de atención, no ha tomado como prioridad ese aspecto (la gestión de tecnología). Las prioridades son la operación y la subsistencia de la empresa, pues se ha dependido de un único cliente: Vitalmex¹⁵³.

6.4 Capacidad de innovación en Innovamédica

En esta sección se describe la capacidad de innovación de la empresa utilizando para ello dos subcategorías de análisis que fueron incluidas en el marco analítico de la gestión de tecnología en la empresa utilizado en esta tesis: a) Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos (de I+D, diseño e ingeniería e innovación), y b) Capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías externas. Se incluyen después las innovaciones producidas por la empresa como evidencia de su capacidad de innovación.

¹⁵³ Entrevista a Subdirector de I+D.

6.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos

Como ya se mencionó en la sección 2.3.4 de esta tesis, la capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos (I+D, diseño, ingeniería e innovación) implica contar con personal que tenga los conocimientos, habilidades y talento necesario para realizar tareas complejas, de alto riesgo técnico, económico y comercial, y para poder planear, organizar y realizar actividades en las que intervienen personal que provienen de diversas disciplinas, con diferentes antecedentes y experiencias profesionales. Se informa a continuación sobre el personal con el que cuenta la empresa, y sobre los proyectos de I+D+i que han sido ejecutados en años recientes.

Personal dedicado a las actividades de I+D+i

Actualmente laboran 40 personas en Innovamédica, de los cuales 30 de dedican de tiempo completo a actividades de I+D+i, 23 de ellos en actividades de desarrollo de *software* e ingeniería, y seis dedicados de tiempo completo a la documentación y administración de proyectos de I+D.

Experiencia en ejecución de proyectos tecnológicos

Además de lo anterior, la experiencia y capacidad que muestran los miembros de la empresa en la formulación, ejecución, evaluación y venta de proyectos de I+D+i, da cuenta de la existencia de esta práctica de gestión de tecnología muy desarrollada y dominada por ellos.

Así, sobre cómo ejecutan técnicamente los proyectos de innovación, se pueden reproducir la siguientes palabras del fundador de la empresa, que explican parcialmente cómo es el típico desarrollo de un proyecto dentro de Innovamédica (Sacristán, 2006a, p. 2):

La primera etapa es la *prueba de concepto*, esta es la que se realiza en las universidades donde se «juega con las ideas», se empiezan a tener resultados satisfactorios y entonces parece que puede funcionar. Aquí es donde entra Innovamédica y «compra» el proyecto e invierte alrededor de un millón de dólares durante 5 años para desarrollar un prototipo y hacer todas las validaciones, haciendo pruebas en animales, etc. Una vez que es un producto funcional, se transfiere la tecnología a una empresa para empezar el proceso de comercialización. Transcurrirán aproximadamente dos años antes de que el producto salga al mercado. Lo que indica que para poder realizar la segunda etapa, *el desarrollo y validación del producto*, es necesario crear mecanismos para que el capital privado pueda entrar a las universidades sin sacrificar los principios y valores de la educación pública, porque los modelos tradicionales son

muy limitados. Es necesario tener mayor vinculación entre la academia y las empresas, y entre las propias instituciones de educación superior.

Ahora bien, ¿cómo se administran los proyectos en la empresa? Lo narra el Mtro. José Luis Urrusti, Subdirector de I+D:

Los proyectos de I+D tienen un responsable administrativo, es el *Coordinador del proyecto*, y un responsable técnico. Ambos tienen a su cargo a líderes de proyecto (de tareas, en realidad), y a los miembros del equipo de trabajo. Son tres niveles en la parte de ejecución de los proyectos: equipos de trabajo, líderes de tareas y responsable técnico que hace mancuerna con el responsable administrativo.

En Innovamédica contamos con un *Sistema de Reporteo*, que está en la Intranet, en los que a fines de mes se introducen reportes de los equipos de trabajo con información tomada de las bitácoras de los proyectos. Cada quien sube sus reportes al sistema, ubicando sus actividades en los proyectos diversos en los que participa. Hay cajones de información en distintos lados. Los primeros tres días del mes siguiente, los líderes de proyectos (o de tareas) pueden ver esa información, reciben la contribución de los miembros de los equipos de trabajo, y con ello elaboran su propio reporte como líder de tarea, y así sucesivamente. Se pasa entonces al siguiente nivel jerárquico (responsable técnico) quien a su vez realiza su reporte técnico los primeros 5 días del mes, y ese reporte va a dar al Director de I+D y al Director de Operaciones y Finanzas, para que ambos tengan la perspectiva global del proyecto. Los responsables técnico y administrativo de cada proyecto elaboran también el reporte que entregan a los clientes.

Cada responsable técnico puede consultar reportes de meses anteriores. Se pueden editar los reportes actuales, pero no los pasados.

Para documentar de mejor forma cómo gestionan sus proyectos de investigación, desarrollo e innovación y qué resultados obtienen de ellos, se solicitó a los informantes que narrasen el proyecto de innovación más representativo de la empresa en los últimos tres años, e indicasen por qué lo consideran así. Se sintetiza a continuación lo dicho por ellos.

El proyecto de innovación tecnológica más representativo de la empresa ha sido el proyecto "Impedance Spectrometer Monitor", ISMO por sus siglas en inglés. Es el proyecto con el que comenzó Innovamédica. Es un proyecto ejemplar. Es el más representativo porque es un proyecto de Innovamédica, y es más innovador que el otro proyecto importante: "Dispositivo de Asistencia Ventricular" (VAD), pero que fue contratado por el Grupo Vitalmex.

ISMO es un sistema que está compuesto por una consola de estimulación, de procesamiento y despliegue de información, y una sonda nosogástrica, cuyo mercado son todos los pacientes de terapia intensiva a nivel mundial. Su principio de funcionamiento se basa en la espectroscopia de impedancia. Sirve para

monitorear el daño que sufre la mucosa gástrica cuando hay un estado de choque o una baja perfusión sanguínea en el paciente. Innovamédica cuenta con cinco patentes a nivel mundial (USA, Europa, México, Sudamérica) sobre esta tecnología. La empresa gasta en las patentes de este desarrollo tecnológico alrededor de un millón de pesos por año.

Se estuvo en pláticas con una empresa trasnacional para transferirle la tecnología de Innovamédica. Se elaboró un *Due Diligence*. La trasnacional argumentó que el paquete tecnológico no estaba listo, y en un momento dado abandonó las negociaciones que tenía con la empresa Innovamédica. Esto obligó a un cambio de estrategia por parte de Innovamédica. La estrategia actual de la empresa ha sido abrir una nueva empresa en Estados Unidos, licenciarle las patentes, transferirle el paquete tecnológico que está casi listo, y formar un grupo de profesionales que validen el desarrollo con la FDA, desarrollen la etapa de producción y comercialización del producto en Estados Unidos. Es una empresa *spin-off* llamada *Critical Perfusion Incorporated* (CPI) con sede en Silicon Valley. A esta segunda empresa se busca capitalizarla, buscando la participación de inversionistas de riesgo. Al hacerlo, la propiedad de Innovamédica se diluirá. La empresa busca poner en el mercado un producto que se basa en una tecnología disruptiva. Obviamente, se busca que CPI sea un caso de éxito. Se busca que CPI crezca, hasta que “se la coma” una empresa más grande.

El mercado norteamericano es el más grande y el más difícil desde el punto de vista regulatorio. Se busca cumplir con buenas prácticas de manufactura (BPM) impuestas por la FDA. En 2009 se realizarán pruebas piloto en un laboratorio acreditado por FDA con BPM.

Las actividades de gestión de tecnología que se han realizado en este proyecto son las siguientes, que no están en orden de precedencia ni de importancia:

- Investigación y desarrollo tecnológico.
- Propiedad intelectual; se formularon inicialmente cinco patentes, de las cuáles se derivaron otras siete, dando un total de 12 patentes tramitadas en diversos países.
- Revisión de la literatura científica para la validación técnica y científica de la tecnología.
- Publicación de artículos técnicos por los investigadores del proyecto.
- Vigilancia tecnológica de competidores.
- Evaluación/ revaloración del desarrollo del proyecto.
- Elaboración del plan de negocios, y actualización del mismo.
- Administración del proyecto.
- Obtención de financiamiento público (CONACYT, Secretaría de Economía, NAFIN) y privado.
- Creación de una empresa *spin-off* de Innovamédica.
- Licencia de patentes a CPI.

- Transferencia de tecnología a CPI.

Con el paso del tiempo, y con base en sus experiencias, la empresa ha desarrollado una metodología de evaluación de proyectos de I+D+i. Las actividades que se realizan como parte de esta metodología son: Identificación y definición de criterios de evaluación (mercado, nivel de innovación, factibilidad técnica, rentabilidad) y selección de proyectos; definición de roles (quienes participan); creación de un comité a nivel Grupo Vitalmex, que se reflejó a nivel de Innovamédica, donde participan las cabezas de las principales áreas (Manufactura, Finanzas, I+D, etc.) con la finalidad de aprobar o rechazar proyectos tecnológicos.

6.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías

Innovamédica es una empresa que se vincula con universidades e institutos de investigación para realizar la mayor parte del trabajo de investigación, para eso firma convenios de colaboración con ellas. En palabras de su fundador, en Innovamédica “se diseñan los prototipos, se protege toda la propiedad intelectual y se maneja todo el dinero de los proyectos” (Sacristán, 2005). Entre otras instituciones se vincula con la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, el IMSS, SSA, el Instituto Nacional de Cardiología, el IMACOAR, la Universidad de Yale.

En relación a lo anterior, y cuestionado sobre las medidas de corto, mediano y largo plazo que ha adoptado la empresa ante la crisis económica, el Director General de Innovamédica plantea:

Nosotros, no necesariamente a razón de la crisis, pero a pesar de la crisis, estamos en un proceso de expansión. Y en ese sentido hemos tomado un par de medidas importantes. Por ejemplo, estamos arriesgando un poquito menos, en el sentido de que uno de los factores para tomar un proyecto es que nos paguen, eso antes no lo hacíamos. Otra medida: Realmente estamos haciendo un esfuerzo de vinculación, de lo que llamamos *business development*, con universidades, pero no nada más con universidades, también con fondos de inversión por ejemplo, más en Estados Unidos pero también en México (...) Eso lo iniciamos en octubre del año pasado, justo cuando empezó la crisis. Y, bueno, estamos haciendo mucho esfuerzo por el lado de *marketing*. Esta empresa realmente no tenía mucho *marketing*, y ahora sí. Pero, te digo, no es necesariamente como una respuesta a esta crisis, sino es a pesar de la crisis que lo estamos haciendo.

6.4.3 Innovaciones producidas

Durante sus casi nueve años de operación, Innovamédica ha estado desarrollando nuevos productos, basado en lo que ellos llaman “tecnologías disruptivas”, pues no están interesados, ni forma parte de su estrategia, en producir innovaciones graduales o incrementales. Al fundador de la empresa le parece que:

(...) la regla básica para poder innovar es no copiar, y esto es algo que nos ha retrasado mucho en México (...) `esta idea de la sustitución de importaciones, siempre te tiene dos pasos atrás: hace que termines con una tecnología casi obsoleta y que no reduzcas los costos como pensabas; es decir, tenemos que enfocarnos en hacer cosas realmente nuevas para México y para todo el mundo, que sean patentables, que te den una ventaja competitiva, clara y defendible´. Evidentemente innovar es un riesgo, pero hay que saberlo administrar, es una apuesta donde se debe disminuir al máximo los riesgos en el menor tiempo posible haciendo las pruebas claves que indiquen si el proyecto será un fracaso gastando la menor cantidad de recursos¹⁵⁴.

Este enfoque, aunado a los ciclos tan largos de desarrollo de tecnologías para uso médico, más la falta de recursos financieros – que han tenido que buscar en cada etapa de los proyectos-, ha provocado que aún no hayan lanzado un nuevo producto al mercado. Sin embargo, se espera que el producto *Intrubag*, instrumento de apoyo quirúrgico para recuperar tejidos sin generar contaminación, que les fue encargado por Grupo Vitalmex sea re-lanzado este año 2009 al mercado¹⁵⁵. Ya se hicieron pruebas clínicas en hospitales de este producto y están en las últimas pruebas, previas a su comercialización. Si logran lanzarlo al mercado, ésta sería su primera innovación de producto.

En entrevista de 2006, el fundador de la empresa había comentaba sobre el riesgo que implica innovar y cómo controlarlo (Sacristán, 2006a, p.2):

Evidentemente, innovar es un riesgo, pero hay que saberlo administrar, es una apuesta donde se debe disminuir al máximo los riesgos en el menor tiempo posible haciendo las pruebas claves que indiquen si el proyecto será un fracaso gastando la menor cantidad de recursos. Hasta la fecha Innovamédica ha estudiado alrededor de 500 proyectos de los cuales ha tomado 6 que desarrolla actualmente, debido a que los demás no garantizan ser proyectos competitivos.

Otros proyectos de I+D+i están en su fase terminal de desarrollo. Como señala su Subdirector de I+D: “El siguiente paso sería el de su transferencia para su producción, se tiene el plan de negocio y el producto probado, pero falta su registro sanitario, su industrialización y comercialización”. Es el caso de dos desarrollos tecnológicos que están en proceso de transferencia: i) Dispositivo

¹⁵⁴ Sacristán (2006a, p. 2).

¹⁵⁵ Vitalmex vendía hace años una versión anterior de este producto, que sacaron del mercado por defectos en su diseño.

(ventrículo) de asistencia ventricular, también llamado *corazón artificial*; y, 2) Espectrómetro de Impedancia Tisular (ISMO), que “es un sistema para monitorear a pacientes en terapia intensiva y sirve para ver cómo se está dañando el tejido del cuerpo por falta de oxigenación en pacientes que están en choque”¹⁵⁶, aparato que se estima, por el actual Director General de la empresa, Marcus Dantus, que saldrá al mercado en dos años.

En ambos desarrollos tecnológicos se han hecho fuertes inversiones por parte de la empresa. Sobre el dispositivo de asistencia ventricular, declaraba su Director General en 2005:

El proyecto requirió de una inversión de 2.2 millones de dólares; en él participan seis empresas y 60 expertos de diferentes instituciones como la Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa, el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, el Instituto Mexicano de Asistencia Circulatoria y Órganos Artificiales (Imacoar) y el Texas Heart Institute¹⁵⁷.

Según opinaron los entrevistados, las principales innovaciones que la empresa ha producido en los últimos tres años se presentan en la Tabla 31, y son innovaciones organizacionales y de negocios.

Tabla 31. Principales innovaciones de Innovamédica

Tipo de innovación	Nombre de la innovación	Fecha de lanzamiento o realización
Innovaciones de producto o servicio	No tienen.	
Innovaciones de proceso (de gestión tecnológica)	Proceso “Metodología de innovación y transferencia de tecnología”, para poder llegar con la IES y poder negociar rápidamente.	En 2008 se puso en papel.
	“Metodología de evaluación y selección de proyectos de I+D”, para evaluar desarrollos tecnológicos.	En 2006.
Innovación de mercadotecnia	“En sí, el modelo de negocios de Innovamédica es una innovación mercadotécnica”.	17 de octubre de 2000.

Fuente: Entrevistas del autor en Innovamédica y Grupo Vitalmex, abril 2009.

¹⁵⁶ E. Sacristán, declaraciones al periódico *Reforma*, publicadas el 20 de octubre de 2005.

¹⁵⁷ *Ibid.*

De acuerdo, con el Director de Operaciones y Finanzas, una innovación de *proceso de gestión de tecnología* sería la “Metodología de innovación y transferencia de tecnología” que, en su opinión, les permite llegar con las instituciones de educación superior (IES) y poder negociar de forma rápida. Señala:

La metodología establece claramente las reglas para poder avanzar más rápido en la vinculación. Esto nos ha funcionado bien. El proceso se acorta, se estandariza el proceso de transferencia e innovación. Sin embargo, no estoy seguro de hasta dónde es una innovación de proceso.

El Director de Operaciones y Finanzas considera también que su “Metodología de evaluación y selección de proyectos de I+D” es una innovación de proceso. La comenzaron en 2006, y se ha ido depurando con el tiempo.

La creación de CPI, entre marzo y mayo de 2008, con el fin de reunir capital suficiente para concluir la etapa pre-comercial y para la comercialización final de ISMO, así como la creación de Abdeo Medical, en las mismas fechas, con el fin de incursionar en el mercado norteamericano son, en opinión de su Subdirector de I+D, una innovación organizacional¹⁵⁸. Pero sobre esto no hay consenso, pues el Director de Operaciones y Finanzas considera que, más bien, estas medidas forman parte de una estrategia comercial articulada por el Director General y aprobada por el Consejo de Administración.

En lo que sí están de acuerdo ambos es que el modelo de negocios de Innovamédica es, en sí misma, una innovación¹⁵⁹. Señala el Director de Operaciones y Finanzas: “Innovamédica puede: i) Ser socio de un proyecto y compartir riesgo, ii) Puede ser simplemente una empresa que vende servicios (I+D, plan de negocios, pruebas, diseños, análisis de patentabilidad); o bien, iii) Puede asumir el 100% del riesgo de un proyecto. Esta es una diferencia con las empresas *spin-off* que se crean en Estados Unidos, pues Innovamédica es una *spin-off*, y es también una incubadora que genera sus propios proyectos, y ejecuta también proyectos y servicios para terceros. Es un negocio híbrido”.

6.5 Condiciones y contexto para la innovación en Innovamédica

Se solicitó a tres de los entrevistados, Director General (DG), Subdirector de I+D (SID) y Director de Operaciones y Finanzas (DOF), que calificaran de mayor a menor importancia una serie de condiciones necesarias para la innovación que se

¹⁵⁸ “Relativas a la empresa”, precisó posteriormente, en comunicación personal con el autor de esta tesis (22 de marzo de 2010). Acotando que: “Quizá la primera también sea una innovación organizacional relativa al sector”.

¹⁵⁹ Pero, mientras un entrevistado opina que es una innovación mercadotécnica, el otro lo califica como una innovación organizacional.

les presentó por el autor de este trabajo, condiciones reportadas en la literatura, solicitándoles que agregaran otras condiciones que en su opinión deben tomarse en cuenta. Aquí se mencionan solo algunas opiniones, el resto se muestra en el Anexo XI de esta tesis.

Los entrevistados coinciden en la importancia de una cultura innovadora en la empresa, pero difieren en su apreciación de las demás condiciones. En opinión del actual Director General de la empresa, Marcus Dantus:

Lo más importante es la necesidad del mercado, si no lo ves así, pues cometes un grave error. El innovar, y eso es algo que he aprendido a golpes, basándote en tu capacidad tecnológica, en vez de lo que el mercado necesita, es un grave error.

Sin embargo, hay opiniones muy cercanas, por su importancia, sobre las otras tres condiciones que encabezan la lista: personal capacitado para realizar tareas de I+D, líderes que impulsan la innovación¹⁶⁰, y una estrategia tecnológica o de innovación definida.

Cuando se le cuestionó sobre cómo se han generado en la empresa estas condiciones, y sobre quiénes han participado en generarlas, la respuesta del actual Director General fue:

Hay muchas que no te podría contestar, lo que sí te podría decir, es que por ejemplo, una de las grandes cosas que ha hecho Emilio, que logró en esta empresa, es convocar a un grupo de mentes brillantes en diferentes áreas, es decir tener un equipo muy capaz multidisciplinario, y lograr una cultura de trabajo de colaboración entre los departamentos, y eso siempre hace que tengas maneras mucho más creativas de cómo resolver problemas. Porque viene de varios ángulos, no solo es un Ingeniero Biomédico, sino que es un Ingeniero Biomédico discutiendo con un Ingeniero Mecánico, con un Ingeniero Eléctrico, y eso hace que la solución sea más completa. Eso me gusta mucho. Y eso se mantiene motivando el grupo de trabajo, de varias maneras, y además manteniendo un ambiente que estimule la creatividad y la innovación. Y, a pesar de tiempos difíciles, siempre hay que estimular eso.

Infraestructura

Una condición importante para la innovación es que la empresa cuente con infraestructura adecuada para la realización de proyectos de I+D+i. Dado que el trabajo que realiza es de desarrollo de software, diseño de prototipos, diseño de

¹⁶⁰ Para el caso Innovamédica, esta es sin duda una condición clave.

equipos médicos, documentación técnica y de producto, la empresa cuenta con un área dedicada a esos fines, así como con el hardware y el software necesario.

Para la realización de sus otras actividades (elaboración de planes de negocios, búsqueda de información científica y técnica, vinculación con universidades e institutos de I+D, análisis de tecnologías, estudios de patentabilidad, estudios de mercado, ejecución de proyectos tecnológicos), la empresa cuenta con equipo de oficina, computadoras, software, acceso a Internet, archivos y bases de datos.

Los trabajos de investigación en laboratorios los realizan en instalaciones de las universidades e institutos con los cuales trabajan, se vinculan o llevan a cabo proyectos conjuntos.

6.6 Resultados de la gestión de tecnología en Innovamédica

Los principales resultados que han obtenido de la gestión de tecnología en Innovamédica en los pasados tres años fueron identificados por dos de los entrevistados, y son los siguientes, en orden de importancia:

- Creación de ventajas competitivas: Red de investigadores, proveedores, e instituciones de educación superior; capacidad de administración de proyectos tecnológicos; patentes obtenidas; tienen un nombre –una marca- que se conoce.
- Tecnologías transferidas.
- Patentes obtenidas.
- Proyectos vendidos.

Sin embargo, en términos de *Indicadores de desempeño*, los cinco indicadores de gestión de tecnología que utiliza la empresa, y sus valores en los últimos tres años, son los que se enseñan en la Tabla 32: EBITDA, ventas por servicios de I+D, artículos científico-técnicos publicados, patentes solicitadas y personal capacitado o especializado.

Los indicadores señalados son manejados a nivel de Dirección General de la empresa. Se comparten a todo el personal una o dos veces al año por medio de seminarios internos, y se incluyen, además, en el Informe Anual de Innovamédica.

Tabla 32. Indicadores de gestión de tecnología de Innovamédica de 2006 a 2008

No.	Indicador de gestión de tecnología	2006	2007	2008
1	EBITDA (miles de pesos)	8.94	16.50	12.10
2	Ventas por servicios de I+D (miles de pesos)*	15,322.62	14,403.99	20,767.51
3	Artículos publicados	6	5	1
4	Patentes solicitadas	2	3	5
5	Personal capacitado/ o Especializado	1 doctor, 2 Maestros	1 maestro, 3 alumnos en maestría	1 maestro, 2 alumnos en maestría

Fuente: Entrevistas en Innovamédica.

* **Nota:** Montos nominales. Sin tomar en cuenta la inflación.

Propiedad intelectual

En términos de propiedad intelectual, la empresa cuenta con 7 patentes asignadas, 16 solicitudes regulares de patente y 2 solicitudes provisionales de patentes. Estas patentes y solicitudes se distribuyen como se presenta en la Tabla 33.

Tabla 33. Patentes de Innovamédica por producto en desarrollo

Producto en desarrollo	Patentes obtenidas y en trámite
ISMO (Monitor de Espectroscopía de Impedancia)	<ul style="list-style-type: none"> - Cinco patentes asignadas: Cuatro asignadas por la USPTO; 1 patente otorgada por el IMPI. - Cuatro solicitudes regulares de patente (2 solicitudes en la Oficina Estadounidense de patentes: USPTO, y 2 solicitudes PCT).
VAD (Dispositivo de Asistencia Ventricular)	<ul style="list-style-type: none"> - Dos patentes asignadas (otorgadas por la USPTO). - Diez solicitudes regulares de patente: Una solicitud en la USPTO, 3 solicitudes PCT, 2 solicitudes europeas, 2 solicitudes brasileñas y 2 solicitudes en el IMPI. - 1 solicitud provisional de patente.
MEEIC (Medidor de la Estimulación Efectiva de un Implante Coclear)	<ul style="list-style-type: none"> - Dos solicitudes de patente.

Fuente: Perfil de Innovamédica, 2008, p.8.

6.7 Conclusiones

En este capítulo de la tesis se presentó el reporte del caso individual Innovamédica, construido en base a la información empírica obtenida en entrevistas a profundidad directivos de la empresa, utilizando para ello el cuestionario desarrollado con ese fin por el autor de este trabajo, y que se incluye en el Anexo I. Se utilizó además información obtenida de documentos proporcionados por personal de la empresa, información publicada y entrevistas con el fundador de la empresa, y documentos publicados por la empresa en sus páginas Web y en otros medios.

El análisis efectuado da cuenta de cómo y por qué gestiona tecnología la empresa Innovamédica, en la medida que se han podido identificar las características distintivas de su gestión de tecnología, su forma de trabajo -basada en proyectos, equipos multidisciplinarios, la atención al mercado y la búsqueda de la rentabilidad de la empresa-, sus altas inversiones en I+D+i, sus prácticas de gestión de tecnología (aunque no estén estructuradas), y los resultados que han obtenido de ello en términos de EBITDA, ingreso por ventas de servicios de I+D, desarrollos tecnológicos, patentes, publicaciones científicas y formación de su personal. Además, ha revelado conocimientos sobre cuáles son las principales actividades y procesos que utilizan de gestión de tecnología, su grado de desarrollo (o madurez), y cómo inciden éstas prácticas en la actividad innovadora de la empresa.

Los entrevistados están totalmente de acuerdo con que la empresa está preparada para la innovación y para competir en base a ella, a pesar de que no han producido todavía ninguna innovación, en la medida que cuenta con capacidades y habilidades que son clave para poder hacerlo; capacidad para integrar grupos funcionales y de especialistas; y una cultura organizacional que propicia la innovación.

Visión y decisiones estratégicas

Este caso muestra cómo el desarrollo de una empresa cuya misión es desarrollar tecnologías de uso médico a partir de vincular empresas, universidades, instituciones de investigación y organismos públicos de financiamiento, en un contexto como el mexicano, no es tarea fácil. Más aún si se ha tomado la decisión de hacerlo a partir del desarrollo de tecnologías disruptivas. Ser una empresa líder en un sector así forma parte de la visión del investigador emprendedor que creó la empresa y la de sus socios. Como el caso demuestra, para avanzar por ese camino han tenido que tomar decisiones tales como:

- a) La creación misma de Innovamédica, teniendo como punto de partida un desarrollo tecnológico con potencial de comercialización: el espectrómetro de impedancia tisular (ISMO), contando de entrada con un par de patentes en las que intervino como inventor el creador de la empresa.
- b) La formulación de un plan de negocio que mostraba la viabilidad del mismo, logrando convencer a accionistas nacionales para que entrasen como socios. Con un modelo de negocio basado en la generación de productos atractivos cuya propiedad intelectual sea de interés para compañías líderes en el ramo de comercialización de productos biomédicos.
- c) El desarrollo de un nuevo tipo de negocio en México, no en el mundo, basado en una estrategia de negocios dual, de venta de servicios y licencia de patentes.
- d) Por lo anterior, la consideración de que la protección industrial, la obtención de patentes en particular, es una actividad muy importante que puede dar pie a la creación de ventajas competitivas para la empresa.
- e) La vinculación con universidades y centros públicos de I+D de México y Estados Unidos para completar las propias capacidades y para detectar nuevas oportunidades de negocio de base tecnológica.
- f) La obtención de financiamiento privado y público para la creación de la empresa, la ejecución de los proyectos de I+D, y el sostenimiento de la empresa.
- g) La realización de una inversión elevada, de entre 20 y 30% de las ventas netas anuales, en la ejecución de los proyectos tecnológicos de la empresa.
- h) La creación de un equipo propio de investigadores, diseñadores y desarrolladores de producto, que le permite a la empresa contar con una base mínima de capacidades de I+D, que irá creciendo conforme se vayan teniendo los recursos y las oportunidades para ello.
- i) La creación de dos nuevas empresas, CPI y Abdeo Medical, en 2008 con el fin de reunir capital suficiente para la comercialización final del espectrómetro de impedancia tisular y para incursionar en el mercado norteamericano.

Gestión de tecnología

Por qué gestionan tecnología

En respuesta al por qué gestionan tecnología, los entrevistados han respondido: “para buscar el crecimiento de la empresa basado en la transferencia de tecnología”. Así, los recursos que se obtienen por este medio, ellos los reinvierten en nuevos proyectos de I+D e innovación, y en el fortalecimiento de sus capacidades: mejora de instalaciones, contratación de personal.

Estrategia tecnológica

La empresa Innovamédica no tiene definida una estrategia tecnológica, pero se puede concluir que, sin estar definida de forma explícita, sus acciones apuntan al desarrollo de nuevos productos y negocios de base tecnológica, sustentados en la I+D de tecnologías disruptivas que no existen en la actualidad en el mercado, protegidas debidamente con patentes, y realizando innovaciones en un ambiente de colaboración y vinculación con otras empresas, universidades, centros e institutos de I+D, hospitales, organismos de financiamiento, socios y clientes, en la modalidad de innovación abierta o extendida, respaldando estos hechos con fuertes inversiones en I+D (entre 20 y 30% de sus ventas anuales).

Organización de la gestión de tecnología

Innovamédica no cuenta con un área de gestión de tecnología, ni con gestores de tecnología que se dediquen de tiempo completo a esta actividad. Sin embargo, dadas las características de la empresa (de base tecnológica, enfocada a la I+D+i, desarrollando tecnologías disruptivas, con inversiones significativas, con patentes), buena parte de las actividades que realiza parte de su personal tiene un carácter tecnológico, y varios de ellos han aprendido a gestionar las etapas y acciones de respaldo del proceso de innovación tecnológica, excepto la transferencia de tecnología –en lo que están en la actualidad-, y la industrialización y comercialización de nuevos productos, pues aún no llegan a estas etapas.

Como se mencionó en la descripción del caso, un conjunto de actividades de gestión de tecnología han sido llevadas a cabo por su personal durante la ejecución de sus proyectos tecnológicos.

Capacidad de innovación

La empresa no ha producido a la fecha innovaciones de producto. Están en ese proceso desde hace nueve años. Sin embargo, han desarrollado una serie de capacidades de gestión de tecnología que les ha permitido vincularse con éxito con universidades, hospitales e institutos de investigación de México y Estados Unidos; conseguir financiamiento para crear la empresa, hacerse de equipos, y ejecutar los proyectos de I+D+i en todos estos años; formar una capacidad propia, aunque pequeña, de investigación, desarrollo y prestación de servicios a terceros; obtener siete patentes y tramitar la solicitud de 18 patentes más en México y otros países; evaluar y seleccionar proyectos de I+D; y crear nuevos negocios para levantar financiamiento y comercializar sus futuros productos tecnológicos.

La base del modelo inicial de negocios de Innovamédica fue la vinculación con universidades e instituciones de I+D. De hecho, la empresa es una especie de *spin-off* de la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, no en sentido estricto porque el investigador no ha dejado de laborar en la Universidad, pero sí por su iniciativa de crear la empresa llegando a un acuerdo con la institución.

Cultura de innovación

La empresa cuenta con una cultura organizacional que soporta las actividades de I+D+i moldeada por su fundador, con un ambiente de trabajo flexible, “aplanado” – como dice su actual Director General- a pesar de la forma ortodoxa de estructurarse, con un modelo dual de negocio claramente enfocado en el largo plazo hacia la innovación disruptiva, y en el corto plazo hacia la prestación de servicios de I+D y desarrollo de negocios, que compite en un sector con poca competencia en México pero con jugadores importantes a nivel internacional, y que sin embargo aún no cuenta con innovaciones en el mercado.

Resultados de la gestión tecnológica

El caso muestra las dificultades que tienen las empresas de base tecnológica en sacar nuevos productos al mercado basado en tecnologías disruptivas en un contexto como el mexicano. Estas dificultades no son solo técnicas, sino también financieras, de mercado y organizacionales. Son los riesgos típicos que tienen que enfrentar las empresas que llevan a cabo proyectos de innovación, no solo las empresas de base tecnológica, sino cualquier empresa que intente innovar en un ambiente poco propicio como el nacional, donde no existen prácticamente fondos privados de riesgo y donde las experiencias de creación de este tipo de empresas han sido muy escasas.

Un primer producto mejorado por Innovamédica será lanzado al mercado este año por su socio Vitalmex. Y en la empresa consideran que en dos años más podrían tener listo su primera innovación de producto, una vez que consigan financiamiento y cumplan con las regulaciones establecidas por la FDA en Estados Unidos.

Mientras tanto, la empresa vive de la venta de servicios de investigación y desarrollo y muestra, como resultados adicionales, de los pasados tres años, las 10 patentes solicitadas, los 12 artículos técnicos publicados y el personal que han capacitado.

7. Caismex: una empresa que no innova pero que busca renovarse

En este capítulo se describe cómo y por qué se gestiona tecnología en Caismex, caso construido con información obtenida del personal gerencial y documentos de la empresa.

En la sección 7.1 se describen antecedentes (completados en el Anexo IX de esta tesis), cuáles son sus productos y servicios, y su proceso de producción.

En la sección 7.2 se plantea cuál es el propósito de la gestión de tecnología en opinión de uno de los entrevistados, y se da cuenta de la inexistencia de un modelo de gestión de tecnología.

En la sección 7.3 se describen las principales características organizacionales que explican las pocas actividades que realiza de gestión de tecnología la empresa Caismex: lineamientos de negocios, gastos que hace en proyectos de mejora de proceso, estructura organizacional, formas de trabajo, y personal que realiza algunas actividades de gestión de tecnología. Estas características se corresponden con la categoría 1 de análisis que se propone en el marco analítico de la gestión de tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis.

En la sección 7.4 se describe la capacidad de innovación de la empresa en términos de capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i, y de su capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías de fuentes externas. Estos elementos corresponden a la categoría 2 de análisis que se propone en el marco analítico de gestión de tecnología descrito en la sección 3.4.5 de esta tesis. Se comentan además las innovaciones que la empresa ha generado en años recientes.

En la sección 7.5 se comentan de forma breve las principales condiciones, como es el caso de la infraestructura adecuada, y elementos de contexto que determinan la innovación en la empresa, información que se complementa en el Anexo XI de la tesis.

En la sección 7.6 se describen los principales resultados que ha obtenido la empresa de su gestión de tecnología; y, por último, en la sección 7.7 se reportan las conclusiones del caso.

7.1 Breve perfil de Caismex

Caismex, S.A. de C.V. es una microempresa mexicana fundada en la década de los 60's, que produce lana mineral, colchas de lana mineral y cemento aislante monolítico para recubrir tuberías, equipos e instalaciones industriales, permitiendo que estas se mantengan en mejores condiciones, se ahorre energía gracias a que se disipa mucho menos calor, y evitando riesgos a trabajadores que operan con

tuberías y equipos que manejan fluidos a muy altas temperaturas. También comercializa productos producidos por terceros, tales como: fibra de vidrio, fibra cerámica, perlita expandida, silicato de sodio e impermeabilizantes.

No han definido de forma explícita una misión y una visión, por lo menos en su página Web no las mencionan, pero sí utilizan la siguiente declaración de principios:

Nuestro compromiso con nuestros clientes en términos de precios competitivos, servicio, tiempos de respuesta cortos y cumplimiento en los tiempos de entrega, son los factores que nos ha permitido permanecer en el mercado más de 35 años y presentarnos con Usted.

Productos y servicios de Caismex

Como se mencionó antes, Caismex produce productos propios y comercializa productos de terceros en cinco líneas de productos:

1. Productos de lana mineral.
2. Productos de silicato de sodio.
3. Productos de fibra de vidrio.
4. Pasta impermeabilizante.
5. Servicios de asesoría e instalación de productos termoaislantes.

Las características y usos de sus principales productos se muestran en la Tabla 34.

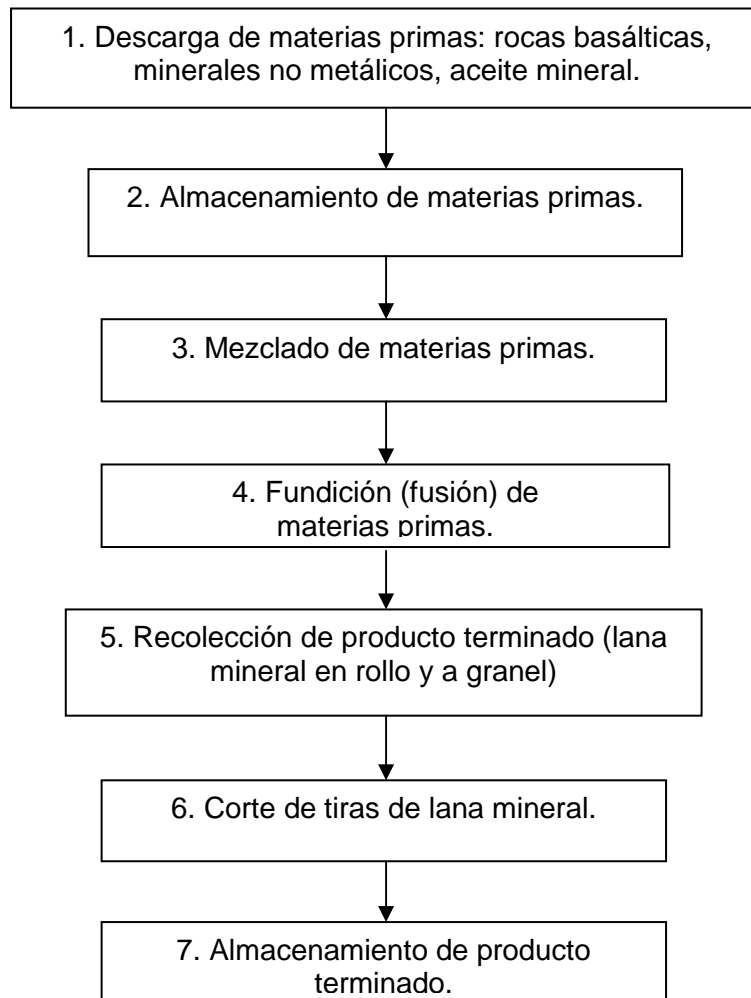
Proceso de producción de Caismex

Las etapas del proceso de producción de lana mineral que utiliza Caismex se muestran en la Figura 12, y se describen a continuación:

1. Se descargan las rocas basálticas y minerales no metálicos de los camiones o tráileres transportadores. Estos minerales son las de materias primas principales con los que se construye la lana mineral.
2. Se almacena la materia prima en instalaciones de la empresa, evitando que se humedezcan.
3. Se mezclan las rocas basálticas con los minerales no metálicos (sílices, espatos, feldespatos), aceite mineral cuando se producen rollos, y material aglutinante.
4. Se introducen las materias primas en el horno de fusión horizontal, y se funden hasta una temperatura de entre 650 y 1000°C, formándose una escoria balanceada químicamente.

5. Una vez que el material se ha fundido a la temperatura adecuada, se saca del horno por una tobera ubicada en la parte inferior del mismo, formándose así la lana mineral, un material fibroso gris oscuro que se recolecta, en forma de rollo o a granel, en una banda (que puede ser transportadora) en la cual se enfría.
6. Una vez que se enfría la lana mineral se corta en tiras de 0.61 m. de ancho con un espesor de 3" a 4" y una longitud de 2 a 3 m.
7. El producto se almacena para su venta posterior.

Figura 12. Proceso de producción de lana mineral



Fuente: Personal de Caismex, agosto de 2009.

Tabla 34. Características y usos de los productos de Caismex

Línea de productos	Características	Principales productos	Usos
Productos de lana mineral (productos producidos por Caismex)	<ul style="list-style-type: none"> - Se obtienen de escoria fundida, balanceada químicamente con rocas basálticas, sílices, espatos, feldespatos, y aceite mineral cuando son rollos. - Resistentes al fuego. Estables a altas temperaturas (650 °C). - Químicamente inertes y resistentes a los agentes externos. - Resistentes a vibraciones, - Estables aún en medios húmedos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lana mineral. - Colchonetas de lana mineral. - Cemento aislante monolítico (lana mineral más aglutinantes). 	Aislamiento utilizado en instalaciones contra incendio, calderas, equipos calentadores, hornos diversos, ductos, tanques, tubería de vapor, contenedores.
Productos de silicato de sodio	Aislamiento térmico preformado en medias cañas para tubería y en blocks o placas para equipos. El block y la placa se fabrican con millones de celdas vitrificadas de perlita expandida, aglutinadas con silicato de sodio y fibras sintéticas como refuerzo.	Bloques y medias cañas para rangos de temperatura diversos.	Aislamiento de equipos con superficies planas (tuberías) o curvas (hornos, tanques, etc.) con temperaturas de operación de 650 hasta 982 °C.
Productos de fibra de vidrio	La fibra de vidrio se fabrica a partir de arenas, silicatos y boratos, que dan como resultado un producto incombustible, que sirve como un eficiente aislante termoacústico.	Diversas marcas de productos de fibra de vidrio para aislar.	Aislante de muros de oficina e industrias, ductos de aire acondicionado, tuberías y equipos industriales.
Pasta impermeabilizante	Producto emulsionado a base de asfaltos y resinas sintéticas. Penetra en el concreto. Sella las superficies pues forma capa protectora de 5 a 6 mm, resistente y elástica a los rayos solares, al agua y al cambio de temperatura.	Tambores de 200 litros y cubetas de 20 litros de impermeabilizante de diversas marcas.	<ul style="list-style-type: none"> - Impermeabilizante a base de agua que se adhiere a toda tipo de superficie. - Puede aplicarse sobre superficies húmedas.
Servicios de asesoría e instalación de productos termoaislantes.	Asesoría e instalación de productos termoaislantes.	Asistencia técnica.	Todo tipo de empresas industriales, y organismos públicos y privados.

Fuente: Información de la empresa.

7.2 Propósito y modelo de gestión de tecnología en Caismex

En Caismex no utilizan el concepto de gestión de tecnología en sus prácticas de negocios ni en sus conversaciones cotidianas. No se gestiona tecnología formalmente en la empresa, pero se realizan algunas actividades como se precisará más adelante.

Hoy reconocen la necesidad de contar con un gerente o gestor de tecnología porque, en opinión del Gerente Comercial:

Sí se necesita. Para la fabricación, si no innovamos en procesos y productos estaremos fuera de la jugada como fabricantes. No se tiene actualmente por falta de recursos económicos.

En Caismex no cuentan con un modelo de gestión de tecnología, si bien reconocen la importancia de contar con modelos administrativos que orienten el accionar cotidiano de la empresa.

7.3 Gestión de tecnología en Caismex

De acuerdo con el marco analítico propuesto en esta tesis, para el análisis de la gestión de tecnología se consideraron cuatro subcategorías de análisis: estrategia tecnológica, estructura organizacional, operación (proceso de producción de la empresa, y tareas, procesos y proyectos de I+D+i), gente preparada para gestionar tecnología y liderar proyectos tecnológicos. Se da cuenta a continuación de lo encontrado en la empresa.

7.3.1 Estrategia tecnológica de Caismex

En Caismex no cuentan con una estrategia de negocios claramente definida, pero sí cuentan con al menos dos lineamientos estratégicos sobre cómo debe operar la empresa: i) Dónde asignar presupuesto, en caso de que haya excedentes económicos; y, ii) Sobre la sucesión empresarial (suspendido temporalmente por la partida de uno de los socios), e incursión de nuevos familiares (accionistas) en la propiedad y administración de la empresa. Y, precisa el Gerente Comercial de la empresa:

Tenemos un documento, un *Plan de negocio* anual, que nos describe qué volumen de ventas vamos a perseguir, que nos guía sobre cuánto tenemos que facturar, que nos describe también qué tipo de líneas tenemos que desarrollar aparte de las que ya tenemos, y la forma cómo vamos a alcanzar los números para cada líneas de productos, servicios y soluciones.

No cuentan con una estrategia tecnológica, pero dentro de su *Plan de negocio* sí cuentan con “un lineamiento estratégico sobre la tecnología de producción”. Este consiste en que para fines del año 2009 deberán tener ya semi-automatizado el sistema del combustión (horno) que utilizan en la empresa, para obtener cierta eficiencia, tener una reducción del costo directo, automatizar el sistema de carga de la materia prima, que es una serie de cangilones que llegan al horno, hacer unos pequeños ajustes e incorporar una banda transportadora, y otros dispositivos. Con todo ello habrán modernizado su proceso de producción.

La utilidad de este lineamiento estratégico (tecnológico) es, como señala el Gerente Comercial:

Mejorar la capacidad para competir de la empresa, y de esta manera sobrevivir, en un primer momento (dado la crisis). La idea sería sobrevivir, consolidarnos y crecer. A lo mejor íbamos en la consolidación hasta el año pasado, pero siento que dimos un pasito para atrás. Nuevamente caímos en este tipo de juego de serpientes y escaleras, en la casilla de sobrevivir. Se busca sobrevivir, crecer y consolidarse. Y así no la llevamos.

Los lineamientos sobre la operación del negocio y sobre la modernización del proceso de producción los define el Gerente General de la empresa con el apoyo de Gerente Comercial quien se encarga de reunir la información y de darle seguimiento. Se revisan año con año.

La empresa no realiza actividades de investigación y desarrollo, no ejecuta proyectos de I+D. Tampoco contrata de forma externa proyectos de I+D.

En la actualidad no cuentan con una estrategia tecnológica definida, sin embargo realizan algunos gastos en adquisición y mejora de equipos y procesos.

Gasto en I+D+i

En relación a los recursos que invierte la empresa en actividades de desarrollo tecnológico o de adquisición de tecnología, el Gerente Comercial de la empresa opina lo siguiente:

La mayor parte de la vida de la empresa no se invirtió nada. Es a partir del 2003 que empezamos a ver que era importante voltear a ver la tecnología. Quizá para nosotros parecería algo muy sofisticado el I+D+i, pero se puede hablar de inversión en tecnología, de mejorar, de medir, y volver a medir, y ver qué se puede mejorar. Tal vez hemos invertido en estos asuntos unos \$500,000.00 de 2003 a la fecha.

La inversión no se puede parar, pero en estos momentos, sin embargo, no se ve claro qué cantidad, qué porcentaje debiéramos invertir. En realidad el tema es incierto. Afuera (de la empresa) está todo muy incierto.

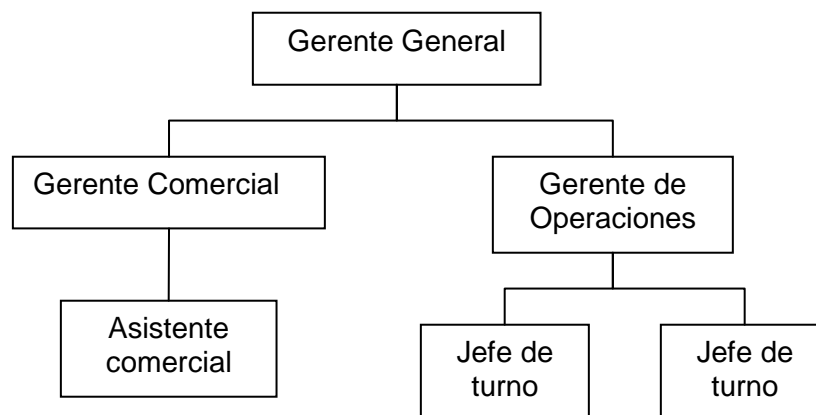
7.3.2 Estructura organizacional de Caismex

Caismex es una microempresa, con solo 10 empleados en estos momentos, que cuenta con un Gerente General, un Gerente Comercial, una Asistente Comercial, dos Jefes de Turno, que tienen a su cargo 3 personas (obreros), y que le reportan al Gerente General. Tienen también una Gerencia de Operaciones, vacante en estos momentos (mayo de 2009).

El Gerente General es propietario de la empresa, y dos de sus hermanos son socios minoritarios de la misma.

Como se observa en la Figura 13, la estructura organizacional de Caismex es la siguiente:

Figura 13. Organigrama de Caismex



Fuente: Elaboración propia, con base en entrevistas.

No realizan actividades de investigación, desarrollo e innovación, pero tienen una persona (el Gerente Comercial) que dedica algunas horas de su tiempo de trabajo a indagar sobre la existencia nuevos equipos en el mercado y a buscar cómo mejorar su comercialización.

7.3.3 Procesos de gestión de tecnología

En Caismex no tienen un área que se encargue de gestionar la tecnología de la empresa, pero la Gerencia Comercial realiza algunas actividades de gestión de tecnología - "porque en este momento, de manera informal, me estoy convirtiendo en el hombre orquesta de la empresa"- tales como vigilancia de mercados,

competidores y clientes, adquisición y asimilación de tecnología, innovación de proceso e intentos de vinculación con universidades.

En términos de gestión de tecnología se realizaron las actividades de búsqueda y adquisición de *software* de aplicación y adquisición de tecnología de cómputo.

Un análisis de las principales prácticas de gestión de tecnología en Caismex, según su Gerente de Comercialización, así como de su frecuencia de uso, su nivel de desarrollo, su incidencia en los procesos de innovación de la empresa, y el grado de dominio que de ellas tiene el personal de la empresa se muestra en el Anexo X de esta tesis.

7.3.4 Gestores de tecnología

En Caismex no cuentan con personal calificado para realizar actividades de gestión de tecnología, ni con un área que se responsabilice de las mismas. El Gerente Comercial de la empresa realiza algunas actividades de vigilancia tecnológica, adquisición, asimilación de tecnología y vinculación con instituciones de educación superior.

7.4 Capacidad de innovación de Caismex

En esta sección se describe la capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos de la empresa y se da cuenta de la escasa capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías externas. Se comentan también las mejoras producidas en la empresa por su personal.

7.4.1 Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos

La empresa Caismex no cuenta con personal dedicado a actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

Y, en relación a su capacidad de ejecución de proyectos de innovación o mejora, el proyecto más representativo de la empresa en los últimos 3 años ha sido el de redefinición de los procesos comerciales, llamado por ellos *Proceso de surtido de pedido*". Este proyecto fue importante porque incidió en el incremento al volumen de ventas de la empresa. Las etapas, o pasos como le llamó el entrevistado, del proyecto, y las actividades realizadas en cada una, fueron las siguientes:

Paso 1. Identificación del proceso actual (en ese momento), de surtido de pedido.

Paso 2. Se definieron algunos indicadores de desempeño. Hicieron algunas consultas con clientes para conocer concretamente qué indicadores de desempeño

resultaban relevantes para ellos. Por ejemplo: Velocidad de respuesta, “ese era uno muy importante”.

Paso 3. Se redefinieron los procesos o actividades que había que llevar a cabo y herramientas de control (reportes) que no se tenían. Sirvió mucho el hecho de que el Gerente Comercial, cuenta con experiencia en ventas del *software* SAP, y estuvo en 25 implantaciones del sistema en la empresa TMM.

Paso 4. Se implantó un sistema de información relativamente barato (una aplicación empresarial del *software* llamado: Admin Plus) para mejorar la calificación de un número determinado de indicadores de desempeño. Precisa el Gerente Comercial: “Agilizar todo en calidad, es tiempo, y ahorita se compite mucho con eso, con tiempo”. El sistema consta de una base integrada de la información de los clientes, y la automatización de la elaboración de documentos comerciales (cotizaciones, pedidos, remisiones, facturas, pago del cliente).

Paso 5. Se llevó a cabo la capacitación sobre el proceso y sobre el sistema, principalmente a la asistente comercial.

Paso 6. Se puso en marcha el nuevo proceso.

El tiempo de ejecución del proyecto fue de 6 meses, y se invirtieron unos 30 mil pesos en infraestructura de computación, más el tiempo que le dedicó el Gerente Comercial, quien fue el encargado de formular y ejecutar el proyecto. Los resultados obtenidos fueron importantes porque se incidió en el incremento al volumen de ventas, del orden de un 70 a 80%, en un periodo de 2 años.

7.4.2 Acceso a conocimientos y tecnologías

Para satisfacer sus necesidades de tecnología de producción la empresa compra equipos de medio uso, los cuales adapta a las condiciones propias de la empresa. Es el caso, por ejemplo, del horno que la empresa ha adquirido con la idea de incrementar su capacidad. Para apoyar sus actividades de organización interna y de comercialización han echado mano de *software* comercial.

A la fecha la empresa no sostiene relaciones de vinculación con personal de universidades y centros públicos de I+D.

7.4.3 Innovaciones producidas

Las principales innovaciones que la empresa ha producido en los últimos años se presentan en la Tabla 35. Son innovaciones de mejora del proceso de producción (optimización de la operación del horno), del “proceso de surtido de un pedido”,

que es un proceso de gestión y control de las relaciones con los clientes; y de mercadotecnia, que les han permitido ampliar sus canales de comercialización y la oferta de productos, a través de lo que el Gerente Comercial denomina “Desarrollo de nuevas soluciones de construcción”. No tienen en su haber innovaciones de producto, ni innovaciones de carácter organizacional.

Tabla 35. Innovaciones incrementales de Caismex

Tipo de innovación	Nombre de la innovación	Periodo de realización
Innovaciones de producto o servicio	No ha habido.	---
Innovación de proceso	Innovación de mejora del proceso de fabricación de lana mineral (fusión de la materia prima: optimización del control del horno).	2008-2009
	<i>Proceso de surtido de un pedido a la empresa (Innovación de mejora).</i>	2003-2004
Innovaciones organizacionales	No ha habido.	---
Innovaciones de mercadotecnia	- Ampliación de canales de comercialización. - Desarrollo de nuevas soluciones de construcción (materiales, instalación, placas Comex, impermeabilización).	2008

Fuente: Entrevista con el Gerente Comercial de Caismex, mayo de 2009.

En la realización de las innovaciones incrementales del proceso de fabricación de lana mineral, el Gerente Comercial reconoce haber llevado a cabo algunas acciones de gestión de tecnología, a saber: Vinculación fallida con un grupo de investigación de una escuela del IPN, selección y adquisición de equipo, vigilancia tecnológica, vía el contacto con dos empresas extranjeras, a las cuales se les solicitó cotizaciones, y conocimiento de las actividades de la competencia y de los clientes.

Para el proceso de surtido de un pedido, se analizó el proceso que utilizaba en el 2003, se rediseñaron los pasos a seguir (etapas del proceso), se adquirió e instaló un sistema interno de información, se generaron mecanismos de control, y se capacitó sobre la marcha a la gente que se encarga en la empresa de estas actividades.

En las actividades de mejora de mercadotecnia se realizaron en 2008 las siguientes actividades de gestión de tecnología: Identificación de oportunidad en el mercado, y obtención de acuerdo de distribución con una empresa europea que detectaron se estaba instalando en México, a la cual decidieron contactar para

formar parte de su red de distribución. Estas actividades fueron realizadas por el Gerente Comercial de Caismex con el apoyo de una auxiliar administrativa.

7.5 Condiciones y contexto para la innovación en Caismex

Se solicitó al Gerente Comercial que calificara de mayor a menor importancia una serie de condiciones necesarias para la innovación que se les presentó por el autor de este trabajo, condiciones reportadas en la literatura, solicitándoles que agregara otras condiciones que en su opinión deben tomarse en cuenta. El resultado se muestra en el Anexo XI de esta tesis.

La empresa Caismex no cuenta con infraestructura para la realización de actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

7.6 Resultados de la gestión de tecnología en Caismex

Los principales resultados que han obtenido de las pocas prácticas de gestión de tecnología en Caismex en los pasados tres años fueron identificados por el Gerente Comercial de la misma, y son los siguientes, en orden de importancia:

- Incremento en el volumen de ventas.
- Reducción de costos de producción.
- Incremento en la participación en el mercado.

Estos indicadores son medidos cada mes, y aunque no está muy formalizado el proceso, generan un reporte mensual en Excel con los datos sobre ellos. Como señala el entrevistado: “Los números nos guían: volumen de ventas, costo de una mejora de proceso, y qué representa esto en calidad y costo”. En Caismex no utilizan indicadores específicos de gestión de tecnología e innovación.

En Caismex no han tenido ingresos por la introducción al mercado de nuevos productos producidos por la propia empresa, esto es por innovaciones de producto. Las inversiones que han hecho de una parte de las utilidades obtenidas han sido para buscar la optimización de su proceso de producción.

Así, se disminuyó el costo de producción del principal producto (lana mineral), entre un 10 y un 12%, por la mejora del horno del proceso. Y se incrementó entre un 70 y 80% el volumen de ventas al redefinir el *proceso de surtido de pedido*, porque al reconfigurarlo se incrementó la velocidad de respuesta en cotizaciones, se tuvo un control mayor de seguimiento de cotizaciones, se elaboraron herramientas específicas (reportes), se hizo una labor de *lobby* con proveedores y se buscaron nuevos nichos de mercado.

7.7 Conclusiones

En esta sección de la tesis se presentó el reporte del caso individual Caismex, construido en base a la información empírica obtenida en entrevistas a profundidad con el Gerente General, principal accionista, y el Gerente Comercial de la empresa, utilizando para ello el cuestionario desarrollado con ese fin por el autor de este trabajo, y que se incluye en el Anexo I. Se utilizó además información publicada por la empresa, y se revisaron documentos internos, tales como el plan de negocio.

La investigación efectuada da cuenta de cómo y por qué gestiona tecnología la empresa Caismex, en la medida que se han podido identificar cuáles son sus prácticas de gestión de tecnología y cómo las llevan a cabo.

Gestión de tecnología

Estrategia tecnológica

Si bien Caismex tiene lineamientos de negocios claramente establecidos, no ha definido una estrategia tecnológica de forma explícita, y solo han ejecutado algunos proyectos de mejora en los años recientes, a partir de 2003. Esto ha significado inversiones del orden de los quinientos mil pesos en compra de maquinaria, equipos auxiliares, *software* y capacitación.

Sin embargo, la empresa no realiza actividades de investigación y desarrollo. Tampoco contrata fuera de la empresa proyectos de I+D.

Organización, prácticas y resultados de la gestión de tecnología

La empresa no cuenta con un área especializada en gestión de tecnología, tampoco con gestores de tecnología dedicados de tiempo completo a dicha actividad.

Sus actividades y acciones de gestión de tecnología apuntan al conocimiento de mercados y clientes, adquisición y asimilación de tecnología, comparación con competidores para conocer precios y formas de venta (*benchmarking*), así como la obtención de mejoras a los procesos de producción y de respuesta a los clientes.

La persona que se encarga de realizar las pocas actividades que se realizan de gestión de tecnología es un Ingeniero Industrial, especializado en manejo de procesos logísticos y comerciales, que si bien ha hecho esfuerzos de gestión de tecnología que han mostrado ya buenos resultados para la empresa (ahorros de un 10 a 12% en costos de producción, e incremento en ventas en un 70 a 80%),

reconoce que el grado de dominio que tiene de dichas prácticas es bajo, pues han hecho las cosas de forma empírica. No obstante, reconoce que sí necesitan reforzar dichas prácticas, pues “para la fabricación, si no innovamos en procesos y productos estaremos fuera de la jugada como fabricantes”.

Capacidad de innovación

Caismex es una microempresa, con solo diez empleados, uno de los cuáles –el Gerente Comercial- es quien ha convencido al directivo de la empresa de la necesidad de “voltear a ver la tecnología” como un componente importante para mejorar su forma de trabajo, y de manera particular sobre la necesidad que tienen, que se agudiza en momentos de crisis, de optimizar su proceso de producción, bajando costos, actualizando equipos, y mejorando los procesos de comercialización, para responder de forma mejor y más rápida a los clientes. Estos son pasos incipientes para ir desarrollando una cultura de cambio, favorable a la innovación.

Caismex es una empresa que no tiene innovaciones de producto y tampoco innovaciones de proceso, organizacionales o mercadotécnicas. Lo que sí ha estado impulsando el Gerente Comercial a partir de 2003 es la optimización del proceso de producción para bajar costos y la mejora de ciertos procesos de comercialización de la empresa.

Condiciones y contexto para la innovación

El caso confirma que sí influye el tamaño de la empresa en las inversiones que se realizan en I+D+i o en adquisición de tecnologías diversas, en el número de personas que se dedican a realizar estas actividades, y eso redundando en la capacidad de gestión de tecnología, en el número de prácticas, técnicas y herramientas que se utilizan, e impacta en la capacidad de innovación de la empresa. Los resultados específicos de su evaluación están el Anexo X de esta tesis.

8. Análisis de los estudios de caso

Para confirmar la validez externa de los hallazgos se realizó una síntesis analítica de los cuatro casos estudiados (descritos en los capítulos 4, 5, 6 y 7), comparando y contrastando los hallazgos entre sí y cuestionando si pueden ser generalizables analíticamente a casos similares y bajo qué circunstancias. Los resultados se describen en las siguientes secciones de este capítulo.

En la sección 8.1 se sintetizan los principales hallazgos sobre gestión de tecnología y capacidad de innovación en las empresas investigadas.

En la sección 8.2 se analizan el propósito y modelos de gestión de tecnología que utilizan las empresas investigadas, haciendo referencia a los modelos reportados en la literatura. En particular los que utilizan la empresa grande y la mediana, pues las otras dos no cuentan ni con propósito ni con modelo de gestión tecnológica.

En la sección 8.3 se analiza la gestión de tecnología que realizan las empresas investigadas, en sus aspectos más relevantes, y que dan respuesta a la pregunta central de investigación de esta tesis: cómo y por qué gestionan tecnología las empresas innovadoras en México. Estos aspectos, también llamados subcategorías de análisis, son: a) La estrategia tecnológica, alineada con la estrategia de negocios, que incluye las inversiones en I+D; b) La estructura organizacional, y la conformación de equipos y comisiones de trabajo; c) La operación de las actividades de investigación, desarrollo e innovación (en forma de tareas, procesos y proyectos); y d) Gente: personal dedicado a gestionar la tecnología, y a dirigir o liderar los proyectos tecnológicos que se ejecutan en la empresa.

Como complemento de lo anterior, en la sección 8.4 se analiza la capacidad de innovación de las empresas investigadas. En el análisis de la capacidad de innovación se consideran dos categorías de análisis: a) Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos; b) Capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías de fuentes externas a la empresa.

Para cada una de las subcategorías de análisis mencionadas se construyó una tabla que incluye la información relativa a las cuatro empresas investigadas. En dichas tablas se resaltan los aspectos más significativos de cada una de las subcategorías analizadas.

En la sección 8.5 se analiza cómo el personal de las empresas investigadas evalúa los diversos factores que condicionan y contextualizan las actividades de innovación, sobre todo aquellos factores que fueron considerados como los más importantes. Los resultados de dichas evaluaciones se incluyen en el Anexo XI de esta tesis, por lo que aquí solo se resalta lo más significativo.

Los principales resultados que las empresas han obtenido recientemente de sus actividades de gestión de tecnología se incluyen en las tablas que se presentan en las secciones 8.2 a 8.5.

8.1 Observaciones preliminares y síntesis de hallazgos

En esta sección se discute e interpretan los datos obtenidos de los cuatro estudios de caso con el fin de responder a la pregunta sobre cómo y por qué gestionan tecnología las empresas innovadoras mexicanas. Para ello, se hace una síntesis de los aspectos más relevantes discutidos en los capítulos 4, 5, 6 y 7, acorde con las categorías y subcategorías propuestas en el marco analítico de la gestión de tecnología en empresas innovadoras que se describió en el capítulo 3 de esta tesis, y cuyo modelo gráfico se mostró en la figura 5.

Síntesis de hallazgos sobre las categorías de análisis propuestas

En las tablas 36 y 37 se presenta una síntesis de los principales hallazgos encontrados en el trabajo de campo sobre las dos categorías de análisis utilizadas en el marco analítico propuesto en esta tesis: *Gestión de tecnología* y *Capacidad de innovación*.

En la Tabla 36 se muestra una síntesis de los hallazgos sobre cómo gestionan tecnología las empresas investigadas. Las empresas de mayor tamaño cuentan con un modelo basado en funciones y procesos de gestión de tecnología, y muestran estrategias tecnológicas bien definidas, alineadas con sus estrategias de negocio muy enfocadas a las necesidades de sus clientes. No sucede lo mismo con las empresas de menor tamaño, aunque la empresa pequeña se desarrolla con una estrategia de negocios que intenta sustentarse en la explotación comercial de desarrollos tecnológicos.

La evidencia sugiere que el personal directivo de las empresas estudiadas tiene muy claro el propósito (el *por qué*) de la gestión de tecnología y su importancia para la empresa en términos de innovaciones producidas y de mayor eficiencia del trabajo realizado, pero también se observa que no han impulsado la creación de áreas específicas de gestión de tecnología, ni impulsado el desarrollo de gestores de tecnologías, reconocidos como tales, que se dediquen de forma exclusiva a las labores propias de la disciplina. Para sustituir dicha carencia las empresas de mayor tamaño integran comités formados por los responsables de las diversas áreas de la empresa que, además de sus responsabilidades técnicas y administrativas, llevan a cabo dichas actividades. En dichos comités intervienen los clientes en ocasiones.

Tabla 36. Síntesis de hallazgos sobre gestión de tecnología en las empresas

Categoría de análisis	Empresas investigadas			
	Empresa grande	Empresa mediana	Empresa pequeña	Microempresa
Gestión de tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia tecnológica alineada a estrategia de negocios de sus clientes. Se concreta en líneas de I+D sobre energía, TICs, automotriz, metalurgia, biotecnología, electrónica. • Invierten en I+D alrededor del 1% de las ventas de la división industrial del Grupo Carso. • No cuenta con gerencia de tecnología. El Director es responsable de la gestión de tecnología. • Cuenta con un Comité de I+D+i integrado por 12 especialistas de diversas áreas, con experiencia en actividades de gestión tecnológica. • Cada gerencia cuenta con un <i>Comité de operación</i> que participa en la toma de decisiones. • Trabajan en forma matricial. • Equipos multidisciplinarios de I+D+i, incluyen a clientes. • Líderes de proyectos experimentados. • Reuniones de seguimiento quincenales. • Modelo de gestión de tecnología funcional y por procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia tecnológica enfocada a modernización de procesos productivos y mantenimiento de la competitividad de productos y servicios de sus clientes. • Inversión en I+D del 5% de sus ventas anuales. • No cuenta con gerencia de tecnología ni con gestores. Pero, a fines de 2008 nombraron un responsable de la gestión de tecnología. • Cuentan con un Comité Directivo de Competitividad (CDC), formado por 15 personas, responsables de las diversas áreas de la planta que decide, además de los asuntos operativos, sobre temas de I+D+i y gestión de tecnología. • Trabajan por proyectos con apoyo externo: Corporativo del Grupo Modelo, proveedores, centros de I+D. • Cuenta con un <i>Sistema de trabajo en equipo</i> formado por "Equipos naturales Modelo", círculos de calidad y grupos de trabajo. • Usan como modelo de referencia el modelo de gestión de tecnología del PNT (funcional y por procesos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia dual de negocio con base en licenciamiento de tecnología y ventas de servicios de I+D. Inversión en I+D de entre el 20 y el 30% de sus ventas anuales. • Creación de nichos de mercado con base en tecnologías disruptivas. • Cuenta con Dirección de I+D, pero no cuentan con una gerencia de tecnología ni con gestores. • No tienen responsables de la gestión de tecnología. Las actividades se reparten entre las subdirecciones. • Trabajan en forma matricial. El personal técnico lo provee la Dirección de I+D. • La mayor parte de su personal se dedica a actividades técnicas, y realizan también algunas de gestión tecnológica: I+D, búsqueda de financiamiento, diseño, pruebas, búsqueda de información, elaboración de artículos, patentamiento. • Realizan seminarios para intercambio de experiencias. • Sin modelo de gestión de tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> • No cuentan con estrategia tecnológica. • No invierten en I+D. • Sostenimiento del negocio, pero sin estrategia tecnológica. • No cuenta con una gerencia de tecnología, ni gestores de tecnología. El Gerente Comercial realiza algunas actividades de gestión de tecnología: compra, vigilancia tecnológica, mejora de procesos. • Sin modelo de gestión de tecnología.

Fuente: Elaboración propia.

El trabajo en equipo parece ser una práctica muy arraigada en las empresas innovadoras, producto de sus experiencias de producción y calidad, y también de su interacción con clientes exigentes (del sector automotriz, por ejemplo), que condicionan sus compras a la existencia de procesos sistematizados, probados y, casi siempre, certificados por los mismos clientes o por organismos autorizados para ello.

Ahora bien, ni la empresa pequeña ni la microempresa cuentan tampoco con personal que se dedique a realizar actividades de gestión de tecnología, aunque la pequeña empresa integra sus equipos de diseño y desarrollo con profesionales de diversas disciplinas que han desarrollado capacidad de administración de proyectos, vinculación, evaluación de tecnologías, elaboración de planes de negocio y obtención de patentes.

Es evidente también que a mayor tamaño de la empresa el número de procesos, técnicas y herramientas de gestión de tecnología que utilizan tiende a ser mayor, lo mismo su nivel de desarrollo y el grado de dominio que se tiene de los diversos procesos y herramientas que utilizan.

Influyen también, en el potencial de innovación de las empresas, los productos que producen y comercializan, con ciclos de vida muy largos como es el caso de los productos de Caismex; el mercado en el que compiten, cuya cantidad de clientes determina el tamaño y canales de comercialización; la cantidad de competidores y su poderío económico y comercial; la naturaleza de la organización pues no es lo mismo una empresa que se creó para producir tecnología (como Cidec Carso o Innovamédica) a otra que se creó para producir un producto convencional con tecnologías maduras. El énfasis en gestión de tecnología, y en innovación, es mucho menor en este segundo tipo de empresas.

Por su parte, como se puede ver en la Tabla 37, las empresas tienen una capacidad diferenciada de producción de innovaciones. La evidencia muestra que dicha capacidad de innovación es producto en parte de la capacidad de gestión de tecnología de las empresas, pues son los directivos, o personal de la empresa que realiza actividades de gestión de tecnología, quienes se encargan en la mayoría de las ocasiones de “hacer que las cosas sucedan”; esto es, de trazar estrategias, integrar planes de negocio, formular propuestas para la obtención de financiamiento para la ejecución de proyectos tecnológicos, y de hacerse de conocimientos y tecnologías fuera de la propia empresa a través de la vinculación con universidades y centros públicos de I+D.

Tabla 37. Síntesis de hallazgos sobre *capacidad de innovación* en las empresas

Categoría de análisis	Empresas investigadas			
	Empresa grande	Empresa mediana	Empresa pequeña	Microempresa
Capacidad de innovación	<ul style="list-style-type: none"> • La cartera de proyectos se integra a partir de oportunidades y tendencias de mercado. • De 2004 a 2007 concluyeron 104 proyectos de innovación de proceso, y 82 de innovación de producto. • Cuentan con personal especializado para la formulación y ejecución de proyectos de I+D+i. De 2005 a 2008, por ejemplo, se ejecutaron 11 proyectos de desarrollo de producto, 4 de proceso, uno de producto/proceso y uno de innovación organizacional. • Relación Beneficio/Costo de 3.11 en promedio en sus últimos 15 años. • Capacidad de protección del patrimonio tecnológico de la empresa: Hasta marzo de 2009 habían obtenido 61 patentes en México y 84 en el extranjero, y tenían 144 en trámite. • Capacidad desarrollada de vinculación con IES y centros de I+D, cada vez que lo requieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • La cartera de proyectos integra las propuestas del Comité Directivo de Competitividad. • Nuevo producto desarrollado en 2006 (maltas especiales), y liberación de dos variedades de cebada entre 2007 y 2009 con el apoyo del INIFAP. • De 2007 a 2009 se ejecutaron 5 proyectos de desarrollo de nuevos productos y mejora de equipo y proceso, con el apoyo de la Dirección de Ingeniería del Grupo Modelo y de proveedores de equipo y maquinaria especializada. • El corporativo se encarga de la obtención de marcas y patentes. • Se vinculan con universidades de Estados Unidos que cuentan con especialidades sobre industria cervecera. • Procesos de producción y laboratorio de calidad certificados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de gestión de proyectos y de vinculación desarrollados internamente. • Modelo de negocio basado en vinculación y licenciamiento de patentes. • Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos. • Están desarrollando dos nuevos productos, a los cuales se les buscará el aval de la FDA de Estados Unidos. • Capacidad de protección intelectual. Con el apoyo de bufetes especializados han obtenido 7 patentes y cuentan con 18 en trámite. • Capacidad de vinculación con IES e instituciones de I+D para completar sus capacidades internas. El trabajo de investigación se realiza en instalaciones de universidades mexicanas (UAM, entre otras) y de Estados Unidos (U. de Yale). • El diseño de prototipos, artefactos y de <i>software</i> se realiza en la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutan algunos proyectos de mejora de procesos. La decisión final sobre la ejecución de los proyectos la toma el Gerente General –y dueño- de la empresa. • No realizan proyectos de I+D. • Solo pequeñas mejoras al proceso de producción. • Compra de tecnología a proveedores de equipo. • No se vinculan con universidades y centros de I+D. • Realizan un esfuerzo importante en comercialización y diversificación de sus productos. • Cada vez más convencidos de la necesidad de innovar para crecer.

Fuente: Elaboración propia.

El personal directivo de estas organizaciones, con el apoyo de los especialistas que se encargan de realizar actividades de gestión tecnológica, tales como los líderes de proyecto, se encargan de proponer y echar a andar políticas, procedimientos y criterios para que la empresa pueda completar sus propias capacidades tecnológicas y conocimientos de fuentes externas, a través de la vinculación con universidades y centros de I+D, integrándose en redes de colaboración o aliándose con proveedores y clientes, y contratando servicios de asesoría y consultoría.

Las empresas innovadoras muestran tener capacidad de formulación y ejecución de proyectos tecnológicos, pero la grande y la pequeña trabajan en forma matricial, mientras que la mediana lo hace sólo por proyectos que, en ocasiones, encarga a grupos externos de ingeniería y desarrollo tecnológico. Para la ejecución de dichos proyectos cuentan con personal experimentado con capacidad de liderazgo.

Como se muestra en la Tabla 37 la capacidad de innovación se evidencia de forma directa por el número de innovaciones que producen cada año, tanto de producto como de proceso, pero también de innovaciones organizacionales y de mercadotecnia. Es evidente que a mayor tamaño de la empresa - con más personal especializado, infraestructura, recursos materiales e inversiones en I+D-, es mayor el número y diversidad de innovaciones que produce.

Sin embargo, no es evidente que el tamaño de la empresa determine la intensidad en protección intelectual, pues se da el caso que solo la empresa grande y la pequeña prestan una atención muy especial a la protección por patentes de sus desarrollos tecnológicos, y lo hacen también a los procesos de transferencia de tecnología internos y externos. Lo mismo sucede con la vinculación con universidades y centros de I+D, que parece depender más de la estrategia tecnológica seguida por los directivos de las empresas, de las necesidades concretas que se tienen en determinados proyectos de I+D+i (especialistas, laboratorios, equipos, experiencia y conocimientos), y del reconocimiento de su importancia por parte de aquellos que realizan actividades gestión de tecnología.

En las secciones subsecuentes se hace un análisis más detallado de los hallazgos encontrados en las cuatro empresas estudiadas, utilizando como marco para dicho análisis las subcategorías de análisis que integran el marco analítico explicado en la sección 3.4.5 de la tesis.

8.2 Propósito y modelos de gestión de tecnología en las empresas

Como se describió en los capítulos 4 a 7 de esta tesis, solo las empresas grande y mediana cuentan con un propósito definido de gestión de tecnología. En Cidec Carso el propósito tiene que ver con la búsqueda de eficiencia (“hacer las cosas

bien”) y de eficacia en las actividades de la empresa (innovaciones producidas). Tiene un carácter instrumental: “Es una herramienta para ayudar a hacer más fácil, más rápido, con mayor control las cosas”. Y se busca con la gestión de tecnología “contar con todo lo necesario para hacer el trabajo de la mejor manera posible”.

En el caso de Cebadas y Maltas, el propósito de la gestión de tecnología es “dar congruencia organizacional y sistematicidad a los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de tecnologías distintivas, y de innovación tecnológica, que se realizan para crear, transformar y entregar valor a todos los clientes y consumidores”. Una definición que han adoptado del modelo del Premio Nacional de Tecnología.

Como ya se comentó en los capítulos 4 y 5 de esta tesis, los modelos de gestión tecnológica de ambas empresas son funcionales y por procesos, igual que el modelo actual del PNT, modelo que ambas empresas han decidido adoptar como propio, agregándoles ciertas funciones o procesos de gestión de tecnología que el PNT no contempla: Servicio técnico al cliente y comercialización en el caso de Cidec Carso; de dirección competitiva y de negocios en el caso de Cebadas y Maltas.

Los directivos de Innovamédica se guían más por un modelo de innovación tecnológica, similar al propuesto por Marquis (1969), y no utilizan un modelo de gestión de tecnología.

La empresa Caismex tampoco cuenta con un modelo de gestión de tecnología que utilicen como referencia.

8.3 Gestión de tecnología en las empresas innovadoras

Como ya se mencionó, se definieron cuatro subcategorías de análisis de la gestión de tecnología en empresas innovadoras que además permiten responder a la pregunta de cómo y por qué gestionan tecnología las empresas que hacen innovación en México. El análisis de cada una de las cuatro subcategorías de análisis se presenta a continuación.

Los principales hallazgos se exhiben en las tablas 38, 39, 40 y 41, donde se reporta lo que cada una de las empresas realiza en relación a cada subcategoría, cómo lo realiza y por qué motivos. Se incluyen también resultados de las actividades de gestión de tecnología, de manera especial en el apartado de procesos de gestión de tecnología.

En la Tabla 38 se muestra en forma resumida cómo las empresas definen sus estrategias tecnológicas y por qué motivos, así como las inversiones que realizan año con año en I+D. En la Tabla 39 se presenta la estructura organizacional que han adoptado las empresas estudiadas y, de manera particular, la forma como realizan su trabajo. En la Tabla 40 se describe de forma sucinta cómo ejecutan la operación de las actividades de I+D+i. En la Tabla 41 se muestran los procesos de gestión de tecnología cuya realización reportan las empresas investigadas. En la Tabla 42 se indica quiénes son los que gestionan la tecnología en las empresas estudiadas, y de forma particular quiénes se encargan de administrar los proyectos tecnológicos que se realizan.

Estrategia tecnológica en las empresas innovadoras

En la Tabla 38 se muestra una síntesis de los hallazgos obtenidos sobre estrategia tecnológica en las empresas estudiadas. Los datos empíricos obtenidos en campo sugieren que las empresas no cuentan con una estrategia tecnológica claramente definida, esto es que dé respuesta de forma precisa a la problemática, planteada por Nadler y Tushman, Porter y otros autores¹⁶¹, sobre cómo la empresa se hace de las tecnologías requeridas, sobre cuál debe ser la posición tecnológico de la empresa, sobre la rentabilidad de las inversiones realizadas en I+D+i, sobre la protección de su patrimonio tecnológico, y sobre la comercialización de las tecnologías desarrolladas y de su propiedad industrial, en comparación con su estrategia de negocios que, en la mayoría de los casos, sí tiene claramente definida, aún en la microempresa Caismex que, si bien no cuenta con una estrategia de negocios, sí tiene lineamientos estratégicos sobre cómo utilizar sus recursos y qué hacer con la propiedad del negocio en el mediano y largo plazo.

No obstante lo anterior, la empresa grande (Cidec Carso) y la empresa mediana (Cebadas y Maltas) sí reconocen la importancia de contar con una estrategia tecnológica y han desarrollado planteamientos al respecto. Para Cidec Carso, la estrategia tecnológica está definida por sus líneas de investigación y desarrollo tecnológico; a saber, los proyectos que realizan sobre energía, metalurgia y biotecnología, electrónica y automotriz. Estas líneas y proyectos de I+D surgen de el proceso anual de planeación estratégica de cada uno de los negocios del Grupo Carso y, de manera particular, de sus sectores industriales (cables, electrónica, autopartes, energía y proyectos integrales y minas). Por su parte, la estrategia tecnológica de Cebadas y Maltas está enfocada al mantenimiento, a nivel de estado del arte internacional, de su proceso productivo, equipos e instalaciones con el propósito de mantener la competitividad de los productos y servicios del grupo Modelo (nuevas presentaciones, nuevos productos, nuevos mercados), así como el liderazgo tecnológico en el negocio de producción de malta, por lo menos a nivel nacional.

¹⁶¹ Ver la sección 2.3.2 de esta tesis.

Tabla 38. Estrategia tecnológica de las empresas investigadas

Subcategoría de análisis	Empresas investigadas			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Caismex
Estrategia tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • La estrategia de negocios está definida por segmentos de mercado (cables, electrónica, autopartes, energía y proyectos integrales, minas). Cada sector tiene su propia estrategia de negocios, alineada a las necesidades sus clientes. • La estrategia tecnológica se concreta en la líneas de I+D sobre energía, metalurgia y biotecnología, electrónica y automotriz del Cidec. Surge del proceso de planeación estratégica de los negocios. • Cidec cuenta con presupuesto propio para su operación (gastos, proyectos), la ejecución de sus proyectos y gestión de tecnología. Este presupuesto es de un 1% de las ventas del Grupo ConduMex. • Se conforma a partir de lo que las áreas comerciales, operativas y Cidec Carso identifican como tendencias y oportunidades, esto es, como mercados. • Su utilidad radica en la mejora de los resultados de operación de las empresas de Grupo Carso vía reducción de costos, nuevos productos, mejora de procesos. • Se revisa al menos una vez al año. • El responsable de darle seguimiento es el Director del Cidec, en reuniones mensuales con el Comité de I+D, y en reuniones cada 15 días con el Director General de Carso. 	<ul style="list-style-type: none"> • En el grupo Modelo, la I+D está enfocada a la búsqueda de nuevos productos y presentaciones, para satisfacer las necesidades del mercado y sus consumidores. • Se busca mantener los procesos productivos, equipos e instalaciones en la vanguardia mundial. • Cada año invierten el 5% de sus ventas anuales en proyectos de I+D+i. El 4% para proyectos de I+D y el 1% para mejora de proceso. • Se define a través de la Dirección de Producción Agrícola y de la Gerencia de Planta, con las propuestas que se plantean por parte del Comité Directivo de Competitividad. Se revisa cada año. • El responsable de darle seguimiento es el Gerente de Planta, junto con los líderes de los proyectos tecnológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • La actual estrategia de negocios de la empresa es dual. En el corto plazo, vender servicios de I+D; y en el largo plazo, obtener ingresos por la licencia de patentes y transferencia de tecnología. • En 2006, 2007 y 2008 invirtió el 29.66, 30.09 y 20.36%, de sus ventas en tres proyectos de I+D. • Otra parte de su estrategia de negocios consiste en crear empresas a partir de sus proyectos. Por lo menos otro <i>spin-off</i> en 2010 o en 2011. • No utilizan el concepto de estrategia tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • En Caismex no cuentan con una estrategia de negocios, pero sí cuentan con dos lineamientos sobre cómo debe operar la empresa: i) Sobre dónde asignar presupuesto, cuando hay ganancias, y ii) Sobre la sucesión empresarial. • No cuentan con una estrategia tecnológica. • En su <i>Plan de negocio</i> sí cuentan con un lineamiento estratégico tecnológico donde se plantea la modernización de su planta. • No invierten en proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

Fuente: Elaboración propia, con información de entrevistas a directivos y documentos de las empresa.

La empresa pequeña (Innovamédica) y la microempresa (Caismex) no cuentan con una estrategia tecnológica definida. De hecho, no utilizan dicho concepto en sus operaciones ni en sus prácticas de gestión y, como señala uno de los entrevistados de la primera, ni siquiera en sus conversaciones cotidianas. Aunque, dada las características de Innovamédica su estrategia de negocio está sustentada en una estrategia de innovación, de modo que de forma paradójica su estrategia de negocio es también su estrategia tecnológica o de innovación.

La investigación de campo exhibe entonces que en las empresas innovadoras sí hay un esfuerzo por alinear sus decisiones estratégicas sobre tecnología e innovación con las necesidades de sus clientes (casos Cidec Carso y Cebadas y Maltas) o de su negocio (caso Innovamédica). Así, en los tres casos se puede afirmar que, en los hechos, su estrategia tecnológica está determinada por la estrategia corporativa que define su negocio principal (*core business*), tal y como los teóricos de la innovación y de la gestión de tecnología han planteado en sus textos.

Además, la investigación realizada sugiere que las estrategias de negocio que se han planteado las tres empresas que hacen innovación se soportan en la búsqueda de ventajas competitivas, enfocándose principalmente hacia las estrategias competitivas genéricas que Michael Porter (1987, pp. 28-34) planteó hace algunos años: *Liderazgo en costos* (Cebadas y Maltas), *diferenciación* (Cidec Carso), y *enfoque* centrado en la diferenciación en un segmento del mercado (Innovamédica); estrategias que se sustentan en las obtención de innovaciones de proceso, producto y comercialización, respectivamente.

Los datos obtenidos de las entrevistas realizadas nos indican que la definición del rumbo estratégico, tanto en la empresa grande como en la mediana, que sirve de base y orientación a la estrategia tecnológica es responsabilidad de los directivos de máximo nivel; esto es, del corporativo de ambas empresas. Además, nos muestra que la construcción de las estrategias funcionales, dentro de las cuales está la tecnológica, es responsabilidad de los directivos a nivel de empresa, o negocio específico, quienes las construyen con la participación de todas las áreas de la organización, y que estos directivos son responsables de su implantación y seguimiento. Esto implica flujos de datos e información en todos los sentidos dentro de la empresa, así como el uso de habilidades de comunicación, creación de equipos de trabajo y liderazgo. Como se verá en el siguiente apartado, el hecho de que las empresas mencionadas utilicen comités multidisciplinarios facilita su trabajo y garantiza la eficacia de dichos procesos.

Para reforzar lo anterior, la evidencia muestra que tanto en la empresa grande como en la mediana la estrategia tecnológica se construye no solo como resultado de las orientaciones de los directivos de la empresa, sino que toma forma a partir de la intervención del personal de las diversas áreas de la empresa – casi siempre el Director, los gerentes o subdirectores y, en ocasiones, los jefes de

departamento-, que plantean sus propuestas de proyectos tecnológicos, normalmente basados en lo que sus clientes requieren, pero también en sus propias necesidades. En los casos estudiados, los comités encargados de las actividades de I+D+i y gestión de tecnología son los responsables de hacerlo, año con año.

Los directivos de Cidec Carso y Cebadas y Maltas han llegado a la conclusión de que la utilidad de una estrategia tecnológica radica en el impacto que produce en la mejora de sus resultados de operación – vía reducción de costos, desarrollo de nuevos productos, mejora de procesos-, y en el mantenimiento actualizado (a nivel de empresa de clase mundial) de su base tecnológica, lo que les permite mantenerse competitivos y en posición de liderazgo. Esto último fue expresado por los directivos de Cebadas y Maltas. Esta utilidad de la estrategia tecnológica no ha sido identificada, o percibida, aún por las empresas de menor tamaño.

La carencia de estrategia tecnológica es un indicador de falta de perspectiva sobre las implicaciones futuras de los cambios tecnológicos dentro y fuera del sector donde se compete, así como de la escasa importancia que se le da al entorno competitivo, sea porque se considera que el negocio no tiene competidores o porque se está en una situación de sobrevivencia y no se cuenta por tanto con los recursos para su estudio y comprensión, mediante prácticas e vigilancia tecnológica y competitiva.

La evidencia sugiere que el hecho de que las empresas de menor tamaño (pequeña y micro) no tengan un área, grupo, gerente o gestor, responsable de las actividades de gestión de tecnología da como resultado que no cuenten con una estrategia tecnológica más claramente definida. Esto significa, en la práctica, que no son capaces de generar una perspectiva de mediano y largo plazo que considere el rol, importancia e impacto que las tecnologías juegan en su negocio, a pesar de que éste se enfoque al desarrollo de innovaciones tecnológicas.

Gasto en I+D de las empresas innovadoras

Como ya se ha mencionado antes, una parte importante de la estrategia tecnológica radica en la definición de las áreas de negocio donde se debe invertir, del % de las ventas que hay que invertir en proyectos de I+D+i, y en la definición de la cartera de proyectos tecnológicos en la cual invertir año con año.

Los datos de campo sugieren que las empresas interesadas en ser innovadoras muestran una cierta *Intensidad de I+D* (gastos en I+D como % de las ventas) que, al parecer, en términos relativos no depende del tamaño de la empresa sino más bien de decisiones sobre el rumbo a seguir en el negocio, que incluyen el monto de los recursos que se está dispuesto a invertir, y la continuidad en el tiempo de los gastos que se realizan en I+D+i (ver Tabla 38). A su vez, estos dos últimos

factores dependen de las decisiones estratégicas que toman los propietarios y directivos de las empresas, así como de los riesgos que están dispuestos a asumir.

Así, la naturaleza innovadora de una empresa de base tecnológica la “empuja” a realizar inversiones en proyectos de I+D+i del orden del 20 al 30% de sus ventas como lo ha hecho Innovamédica ente el 2006 y 2008, o inversiones de más de 2.2 millones de dólares para desarrollar un nuevo producto (ventrículo artificial). Lo mismo puede decirse de las inversiones sostenidas que realiza Condumex en su Centro de I+D, hoy Cidec Carso, desde hace más de 25 años, de entre un 1 y un 1.5% de sus ventas anuales.

Los datos demuestran también que aún empresas con menor capacidad de innovación, como Cebadas y Maltas, hacen un esfuerzo significativo de inversiones en I+D+i, del orden del 5% de sus ventas anuales, del cual un 4% dedica a proyectos de I+D y el resto a proyectos de mejora de planta.

Sin embargo, empresas con menores recursos y capacidades, o que compiten en sectores tradicionales de la economía, poco dinámicos en términos de innovación, no tienen capacidad de gasto en I+D, como ocurre con la microempresa estudiada.

Estructura organizacional en las empresas innovadoras

La información obtenida de las cuatro empresas estudiadas a profundidad nos indica que la forma como casi siempre definen los roles dentro de la organización, los niveles de autoridad, responsabilidad y toma de decisiones, así como los tramos de control que utilizan, se hace mediante el uso de organigramas convencionales, con varios niveles, de mayor a menor jerarquía, presentados verticalmente, con la excepción de Cebadas y Maltas.

En la Tabla 39 se presenta una síntesis comparativa de la información obtenida en campo sobre la manera como las empresas estructuran sus actividades y sobre cómo se organizan para realizar las actividades de gestión de tecnología.

En tres de los casos investigados, la empresa tiende a plasmar su organización jerárquica en organigramas que muestra los niveles de autoridad y responsabilidad con los que trabajan. i) La empresa grande utiliza una estructura funcional¹⁶², y agrupa sus recursos humanos y materiales en una Dirección a la cual le reportan unidades organizacionales de índole relativamente distintas: una serie de laboratorios de I+D calidad y nuevos negocios, una Gerencia General del

¹⁶² La característica distintiva de las estructuras funcionales consiste en que “se agrupan las especialidades ocupacionales semejantes y afines” (Robbins, 1987, p. 341).

Tabla 39. Estructura organizacional en las empresas investigadas

Subcategoría de análisis	Empresas investigadas			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Caismex
Estructura organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • El Cidec cuenta con una Dirección, una Gerencia General del Centro Técnico, una Gerencia de Operaciones e Ingeniería Avanzada, una Gerencia de Electrónica y Nuevos Negocios, una Gerencia de Cables, y una Gerencia del Centro de Información Tecnológica. • No cuenta con una gerencia de tecnología. En su opinión, en la práctica todas las áreas del Cidec realizan actividades de gestión de tecnología, en función del alcance del proyecto y del servicio al cliente. • Cuenta con un <i>Comité de I+D+i</i>, integrado en 2006, formado por 12 especialistas provenientes de las gerencias del Cidec y Centro Técnico, más dos contralores. Es coordinado por el Director. • Lo que se busca con los diversos comités que se forman es buena comunicación sobre avances y necesidades del cliente. • Cuentan también con <i>Equipos de alto desempeño</i> para solución de problemas complejos, y forman <i>task forces</i> para solucionar problemas específicos. • Su organización para el trabajo de I+D+i es de tipo matricial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuentan con una Gerencia de Planta, que le reporta a la Dirección de Producción Agrícola del Grupo Modelo. El Gerente de Planta preside el <i>Comité Directivo de Competitividad</i>, formado por 15 personas, y que es la máxima instancia de decisión en temas de I+D+i y gestión de tecnología. Este comité es el responsable de autorizar y tomar todas las decisiones en cuanto a la innovación, investigación y desarrollo. • Los responsables de las diferentes áreas (calidad, producción, laboratorio, mantenimiento, servicios, materias primas, compras, RR.HH., contabilidad, capacitación, seguridad) participan en diversos comités (técnico, operativo, administrativo, ISO y OSHAS) que definen sus estrategias y prácticas con el Gerente de Planta. • No cuentan con un área de I+D, ni con una gerencia de tecnología. • Trabajan por proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuentan con un Consejo de Administración, una Dirección General, una Dirección de I+D con cuatro subdirecciones, una Dirección de Operaciones y Finanzas, una Dirección de Recursos Humanos, con cinco gerencias (Finanzas, Ingeniería, Diseño, Pruebas clínicas y Desarrollo de Software); una Gerencia de Vinculación Institucional y Nuevos Proyectos, y un departamento de Tecnologías de Información. • No cuentan con un área que se encargue de la gestión de tecnología. • No reconocen formalmente la gestión de tecnología • Su forma de operación, es de tipo matricial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con un Gerencia General, una Gerencia Comercial, una Asistente Comercial, dos Jefaturas de Turno, y una Gerencia de Operaciones vacante en estos momentos. • No cuentan con un área especializada, responsable de las actividades de gestión de tecnología. La Gerencia Comercial se ha encargado de realizarlas.

Fuente: Elaboración propia, con información de entrevistas a directivos y documentos de las empresas.

Centro Técnico que realiza actividades de desarrollo e ingeniería, una Gerencia de Operaciones e Ingeniería Avanzada, y un Centro de Información Tecnológica; ii) El segundo caso es de una empresa pequeña, Innovamédica, que de igual forma maneja una estructura funcional, y cuyas responsabilidades se reparten entre una Dirección General y dos direcciones con características funcionales distintas: la Dirección de I+D que consta de cuatro subdirecciones de I+D; y la Dirección de Operaciones y Finanzas (vacante en el momento de las entrevistas) que está estructurada con dos subdirecciones y 5 Gerencias; y, iii) El tercer caso es de una microempresa con solo 10 empleados (Caismex), que se organiza en forma funcional también, con una estructura simple¹⁶³, y que presenta una Gerencia General a la cual le reportan una Gerencia de Comercialización y una Gerencia de Operaciones (vacante en el momento de las entrevistas).

La empresa mediana (Cebadas y Maltas) no utiliza un organigrama. Ellos emplean un esquema funcional abierto¹⁶⁴, que muestra las diferentes áreas de la empresa integradas en diversos comités, coordinados por el Comité Directivo de Competitividad que dirige el Gerente de Planta. En dicho esquema colocan “alrededor de las funciones de mayor rango todas las demás funciones, en una especie de círculo virtuoso”.

En todos los casos investigados son los directores o gerentes generales quienes toman las decisiones principales sobre la organización, mostrando con ello un alto grado de centralización; pero, con la excepción de la microempresa, cuentan también con una serie de equipos de trabajo o comités con los cuales comparten la toma de decisiones sobre el contacto con los clientes y demás áreas de la empresa, la definición de los proyectos a realizar, el rumbo a seguir de los proyectos, la organización y ejecución de las actividades de I+D+i, la vinculación con universidades y centros de I+D, y las actividades de gestión de tecnología. La comunicación en estos comités y equipos de trabajo es más horizontal y se facilita el intercambio de datos e informaciones, así como la toma de decisiones administrativas y operativas.

Ninguna de las empresas investigadas cuenta con un área (dirección, subdirección o gerencia) de gestión de tecnología, aunque sí de I+D en la empresa pequeña, que es de base tecnológica. Y en el caso de la empresa grande el director de la misma reconoce que su principal responsabilidad es la de gestionar tecnología, pues es una empresa que se dedica a desarrollar tecnología e innovaciones para

¹⁶³ Como señala Robbins: “Las estructuras simples se caracterizan principalmente por lo que no son, no por lo que son. No son complejas, tienen poca formalización y la autoridad está centralizada en una sola persona. En general son más orgánicas que mecanicistas” (*Op cit*, p. 341).

¹⁶⁴ Sin jerarquías aparentes, aunque en la práctica se reconoce como *jefes* a los directivos y responsables de las diversas áreas.

las demás empresas del grupo. No hay que olvidar que se trata del Centro de Investigación y Desarrollo del Grupo Carso¹⁶⁵.

Ahora bien, la investigación en campo demuestra de forma muy clara que la responsabilidad sobre la organización y ejecución de procesos y actividades de gestión de tecnología tiende a estar repartida entre diversos miembros de la empresa. Cidec Carso, por ejemplo, cuenta con un *Comité de I+D+i* formado por 12 especialistas, más dos contralores, que son los responsables de área o de unidad de negocios que le reportan normalmente al director de la empresa; este comité fue creado en 2006. Por su parte, Cebadas y Maltas cuenta con un *Comité directivo de competitividad* creado en 1997, integrado por 15 profesionistas de las diversas áreas de la empresa, coordinado por el Gerente de Planta, que decide todo lo relacionado con gestión de tecnología e I+D+i. La empresa Innovamédica no cuenta con un comité similar, pero una de sus prácticas más socorridas es la organización de seminarios con todo el personal de la empresa que participa en proyectos en donde se intercambian experiencias, casos de éxito, informes de avance y resultados obtenidos. La microempresa estudiada no cuenta con ese tipo de expresiones y actividades organizacionales, pues solo uno de sus miembros se encarga de realizar algunas actividades de gestión de tecnología.

En las cuatro empresas estudiadas el personal está ubicado en el mismo lugar geográfico, y en las mismas instalaciones físicas de la empresa, con la salvedad de que Cidec Carso tiene ubicada su unidad de negocio Centro Técnico Querétaro a unos centenares de metros. Por supuesto, los clientes que participan en los proyectos de las empresas están distribuidos en diversas regiones geográficas del país y de fuera de México.

De la investigación en campo se desprende que las empresas más orientadas al desarrollo de tecnología e innovación, que cuentan con un área de I+D, utilizan una forma matricial para la realización de sus tareas. Esta es una de las características, que ha señalado Mintzberg, de las organizaciones innovadoras, con estructuras adhocráticas. En ella se combinan elementos de las estructuras funcionales con elementos de las estructuras por producto o por proyectos, cada una de ellas con sus ventajas y desventajas -que han sido estudiadas de forma profusa por diversos autores-. Por otro lado, las empresas menos orientadas al

¹⁶⁵ Llama la atención esa falta de estructuración de la gestión de tecnología en las organizaciones, a pesar de que, por lo menos, los directivos de la empresa grande y de la mediana sí tienen claro cuál es el propósito de la gestión de tecnología: "Hacer las cosas bien. Es una herramienta para ayudar a hacer más fácil, más rápido, con mayor control las cosas; para contar con todo lo necesario para hacer el trabajo de la mejor manera posible", señala el director de la primera; "Dar congruencia organizacional y sistematicidad a los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de tecnologías distintivas, y de innovación para crear y entregar valor a los clientes", dice el Gerente de Planta de la segunda, parafraseando una definición que utiliza el Premio Nacional de Tecnología.

desarrollo tecnológico, tienden a utilizar formas de trabajo menos complejas, en este caso utilizando una organización por proyectos, como es el caso de la empresa Cebadas y Maltas y de Caismex.

Procesos de gestión de tecnología en las empresas innovadoras

En la Tabla 40 se presenta una síntesis comparativa sobre la manera como las empresas investigadas realizan sus procesos de gestión de tecnología y sus actividades de I+D+i, así como algunos resultados recientes obtenidos de dichas actividades.

Una vez definida la estrategia tecnológica y la estructura organizacional, las empresas innovadoras buscan definir las formas más adecuadas para la realización de sus actividades de I+D+i, entre otros procesos de gestión de tecnología e innovación.

Los datos de las empresas estudiadas sugieren que éstas utilizan una combinación de formas estructuradas (áreas que forman parte de la organización y que se dedican a la I+D+i) con otras menos estructuradas (equipos de trabajo, comités, grupos de tarea) que funcionan temporalmente, por proyecto o por requerimiento de sistemas de calidad, de seguridad o de salud ocupacional.

Así, por ejemplo, la empresa Cidec Carso cuenta con gerencias y laboratorios que se encargan de la ejecución de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, del escalamiento de la tecnología a nivel piloto, del desarrollo de herramientas y prototipos, de la protección industrial de la tecnología desarrollada, de la documentación y empaquetamiento de la tecnología, y de la transferencia de la misma a las plantas industriales, que son sus clientes principales.

Pero, por otro lado, buena parte de las actividades de administración de proyectos tecnológicos, de toma de decisiones, de atención a clientes, y de ejecución de los proyectos de I+D+i se basa en el funcionamiento de comités de operación (los gerentes con sus colaboradores) que se reúnen mes con mes; de equipos multidisciplinarios formados de manera ocasional con personal de diferentes áreas de la empresa (por ejemplo, para integrar la cartera anual de proyectos); y comités *ad hoc* que sirven para la toma de decisiones y para optimizar la comunicación entre las diversas áreas, como son los Comités de I&D, Innovación Organizacional, Mejora de la Calidad, o entre las áreas y los clientes con el fin de responder mejor a sus necesidades, como son los Comités de Nuevos Productos, Reducción de Costos y Satisfacción del Cliente.

Tabla 40. Procesos y actividades de gestión de tecnología en empresas investigadas

Subcategoría de análisis	Empresas investigadas			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Caismex
<p>Procesos de gestión de tecnología (I+D+i, propiedad intelectual, vigilancia, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para la operación de los procesos de gestión de tecnología, y en particular de I+D+i, cada gerencia cuenta con un <i>Comité de operaciones</i>, y para fines específicos constituyen equipos de proyectos multidisciplinarios formados con personal de diversas áreas. • Cada uno de sus laboratorios organiza <i>Comités de operación</i>: son los gerentes con su gente. Se reúnen cada mes, y en algunos proyectos cada semana. • Cuentan con un sistema de gestión de tecnología que se basa en el modelo del Premio Nacional de Tecnología. Realizan la totalidad de los 18 procesos de gestión de tecnología con que cuenta dicho modelo. • Además muestran un pleno dominio de técnicas y herramientas de gestión de tecnología. • Hasta marzo de 2009 habían obtenido 61 patentes en México y 84 en el extranjero, y tenían 144 en trámite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuentan con los siguientes comités: Operativo, Técnico Administrativo, ISO 9001-2000, de Seguridad y Salud Ocupacional, y Directivo de Competitividad. Estos comités facilitan la comunicación entre los responsables de las áreas operativas y con el Gerente de Planta, y facilitan la toma colectiva de decisiones, entre ellas de gestión de tecnología. • Su modelo de gestión tecnológica de referencia es el del PNT. • Gestionan con eficiencia unos 13 procesos de gestión tecnológica. • Actividades que realizan de I+D son: optimización y desarrollo de pruebas de nuevos materiales y equipos, en la planta piloto de la cervecera del DF. • Patentes y marcas son tramitadas por Grupo Modelo a nivel corporativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La dirección de I+D realiza actividades de innovación tecnológica, obtención de financiamiento y búsqueda de socios. • La dirección de I+D y sus subdirecciones y departamentos realizan las actividades de I+DT pruebas, registro de resultados de pruebas, asimilación y puesta en marcha de tecnología, y desarrollo de los paquetes tecnológicos. • La subdirección de Documentación y Administración de Proyectos realiza vigilancia tecnológica, transferencia de tecnología, identificación de vinculantes en IES, obtiene documentos y patentes. • Realizan estudios de mercado, de búsqueda de información científico-técnica y de patentes. • Han obtenido 7 patentes y tienen 18 en trámite. 	<ul style="list-style-type: none"> • La empresa no realiza I+D. • Realizan solo unos cuantos procesos de gestión tecnológica: adquisición de equipo, mejora incremental de proceso, licencia de <i>software</i>. • Realizan actividades de vigilancia de competidores y clientes. • No cuentan con títulos de propiedad intelectual.

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la empresa mediana estudiada (Cebadas y Maltas) no cuenta con capacidades propias de I+D, y recurre a las áreas de desarrollo e ingeniería de su corporativo, a la planta piloto instalada en la planta cervecera del D.F., a universidades americanas, a proveedores de equipo, al INIFAP, para la realización de proyectos de desarrollo de nuevos productos, equipos o procesos. En cambio para la optimización de sus procesos de producción, logística, calidad, seguridad, gestión empresarial y comercialización, la empresa cuenta con capacidades que ha venido desarrollando en los últimos años. Esto está respaldado por su sistema de trabajo en equipos, círculos de calidad y grupos de trabajo, así como por una serie de comités (técnico, operativo, administrativo, ISO y OSHAS) dentro de los cuales destaca el *Comité directivo de competitividad* que decide sobre los proyectos de I+D+i que hay que llevar a cabo, y que coordina el trabajo de las diversas áreas de la empresa, incluyendo la gestión de tecnología.

En cambio la empresa Innovamédica realiza sus actividades de I+D, de diseño, pruebas e integración de paquetes tecnológicos, con el personal de sus subdirecciones y departamentos, y complementa sus capacidades internas vinculándose con organismos externos. Los datos obtenidos de la investigación realizada en la empresa no muestran evidencia de que se utilicen comités de operación o de I+D+i para la toma de decisiones sobre tecnología e innovación, decisiones que al parecer están centralizadas en la Dirección General y en la Dirección de I+D; pero, en cambio, sí es una práctica probada la conformación de equipos multidisciplinarios, con especialistas de diversas organizaciones para la realización de los proyectos, como es el caso del proyecto de desarrollo del Espectrómetro de Impedancia Tisular, lo que por cierto implica una cierta forma de trabajo en red.

En el caso de la microempresa estudiada (Caismex), los datos obtenidos muestran que no cuentan con capacidad propia de investigación y desarrollo tecnológico. Lo que sí han realizado en los últimos tres años son pequeñas mejoras a sus procesos de producción y de comercialización, para lo cual han adquirido equipos y *software* accesibles en el mercado nacional.

Lo anterior significa que las empresas innovadoras de mayor tamaño tienden a organizar el trabajo de I+D+i, y de gestión de la tecnología, utilizando equipos multidisciplinarios, formados con personal proveniente de diversas áreas de la empresa, con la participación de personal del corporativo y empresas cliente.

Operación de procesos de gestión de tecnología

En la Tabla 40 se puede observar también cuáles son los procesos de gestión de tecnología que realizan o ejecutan las empresas estudiadas. Para la identificación de dichos procesos se utilizó como referencia el modelo del Premio Nacional de Tecnología que, como se ha mencionado, utiliza 5 funciones y 18 procesos de

gestión de tecnología, agrupados como se muestra en la tabla 41. En el Anexo X de esta tesis se presentan las respuestas que dieron los entrevistados sobre la frecuencia de uso, grado de desarrollo o madurez, impacto sobre las innovaciones y grado de dominio que tiene su personal de estos procesos.

Tabla 41. Procesos de gestión de tecnología que realizan las empresas

Función de gestión de tecnología	Procesos de gestión de tecnología	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Cais-mex
Vigilar	Benchmarking	✓	✓	✓	
	Elaboración de estudios de mercados y clientes	✓	✓	✓	✓
	Elaboración de estudios de competitividad	✓	✓		
	Monitoreo tecnológico	✓	●	✓	✓
Planear	Elaboración y revisión de plan tecnológico	✓	✓	✓	
Habilitar	Adquisición de tecnología	✓	✓	✓	✓
	Desarrollo de tecnología	✓	●	■	
	Transferencia de tecnología	✓	✓	✓	
	Asimilación de tecnología	✓	✓		✓
	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos	✓	✓	✓	
	Gestión de personal tecnológico	✓	✓	✓	
	Gestión de recursos financieros	✓	✓	✓	
	Gestión del conocimiento	✓	✓		
Proteger	Gestión de la propiedad intelectual	✓	●	✓	
Implantar	Innovación de proceso	✓	✓	✓	
	Innovación de producto	✓	■		
	Innovación organizacional	✓			
	Innovación de mercadotecnia	✓			
Total	18 procesos	18	16	12	4

Fuente: Elaboración propia, basado en el modelo de gestión de tecnología del Premio Nacional de Tecnología (2008a, p. 25).

Notaciones:

- ✓ Lo realiza personal de la empresa.
- Se realiza con el apoyo del corporativo del grupo industrial al que pertenece la empresa.
- Se realiza con el apoyo de terceros.

Como se puede observar, la empresa grande (Cidec) lleva a cabo la totalidad de los 18 procesos de gestión de tecnología que de acuerdo con el modelo del PNT una empresa debe realizar para contar con un sistema integral de gestión de tecnología; la empresa mediana (Cebadas y Maltas) realiza normalmente por sí misma solo 13 de dichas prácticas; la empresa pequeña (Innovamédica) ejecuta 12 procesos de gestión tecnológica; y la microempresa realiza solo cuatro.

Gestores de tecnología en empresas innovadoras

La investigación realizada muestra que las empresas innovadoras mexicanas, de diversos tamaños, tienen en común que no cuentan en su estructura organizacional con gerentes o gestores de tecnología, sea de tiempo completo o de tiempo parcial, que se encarguen de coordinar o llevar a cabo los procesos y actividades de gestión de tecnología de la empresa. Eso se visualiza de forma sucinta en la Tabla 42, donde se muestra una síntesis comparativa sobre el personal con el que cuentan las empresas para gestionar tecnología y para dirigir proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

Los datos obtenidos exhiben que en los casos de la empresa pequeña y de la microempresa, su personal no utiliza el concepto de gestión de tecnología en su trabajo cotidiano ni en sus negocios –aunque, de forma paradójica, al menos uno de sus miembros en Innovamédica sea especialista en el tema-, ni reconoce la necesidad de contar con gestores de tecnología. En ambos casos, la dirección de la empresa no ha tomado como prioridad la gestión de tecnología, y sus esfuerzos están enfocados a la operación y subsistencia de la empresa.

Por su parte, tanto la empresa grande como la mediana cuentan con especialistas en otras áreas (ingeniería, diseño, manufactura, calidad, operación) que con el paso del tiempo han aprendido a realizar actividades de gestión de tecnología, transformándose inclusive en expertos en el tema, como es el caso del director de Cidec Carso, con más de 25 años de experiencia en el área, que reconoce que su principal función en la empresa es la administrar la tecnología, y de varios de sus colaboradores; o como el caso del Gerente de Planta de Cebadas y Maltas, con más de 26 años en la empresa, que es hoy responsable de la innovación en la misma, y que cuenta con gran experiencia en el desarrollo de sistemas competitivos de producción en el sector. Estos directivos son los que coordinan el trabajo entre los diversos equipos y unidades, una función de enlace que realizan los administradores de empresas innovadoras, según Mintzberg (1993b, p. 821).

Tabla 42. Gestores de tecnología y líderes de proyecto en las empresas investigadas

Subcategoría de análisis	Empresas investigadas			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Caismex
Gente (Gestores de tecnología, líderes de proyectos)	<ul style="list-style-type: none"> • El director de Cidec, con más de 25 años de experiencia en gestión de tecnología, es responsable de las actividades de I+D y de innovación tecnológica. • El director de Cidec consolida lo que la Dirección General del grupo, las direcciones de sector y las operativas solicitan. Él forma parte de la máxima instancia de decisión en el Grupo Carso. • No tienen gestores de tecnología. Pero, la función principal del director del Cidec es la gestión de tecnología. Por su parte, el responsable de la gestión de tecnología del Centro Técnico Querétaro es su Gerente General que tiene experiencia de más de 30 años en manufactura, diseño, dirección, administración de plantas, y en gestión tecnológica. • Los jefes de laboratorio son la cara técnica hacia las unidades de negocio de Carso. • Los jefes (o líderes) de proyecto son investigadores del Cidec que se encargan de definir las bases de los proyectos a partir de las necesidades de las plantas, y son responsables de la ejecución de los mismos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El Gerente de Planta es responsable de las actividades de innovación tecnológica en la empresa. • Desde 2008 cuentan con un responsable de las actividades de gestión de tecnología, que antes fue Jefe de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico y está en proceso formativo. • En Cebadas y Maltas, la gestión tecnológica la lleva a cabo el Comité Directivo de Competitividad, el cual abarca el área técnica, operativa y administrativa de la planta. • Todos los proyectos son ejecutados por la Dirección de Ingeniería del Grupo Modelo, con la participación y coordinación de Cebadas y Maltas, quienes subcontratan a proveedores externos especializados. 	<ul style="list-style-type: none"> • No utilizan el concepto de gestión de tecnología en sus prácticas de negocios, ni en sus prácticas y pláticas cotidianas. Pero, sí realizan actividades de gestión de tecnología en diversas áreas de la empresa: Dirección General, Dirección y subdirecciones de I+D, Subdirección de documentación y administración de proyectos. • No cuentan con personal dedicado a la gestión de tecnología, aunque uno de sus subdirectores de I+D es especialista en el tema (es evaluador del PNT). • No se reconoce formalmente la existencia de gestores de tecnología, ni de un área de gestión de tecnología. • La alta dirección no ha tomado como prioridad la gestión de tecnología. Sus prioridades son la operación y la subsistencia de la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • No utilizan el concepto de gestión de tecnología en sus prácticas de negocios, ni en su operación, ni en sus charlas y acciones cotidianas. • No cuentan con personal calificado para realizar actividades de gestión de tecnología, pero sí realizan algunas actividades: algo de vigilancia tecnológica, compra de equipo de planta, licencia de <i>software</i>. Estas actividades las realiza el Gerente Comercial, que cuenta para ello con el respaldo del Gerente General de la empresa.

Fuente: Elaboración propia, con información de entrevistas a directivos y documentos de las empresas.

La forma como han resuelto estas empresas la necesidad de contar con personal especialista en gestión de tecnología, que sepa actuar como enlace entre diversas funciones organizacionales y disciplinas profesionales, ha sido mediante la creación de comités multidisciplinarios constituidos con los responsables de los diversos laboratorios, gerencias, departamentos o áreas de la empresa: *Comité de I+D+i* en el caso de la empresa grande, con 12 profesionales formados en la ejecución y gestión de negocios, operación, procesos, proyectos y patentes; y *Comité directivo de competitividad* en el caso de la empresa mediana, con 15 profesionales que cuentan con experiencia en la operación técnica, mantenimiento, calidad, seguridad, administración y gestión de recursos humanos, materiales y financieros, diseño y administración de proyectos en plantas malteras¹⁶⁶.

De acuerdo a la nomenclatura propuesta por Mintzberg (1993b) en su caracterización de las empresas innovadoras, la empresa grande cuenta con una *adhocracia operativa* que emprende proyectos para servir a sus clientes y que trabaja de forma matricial; mientras que la empresa mediana trabaja más bajo el esquema de una *adhocracia administrativa* que funciona con equipos por proyecto, y emprende proyectos para su propio servicio: la optimización de la planta.

En el caso de la empresa pequeña investigada, Innovamédica, el trabajo de gestión de tecnología que se realiza se reparte entre diversos miembros de la misma. Así, por ejemplo, el Director General se encarga de que la innovación tecnológica sea efectivamente un negocio, de la transferencia de tecnología a terceros, de la obtención de recursos financieros y de la creación de nuevos negocios, además de sus actividades propias de dirección de la empresa; la Dirección de I+D se encarga de todo el proceso de investigación, desarrollo, diseño e innovación de nuevos productos, que incluye la concertación de acuerdos con laboratorios especializados para la realización de pruebas y estudios; la Dirección de Operaciones y Finanzas se encarga de la codificación de conocimientos para su transferencia, de la publicación de textos técnicos, de la obtención de patentes y de la administración de los proyectos de la empresa; y la Gerencia de Vinculación Institucional y Nuevos Proyectos se encarga, como su nombre lo dice, de la vinculación con universidades, organismos públicos de salud y centros públicos de I+D, así como de la venta de servicios y proyectos.

¹⁶⁶ En este segundo caso, no obstante, la responsabilidad de la gestión de tecnología recae en un ingeniero nombrado para esos fines en 2008 por el actual Gerente de Planta, dado que éste quiere consolidar los procesos de gestión de tecnología para integrarlos en el sistema de gestión de la empresa, al que denominan *Modelo de Dirección Competitiva y Clase Mundial*, que los orienta en la aplicación de su estrategia de negocios.

Se constató que la mayoría de las empresas investigadas dan una gran importancia a la práctica de administración de proyectos tecnológicos, y a la necesidad de contar con gerentes o líderes de proyectos¹⁶⁷. En el siguiente apartado se comenta sobre la capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos que las empresas han desarrollado, y de los resultados que han obtenido al respecto.

8.4 Capacidad de innovación mostrada

Como ya se mencionó, se definieron dos subcategorías de análisis de la capacidad de innovación en empresas innovadoras, que complementan la respuesta sobre cómo y por qué gestionan tecnología las empresas que hacen innovación en México. El análisis de cada una de las dos subcategorías de análisis se presenta a continuación.

Los principales hallazgos se exhiben en las tablas 43 y 44, donde se reporta lo que cada una de las empresas realiza en relación a cada subcategoría, cómo lo realiza y por qué motivos. Se incluyen también resultados obtenidos de dichas actividades.

En la Tabla 43 se muestra en forma resumida cómo las empresas muestran su capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos. En la Tabla 44 se resume la capacidad de acceso a tecnologías y conocimientos del entorno por parte de las empresas investigadas.

Capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i en empresas innovadoras

En la Tabla 43 se muestran de forma sintetizada la capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i de las cuatro empresas investigadas, misma que se analiza a continuación.

En términos de los resultados de sus proyectos de I+D+i, los datos obtenidos de los casos estudiados evidencian que la estrategia seguida, el tamaño de la empresa, la intensidad en I+D - provocada en parte como respuesta a la dinámica innovadora de los sectores en que se compete-, la capacidad de gestión de tecnología, la infraestructura y recursos con los que se cuenta (humanos, materiales, financieros), determinan la calidad y cantidad de los resultados que se obtienen: Innovaciones producidas, patentes obtenidas y tramitadas, ingresos por la venta de nuevos productos, ahorros generados por la disminución de los costos de producción y comercialización, creación de nuevos negocios para comercializar las tecnologías generadas.

¹⁶⁷ Solo la microempresa no da cuenta de dicha práctica.

Tabla 43. Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos en las empresas investigadas

Subcategoría de análisis	Empresas investigadas			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Caismex
Capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> En el Cidec cuentan con 111 empleados que se dedican de tiempo completo a actividades de investigación y desarrollo. En su Centro Técnico laboran 306 personas, 1 con doctorado, 46 con maestría y 241 ingenieros. De 2004 a 2007 concluyeron 104 proyectos de innovación de proceso, y 82 de innovación de producto. De 2005 a 2008 ejecutaron 11 proyectos de desarrollo de producto, 4 de proceso, uno de producto/proceso y uno de innovación organizacional. Los proyectos ejecutados en los últimos 15 años han tenido una relación Beneficio/Costo de 3.11 El nivel de efectividad de los proyectos (Avance real/ Avance programado) en 2006, 2007 y 2008 ha sido de 95.4, 96.4 y 97.5 %, respectivamente. Innovaciones importantes de 2005 a 2007: Hilo de guarda óptico, proyecto CRC (Reducción de costos), Cable RF para sistemas celulares, nuevo modelo de organización multidisciplinario, Laboratorio de Energías Alternas, Modelo de Evaluación Previa. 	<ul style="list-style-type: none"> Cuenta con 15 empleados que participan en gestión de tecnología e I+D+i. Los proyectos de modernización y mejora de procesos e infraestructura se ejecutan a través de la Dirección de Ingeniería del Grupo Modelo, con la participación y coordinación de Cebadas y Maltas. De 2007 a 2009 se ejecutaron 5 proyectos de desarrollo de nuevos productos y mejora de equipo y proceso. En 2006 desarrollaron un nuevo producto: maltas especiales. De 2007 a 2009 liberaron, en vinculación con el INIFAP, dos variedades de cebada de riego de 6 hileras. Sus innovaciones de proceso han sido de optimización de procesos de gestión (calidad, ambiental y seguridad); de mejora del proceso; y de optimización del proceso (secado de cebada con agua sobrecalentada). 	<ul style="list-style-type: none"> Laboran 40 personas en Innovamédica, de los cuales 30 se dedican de tiempo completo a actividades de I+D+i: 24 en actividades de desarrollo de ingeniería y <i>software</i>, y 6 dedicados a la documentación y administración de proyectos de I+D, la publicación de artículos técnicos y trámite de patentes. Desde hace años están realizando dos proyectos de I+D+i: <i>Dispositivo de asistencia ventricular</i> y <i>Espectrómetro de impedancia tisular</i> que espera salga al mercado en 2 años. Reportan dos innovaciones de proceso, que son más bien métodos de vinculación y de gestión de proyectos. A la fecha no ha generado innovaciones de producto. 	<ul style="list-style-type: none"> La empresa no realiza I+D, y no ejecuta proyectos de I+D. Esbozan proyectos cuando quieren solucionar un problema, pero no han formalizado un sistema de administración de proyectos. Los proyectos de mejora de proceso de producción y de respuesta a clientes han sido coordinados por el Gerente Comercial. Su proyecto más representativo en los últimos 3 años fue: <i>Proceso de surtido de pedido</i>.

Fuente: Elaboración propia, con información de entrevistas a directivos y documentos de las empresas.

Así, mientras la empresa grande (Cidec Carso) tuvo la capacidad para ejecutar 111 proyectos de desarrollo de producto, cuatro de proceso, uno de producto/proceso y uno de innovación organizacional entre 2005 y 2008, de obtener 61 patentes en México y 84 en el extranjero, y tramitar 144 patentes hasta marzo de 2009; la empresa mediana (Cebadas y Maltas) no patenta, su capacidad de ejecución de proyectos se enfoca a la mejora de equipo y proyecto, y en menor medida al desarrollo de nuevos productos (Cinco proyectos ejecutados entre 2007 y 2009), con una inversión que llama la atención del 5% de sus ventas anuales; la empresa pequeña (Innovamédica) se esfuerza por sacar al mercado sus dos primeros productos, después de 9 años de estar desarrollándolos y haciendo un esfuerzo interesante de patentamiento (Siete patentes obtenidas y 18 en trámite); y la empresa micro (Caismex) no cuenta con patentes ni innovaciones en su haber.

La investigación de campo muestra de forma muy clara que las empresas que basan su negocio en el desarrollo de tecnologías e innovaciones, como es el caso de Cidec Carso y de Innovamédica, se preocupan por generar en su personal, o por integrar equipos de trabajo con capacidad de ejecución de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, y que su éxito depende de los resultados obtenidos, en términos del impacto comercial o productivo de sus innovaciones y de la rentabilidad de las inversiones que realizan en sus carteras de proyectos tecnológicos.

Por el contrario, los datos demuestran que las empresas que no centran su negocio en el desarrollo de tecnologías e innovaciones, tienen grandes dificultades para desarrollar sus propias capacidades de ejecución de proyectos de I+D+i, como es el caso de Cebadas y Maltas, y de Caismex, que no cuentan con personal especializado ni con infraestructura para ello, pues lo que importa principalmente en esos casos es la solución de problemas de productividad y de mejora continua, más que la búsqueda de innovaciones disruptivas o radicales que transformen el negocio y modifiquen su posición competitiva.

Los datos obtenidos de las empresas sugieren que hay una relación causal entre la cantidad y calidad del personal que trabaja en ellas en actividades de I+D+i y la capacidad que muestran de ejecución de proyectos tecnológicos. La empresa grande cuenta, por ejemplo, con 111 empleados dedicados de tiempo completo a actividades de investigación y desarrollo, y 305 empleados dedicados a desarrollo de producto, *software* y proyectos de ingeniería. Esta plantilla se compone de 6 doctores, 77 maestros y 241 ingenieros de diversas disciplinas. De 2004 a 2007, este grupo de profesionales, junto con personal de las empresas clientes y de las áreas de comercialización del corporativo, concluyó 104 proyectos de innovación de proceso y 82 proyectos de innovación de producto.

En cambio, la empresa mediana no cuenta con personal dedicado a I+D, y su capacidad de I+D e innovación se limitó entre 2007 y 2009 a la realización de cuatro proyectos de mejora de proceso y modernización de infraestructura con el soporte técnico de la Dirección de Ingeniería del corporativo del Grupo Modelo y de proveedores de maquinaria y equipos y, con apoyo externo del INIFAP, el desarrollo de dos variedades de cebada de riego de 6 hileras.

Por su parte la empresa pequeña, de base tecnológica, sí cuenta con 30 empleados dedicados a tiempo completo a actividades de I+D+i: 24 en actividades de desarrollo de ingeniería y *software*, y 6 dedicados a la documentación y administración de proyectos de I+D, a la elaboración y publicación de artículos técnicos y al trámite de patentes. Sin embargo, a la fecha no ha generado nuevos productos ni procesos, pues los proyectos que realiza de I+D están en sus etapas finales. Para reforzar sus capacidades, la empresa se ha vinculado con grupos de investigación de universidades y con personal especialista de organismos públicos del sector salud.

Y en el caso de la microempresa, los datos muestran que su capacidad de innovación es prácticamente nula, dado que no cuenta con personal dedicado a la I+D+i, ni con recursos para invertir en proyectos tecnológicos.

Otro aspecto a considerar, de acuerdo con los datos obtenidos en la investigación, tiene que ver con la eficacia de las acciones emprendidas. Así, mientras la pequeña empresa aún no obtiene resultados dada la complejidad de los proyectos que ejecuta y de la falta de recursos para su operación; la empresa grande ejecuta sus proyectos bajo estrictos criterios de rentabilidad, lo que ha generado que en los últimos 15 años haya tenido una relación Beneficio/Costo de 3.11 en promedio en los proyectos que ha realizado para sus clientes, mostrando además niveles de efectividad muy altos su ejecución –con tasas de 95.4 a 97.5.% entre 2006 y 2008- con lo que fortalecen su relación de confianza con sus clientes.

Y, por su parte, según los datos obtenidos, la empresa mediana utiliza para la aprobación de su proyectos como criterios de evaluación la relación costo-beneficio, un retorno de la inversión no mayor de 5 años, y que los proyectos estén destinados a algún cumplimiento normativo o legal. Esta empresa, no obstante su ritmo más bajo de innovaciones, obtiene ingresos anuales por la venta de nuevos productos del orden de los 55 millones de pesos.

Acceso a tecnologías y conocimientos externos en las empresas innovadoras

En relación a la adquisición de conocimientos y tecnologías de fuentes externas, la evidencia encontrada muestra, como se puede observar en la Tabla 44 y en los casos desarrollados en los capítulos 4 a 7 de estas tesis, que las empresas de todo tipo y tamaño utilizan diversos mecanismos para hacerse de *know-how* necesario para completar sus capacidades de innovación. Estos mecanismos van desde la compra de tecnología incorporada en equipos y procesos; la transferencia de tecnología; la licencia de patentes, marcas y derechos de autor; las alianzas con proveedores y clientes; la creación de *spin-offs*; hasta la vinculación con universidades y centros públicos de I+D. Aquí el tamaño no importa, todas lo hacen en mayor o menor medida.

Con excepción de la microempresa estudiada, las empresas innovadoras se vinculan con universidades y centros públicos de I+D tanto de México como del extranjero para hacerse de conocimientos, infraestructura y tecnologías. Así, Cidec Carso se vincula con universidades y centros públicos de I+D, tales como: UNAM, IPN, ITESM, UAQ, Universidad La Salle, UVEM, Tecnológico de Celaya, CENAM, CIQA, CIDETEC, CIATEQ, CIMAT, CIO, LAPEM. La empresa Cebadas y Maltas lo hace con el INIFAP y con universidades de Estados Unidos: Universidad Madison en Wisconsin, Universidad Davis en California, y el Instituto Siebel de Tecnología en Chicago. Por su parte, Innovamédica adquiere personal, infraestructura y *know-how* de instituciones tales como la UAM Iztapalapa, el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, el Instituto Mexicano de Asistencia Circulatoria y Órganos Artificiales, y el Texas Heart Institute.

Para proyectos más cercanos a la producción, el Centro Técnico Querétaro de Cidec trabaja en tiempo real con centros de diseño de sus clientes fabricantes de equipo original y proveedores automotrices de Nivel Tier 1 en México, Estados Unidos, Canadá, Japón, Alemania, India, China, Corea y Brasil; la empresa Cebadas y Maltas contrata expertos malteros para el desarrollo de procesos de producción de malta, y adquiere maquinaria y equipos de su empresa hermana Inamex, o bien compra ingeniería y asistencia técnica a la empresa española Seginsa; y Caismex compra algunos equipos a proveedores nacionales.

Los datos obtenidos muestran que el acceso a conocimientos y tecnologías externas está determinado por el sector donde se participa, la propia capacidad de I+D+i, los contactos que se tengan con especialistas (poseedores de conocimiento tácito valioso), grupos de investigación, tecnólogos y proveedores diversos, y por los recursos con los que se cuenta.

Tabla 44. Capacidad de acceso a tecnologías y conocimientos externos en empresas investigadas

Subcategoría de análisis	Empresas investigadas			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Caismex
Acceso a conocimientos y tecnología externos	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con el respaldo de proveedores y tecnólogos especializados. • Cidec se vincula con universidades y centros públicos de I+D, entre otros: UNAM, IPN, ITESM, UAQ, Universidad La Salle, UVEM, Tecnológico de Celaya, CENAM, CIQA, CIDETEC, CIATEQ, CIMAT, CIO, LAPEM. • El Centro Técnico está conectado en tiempo real a centros de diseño de sus clientes OEM (fabricante de equipo original) y proveedores automotrices de Nivel Tier 1 en México, Estados Unidos, Canadá, Japón, Alemania, India, China, Corea y Brasil. • Cuenta con un <i>Centro de Información Tecnológica</i>, que se encarga de obtener información técnica, y de la protección industrial de los desarrollos tecnológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante años han contado con la asesoría del Dr. Henry Kneuer, maestro maltero, para el desarrollo de los procesos de producción de la malta. • En relación al desarrollo de equipos y maquinarias, reciben el apoyo de la empresa Inamex del Grupo Modelo, y la asistencia técnica de la empresa española Seginsa. • Cebadas y Maltas se vincula con universidades e institutos de Estados Unidos para desarrollar capacidades en tecnología maltera y cervecera: Universidad Madison en Wisconsin, Universidad Davis en California, y el Instituto Siebel de Tecnología en Chicago. • En México contrata al INIFAP para la I+D de nuevas variedades de cebada. • Varios miembros de la empresa pertenecen a la Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas de la cual reciben publicaciones y capacitación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Innovamédica es una empresa que se vincula con universidades e institutos de investigación para realizar la mayor parte del trabajo de investigación, entre otros con: UAM-I, Universidad de Yale, Instituto Nacional de Cardiología (INC) de México. • En el proyecto de corazón artificial, por ejemplo, han contado con la participación de seis empresas y 60 expertos de diferentes instituciones como la UAM Iztapalapa, el INC “Ignacio Chávez”, el Instituto Mexicano de Asistencia Circulatoria y Órganos Artificiales, y el Texas Heart Institute. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compran las tecnologías que requieren para mejorar sus procesos de producción (horno, bandas) y comercialización (<i>software</i>), con proveedores disponibles en el mercado local.

Fuente: Elaboración propia, con información de entrevistas a directivos y documentos de las empresas.

8.5 Condiciones y contexto para la innovación

Un factor importante para poder llevar a cabo innovaciones lo constituye la infraestructura *ad-hoc* que las empresas tienen para realizar los proyectos tecnológicos, o bien aquella infraestructura a la que pueden tener acceso con sus corporativos, socios, proveedores, o por medio de actividades de vinculación con laboratorios universitarios y de centros públicos de I+D. Sobre ello se comenta a a continuación.

Infraestructura para la I+D+i de las empresas innovadoras

Contar con una infraestructura adecuada para la realización de proyectos de I+D+i es una condición que las empresas tienen que cumplir para contar con capacidad de innovación.

Los datos obtenidos en el trabajo de investigación exhiben que solo la empresa grande estudiada (Cidec Carso) cuenta con la infraestructura suficiente para realizar proyectos de investigación, desarrollo e innovación. Como se muestra en la Tabla 45, cuenta con 16,548 m² de construcción, con una serie de laboratorios (Cables, fibra óptica, sistemas eléctricos y electrónicos, metalurgia, software, nuevos negocios, modernización, pruebas independientes, energías alternativas, diseño de componentes y sistemas de Gestión) y cuatro plantas piloto. Su otra unidad de negocios, el Centro Técnico, cuenta con 4,120 m² de construcción y con tres laboratorios. Sus instalaciones están certificadas bajo las normas ISO 9001, ISO/TS 16949, ISO 14001, UL-CTDP, ISO/IEC 15504, CMM, SPICE y los laboratorios están acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento según la norma ISO/IEC 17025.

Pero no sucede lo mismo con las demás empresas. Cebadas y Maltas, por ejemplo, cuenta con instalaciones adecuadas para la producción, almacenamiento y carga de malta, con instalaciones para la recepción de la materia prima, cuenta además oficinas bien acondicionadas, con talleres y áreas de servicios, y con un laboratorio de calidad donde se lleva a cabo el análisis de materias primas, proceso y producto terminado, cuenta además con dos campos experimentales para el cultivo de cebada, pero no cuenta con laboratorios ni equipos para realizar trabajos específicos de I+D. Para ello tiene que acudir a empresas y áreas corporativas del Grupo Modelo, además de vincularse con universidades norteamericanas y centros públicos de I+D en México como el INIFAP.

Tabla 45. Infraestructura para la I+D+i en las empresas investigadas

Subcategoría de análisis	Empresas investigadas			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Caismex
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con 16,548 m² de construcción, con laboratorios y cuatro plantas piloto. El Centro Técnico cuenta con 4,120 m² de construcción y con tres laboratorios. • Cidec cuenta con los laboratorios de: Cables, Fibra óptica, Sistemas eléctricos y electrónicos, Electrónica, Metalurgia, Software, Nuevos negocios, Modernización, Pruebas independientes, Energías alternas, Diseño de componentes y Sistemas de Gestión. • Las instalaciones del Cidec están certificadas bajo las normas ISO 9001, ISO/TS 16949, ISO 14001, UL-CTDP, ISO/IEC 15504, CMM, SPICE y los laboratorios están acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento según la norma ISO/IEC 17025. • Cuenta con infraestructura de TICS y software para actividades diseño y gestión de la información: 486 estaciones de trabajo, 10 servidores, unas 40 plataformas y 1436 equipos de laboratorio, por ejemplo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es el Grupo Modelo el que dispone de la infraestructura necesaria para llevar a cabo la investigación y desarrollo, así como la ingeniería de los proyectos. Cebadas y Malta no cuenta con laboratorios de I+D. • Cuenta con el apoyo de la empresa Inamex del Grupo Modelo para el desarrollo e instalación de equipo y maquinaria. • Cuenta con el soporte de la planta piloto de 10 hectolitros de capacidad, instalada en la planta cervecera ubicada en Lago Alberto en el Distrito Federal. • Cuenta con un laboratorio de calidad para el análisis de las materias primas y del proceso de producción certificado bajo la norma ISO 9001-2000. • Cuenta con dos campos experimentales de cultivo de cebada en Durango y en Calpulalpan, Tlaxcala. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con instalaciones para desarrollo de <i>software</i>, diseño de prototipos, diseño de equipos médicos, documentación técnica y de producto, así como con el <i>hardware</i> y el <i>software</i> necesario. • Cuenta con equipo de oficina, computadoras, <i>software</i>, acceso a Internet, archivos y bases de datos para la realización de actividades de gestión de proyectos, elaboración de planes de negocio y de patentes, y vinculación. • Se vincula con terceros para contar con laboratorios especializados: UAM-Iztapalapa, IMSS, Universidad de Yale, Instituto Nacional de Cardiología, IMSS, SSA, entre otros organismos. 	<p>No cuentan con infraestructura para la ejecución de proyectos de I+D+i.</p>

Fuente: Elaboración propia, con información de entrevistas a directivos y documentos de las empresas.

Igual sucede con la empresa Caismex, que sí cuenta con instalaciones de producción, oficinas y venta de productos, pero no cuenta con laboratorios de análisis ni con planta piloto.

Innovamédica, por su parte, está instalada en una amplia casa donde ha instalado oficinas, cuartos de diseño de equipo y componentes, área de diseño de *software*, salas de seminarios y de reuniones, un área de construcción de modelos y prototipos, pero no cuenta con laboratorios para sus actividades de investigación y desarrollo. Para conseguir instalaciones que le permitan llevar a cabo la investigación preclínica y clínica ha tenido que vincularse con universidades y organismos públicos del sector salud de México y Estados Unidos.

Otras condiciones para la innovación

Para completar el análisis sobre las condiciones para la innovación, se consideraron no solo las evidencias ya comentadas en los apartados anteriores, sino que se recabaron también opiniones de los entrevistados sobre las condiciones que favorecen la innovación en sus empresas, y sobre los factores del entorno que influyen de forma positiva o negativa en la disposición y capacidad de la empresa para innovar. Para ello, se solicitó a los entrevistados que calificaran de mayor a menor importancia una serie de condiciones necesarias para la innovación, que se les presentó por el autor de este trabajo, y lo mismo se hizo con los factores del entorno. En el Anexo XI de esta tesis se presentan los resultados por empresa.

En la Tabla 46 se muestran las percepciones de los entrevistados sobre las condiciones para la innovación, siendo 1 la de mayor importancia y 13 la de menor importancia. Como se puede ver, hay una gran diversidad de opiniones. Las únicas condiciones donde parece haber un relativo consenso es en la necesidad de que exista una cultura favorable a la innovación en la empresa y en la de contar con personal capacitado para realizar tareas de I+D.

Tabla 46. Nivel de importancia de las principales condiciones para la innovación en la empresa

Condiciones necesarias para la innovación en la empresa	Importancia para entrevistados			
	Cidec Carso	Cebadas y maltas	Innova-médica	Cais-mex
Estrategia tecnológica definida	1	5	5	NA
Capacidad de respuesta a las demandas del mercado	2	5	1	NA
Cartera de proyectos tecnológicos	3	NA	NA	NA
Cultura de la empresa favorable a la innovación	4	2	2	2
Personal capacitado para realizar tareas de I+D	5	3	3	NA
Capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i	6	4	10	NA
Personal capacitado para gestionar tecnología	7	4	11	NA
Infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos, plantas piloto)	8	3	6	NA
Personal capacitado para realizar tareas de escalamiento y transferencia	9	NA	12	NA
Líderes que impulsan la innovación en la empresa	10	1	4	1
Inversión en I+D	11	4	7	NA
Existencia de Gerencia o Departamento de I+D	12	3	8	NA
Existencia de Gerencia o Departamento de Ingeniería	13	3	9	NA

Fuente: Elaboración propia.

NA = No aplica, en opinión del entrevistado.

Lo mismo sucede con las percepciones de los entrevistados sobre los factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa, como puede verse en la Tabla 47, donde el factor 1 tiene la mayor importancia y el 11 la menor importancia. No hay coincidencia en sus percepciones sobre la influencia del entorno, salvo en la importancia que asignan los entrevistados a la dinámica innovadora del sector donde se desenvuelve la empresa.

Tanta diversidad de opiniones en ambos casos puede deberse a que se trata de empresas de diferentes tamaños que compiten en sectores muy distintos entre sí, pero esta es una conjetura que habrá que corroborar en posteriores investigaciones. Sin embargo, dadas las diferencias marcadas que se encontraron en las empresas estudiadas en lo que respecta a su capacidad de innovación, pero también a sus prácticas de gestión de tecnología, se puede inferir una tipología de empresas que puede ser de utilidad para posteriores evaluaciones y estudios. Esta tipología se explica en el siguiente apartado.

Tabla 47. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa

Factores del entorno	Importancia para entrevistados			
	Cidec Carso	Cebadas y Maltas	Innovamédica	Cais-mex
Rentabilidad del sector	1	2	6	NA
Tamaño del mercado	2	5	4	NA
Diversidad de productos	3	5	9	NA
Dinámica innovadora del sector	4	2	2	2
Competencia elevada	5	2	8	1
Patentes de la competencia	6	9	7	NA
Ciclo de vida de los productos	7	NA	3	NA
Regulaciones gubernamentales	8	2	11	4
Universidades y centros de I+D cercanos para vincularse	9	5	1	5
Estructura de precios del sector	No impacta	2	10	3
Disponibilidad de financiamiento	NA	2	5	NA

Fuente: Entrevistas en empresas.

NA = No aplica, en opinión de los entrevistados.

8.6 Tipología de empresas según su gestión de tecnología

Con base en los datos empíricos obtenidos de la investigación realizada sobre las cuatro empresas de diferentes tamaños y sectores, complementado con la información obtenida del estudio de 25 casos de empresas ganadoras del PNT (Medellín, 2009), se propone a continuación una tipología de empresas asociada con la manera como gestionan tecnología, en la cual se consideran los elementos que se incluyen en la Tabla 48, esto es: Las características observadas de su gestión de tecnología, la capacidad de innovación que muestran, y los resultados e impactos obtenidos con su gestión de tecnología¹⁶⁸.

Las empresas muestran progreso en la medida que cumplen con las características señaladas de un nivel de gestión de tecnología y capacidad de innovación, y pasan al siguiente nivel, con actividades y capacidades de mayor complejidad y alcance. Se consideran cinco niveles o grados de desarrollo de la gestión de tecnología, los cuales corresponden a cinco diferentes tipos de empresas como se observa en la Tabla 48 dos páginas adelante¹⁶⁹.

¹⁶⁸ En su forma, esta tipología se inspira en la propuesta por Jasso y Torres (2008, p. 293), pero su contenido es distinto. La propuesta de ellos fue sobre gestión del conocimiento en empresas, y para su elaboración se basaron en investigación documental sobre el tema.

¹⁶⁹ En su estudio sobre la gestión de la innovación y la tecnología en 20 empresas españolas, Cotec (2001, p. 217) utiliza un escala de grados de madurez que alcanza la gestión de la innovación tecnológica (GIT) en diferentes empresas, con el fin de contar una base para establecer

En México las empresas tienden a evolucionar desde una posición en la que no cuentan con ninguna práctica de gestión de tecnología, sin capacidad alguna de innovación (Nivel I, empresas tradicionales), hasta una posición en que su gestión de tecnología está desarrollada, a tal grado que cuenta con sistemas de gestión de tecnología integrados y documentados, alineados con los demás sistemas de la empresa (calidad, producción, comercialización, etc.), de tal forma que muestran una capacidad de innovación de producto, proceso, organización y mercadotecnia muy madura, protegen sus activos intelectuales, se vinculan de manera sistemática, cuentan con personal especializado apto para ejecutar proyectos de I+D+i, y por tanto son competitivas en los sectores donde participan (Nivel IV, empresas innovadoras o competentes). Hay, sin embargo, un Nivel V que corresponde a empresas de clase mundial que innovan de forma sistemática, crean conocimientos organizacionales a escala global¹⁷⁰, compiten en mercados mundiales y cuentan con capacidad de gestión tecnológica cien por ciento sistematizada y dominada por su personal. Este tipo de empresas de Nivel V no fue estudiado en esta tesis; sin embargo, en la literatura publicada hay evidencia suficiente de este tipo de organizaciones y sus características, por lo que conviene tenerlas en perspectiva. Las características de cada uno de los tipos de empresa se pueden observar con más detalle en la Tabla 48.

Los tipos de empresa de los niveles II, III, IV y V se equiparan en la Tabla 48 con los utilizados por el CONACYT de México en el diagnóstico del *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*. En dicho programa se clasificaron las empresas en cuatro niveles de competitividad de acuerdo a características que reflejan sus capacidades administrativas, operativas y tecnológicas, así como el tipo de prácticas predominantes en cada nivel. Se les asignó también un nivel de capacidad tecnológica a cada tipo de empresas, de la siguiente manera (CONACYT, 2001, pp. 49-50): Las empresas *emergentes* imitan, y cuentan con habilidad para sobrevivir por medio de la improvisación; las empresas *confiables* realizan adopciones y mejoras, y tienen un nivel de calidad repetible en las principales áreas de la empresa; las empresas *competitivas* desarrollan tecnología, tienen áreas y personal especializado en el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios; las empresas *de vanguardia* licencian a terceros, y tienen un control total sobre el ciclo de desarrollo de nuevos productos, gestión tecnológica y prospectiva.

comparaciones. La escala tiene los siguientes tres niveles: "A. Nivel alto de madurez: Se refiere al estado más sofisticado que por lo general se corresponde con el más avanzado; B) Nivel medio de madurez: Estado intermedio que se corresponde con una empresa que demuestra una preocupación por avanzar en la GIT; C) Nivel bajo de madurez: Se corresponde con el estado menos sofisticado y más sencillo y por lo general menos avanzado, aunque dependiendo del sector pudiera ocurrir que simplemente el aspecto analizado es menos relevante para las empresas de dicho sector".

¹⁷⁰ Como las empresas japonesas estudiadas por Nonaka y Takeuchi (1999, pp. 219-248).

Tabla 48. Tipología de empresas según su gestión de tecnología y capacidad de innovación

Tipo de empresa (*)	Características de su gestión de tecnología	Capacidad de innovación	Resultados e impactos
<p>Nivel I. Tradicional. Con nula capacidad de gestión tecnológica.</p>	<p>La gestión de tecnología no está en su campo de acción ni en el corto ni el mediano plazo. No realiza actividades de gestión de tecnología.</p>	<p>No cuenta con capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos: I+D, diseño, ingeniería, innovación. No se vincula. Nula capacidad de innovación.</p>	<p>No genera innovaciones de ningún tipo.</p>
<p>Nivel II. Rutinaria. Con gestión tecnológica incipiente.</p>	<p>Sin estrategia tecnológica. No invierte en I+D+i. No cuenta con modelo de gestión de tecnología. No cuenta con un área responsable de gestión de tecnología. No cuenta con gestores de tecnología. Su personal realiza actividades básicas de gestión de tecnología: compra y adaptación de tecnología, licencia de <i>software</i>, por ejemplo. No protege sus activos intelectuales. No documenta sus prácticas.</p>	<p>Imita a sus competidores en cuanto a productos a producir y tecnologías a utilizar. No ejecuta proyectos tecnológicos. No se vincula con universidades, centros de I+D, firmas de ingeniería y otras fuentes tecnológicas externas. Sin infraestructura <i>ad-hoc</i> para la I+D+i.</p>	<p>Mejoras incrementales a su proceso de producción, lo cual le produce ahorros en costos. Cuenta con al menos una marca comercial propia, pero no con patentes.</p>
<p>Nivel III. Productiva o confiable. Con gestión tecnológica en desarrollo.</p>	<p>Cuenta con una clara estrategia de negocios y una estrategia tecnológica centrada en el apoyo a la productividad, no en la innovación. Invierte un % de sus ventas en proyectos de compra o mejora de maquinaria, equipo y proceso. Cuenta con un modelo de gestión de calidad o de productividad, pero no de gestión tecnológica. Sin área responsable de gestión de tecnología. Miembros de su personal capacitados para realizar algunas actividades de gestión tecnológica. Equipos de trabajo realizan tareas y procesos, pero no cuenta con un sistema integrado y formalizado de gestión de tecnología. Dominan el secreto industrial. Documenta algunas prácticas de gestión tecnológica.</p>	<p>Ejecuta proyectos que conducen a mejoras incrementales en proceso y en producto (mejora continua). Realiza proyectos de ampliación de planta o puesta en marcha de nuevas plantas con el apoyo del corporativo y de proveedores externos. Realiza mejoras al diseño de sus productos. Se vincula con universidades y centros públicos de I+D para servicios menores, y en ocasiones para realizar proyectos de I+D. Cuenta con certificaciones de su proceso de producción y áreas de servicios (calidad, seguridad, medio ambiente). Sin infraestructura propia de I+D.</p>	<p>Eventualmente lanza al mercado nuevos diseños o nuevos productos, casi siempre a solicitud de sus clientes. Proceso de producción mejorado de forma continua. Ahorro sistemático en costos de producción y comercialización. Cuenta con marcas propias para sus productos. No tramita patentes.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Tipología de empresas según su gestión de tecnología y capacidad de innovación (continuación)

Tipo de empresa (*)	Características de su gestión de tecnología	Capacidad de innovación	Resultados e impactos
<p>Nivel IV. Innovadora o competente. Con gestión tecnológica desarrollada o madura.</p>	<p>Estrategia tecnológica alineada con estrategia de negocios. Invierte en forma sostenida un % de sus ventas en I+D+i. Modelo probado y propósito claro de gestión de tecnología. Directivo responsable de la gestión de tecnología. Área responsable de la gestión de tecnología. Equipos de trabajo multidisciplinarios especializados en gestión de tecnología. Sistema de gestión tecnológica integrado y documentado. Se ejecutan procesos de gestión de tecnología, sistematizados, con responsables y recursos. Cuenta con indicadores de desempeño de la gestión tecnológica. Patenta sus desarrollos tecnológicos. Consigue financiamiento externo para proyectos de I+D+i.</p>	<p>Cuenta con personal especializado en I+D+i, y por tanto cuenta con capacidad suficiente de ejecución de proyectos tecnológicos. Ejecuta de forma permanente proyectos tecnológicos pagados por sus clientes. Rentabilidad sostenida de su cartera de proyectos tecnológicos. Se vincula constantemente con universidades y centros públicos de I+D según necesidades concretas. Cuenta con infraestructura adecuada para la I+D+i y con plataformas tecnológicas incipientes para el desarrollo de nuevos productos.</p>	<p>Innovaciones de producto, proceso, organización y mercadotecnia. Ingresos por nuevos productos en el mercado. Ahorro sistemático en sus procesos. Mejor posición competitiva de algunos de sus negocios. Ocasionalmente genera nuevos negocios. Patentes y marcas nacionales e internacionales para proteger sus nuevos productos.</p>
<p>Nivel V. De clase mundial. Con gestión tecnológica plenamente sistematizada y dominada.</p>	<p>La innovación forma parte de su estrategia de negocios. Estrategia de innovación claramente definida. Invierte un % de sus ventas mayor al promedio del sector. Cuenta con una Vicepresidencia o Dirección de Tecnología. Sistema y modelo de gestión de tecnología ya validados. Procesos de gestión de tecnología sistematizados, documentados y operando. Transfiere tecnología a terceros. Cuenta con competencias críticas o esenciales. Crea conocimientos organizacionales a escala global. Métrica definida de desempeño innovador. Patenta, y licencia derechos de propiedad intelectual a terceros. Realiza prospectiva tecnológica.</p>	<p>Cuenta con tecnólogos y científicos reconocidos en su área disciplinaria o sector. Capacidad de ejecución de proyectos de diseño, ingeniería, I+D e innovación. Se vincula con universidades, centros de I+D, tecnólogos, firmas de ingeniería, nacionales e internacionales para obtener conocimientos y tecnologías complementarias. Promueve alianzas estratégicas y redes de innovación. Promueve la innovación abierta. Plataformas tecnológicas plenamente desarrolladas.</p>	<p>Innovaciones sistemáticas de producto, proceso, organización y mercadotecnia. Nuevos negocios basados en competencias esenciales y plataformas tecnológicas. Tecnologías disruptivas propias. Mayor participación en el mercado internacional gracias a sus innovaciones. Patentes y marcas en diversos países. Ingresos por nuevos productos en el mercado. Ingresos por regalías.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Nota (*): Se equiparan las denominaciones de empresa productiva e innovadora con las categorías propuestas por Giral *et al.* (1998, pp. 72-73), de *empresas confiables* y *competentes*, y se acepta su sugerencia de llamarle *empresas de clase mundial* a aquellas que innovan de forma sistemática y compiten globalmente.

Previamente, en su libro *Su empresa ¿De clase mundial? Un enfoque latinoamericano*, Giral et al. (1998, pp. 72-73) habían propuesto tres categorías de empresas de acuerdo con su efectividad y valor social: a) *Empresas confiables* que, entre otras características, realizan pocos esfuerzos de innovación; b) *Empresas competentes*, que adaptan tecnologías de otros e innovan de forma incipiente; y c) *Empresas de clase mundial*, que desarrollan esfuerzos programados y sistemáticos de innovación, y están presentes en el mercado internacional.

Clasificación de las empresas estudiadas

De acuerdo a esta tipología, Cidec Carso es una empresa Nivel IV, innovadora o competente, con gestión de tecnología desarrollada, que cumple con todas las características que se señalan en la Tabla 48. Es una empresa grande que cuenta con una estrategia tecnológica clara y alineada con sus clientes, mantiene desde hace más de dos décadas una inversión de entre 1.0 y 1.5 % de su ventas en proyectos de I+D+i, cuenta con un sistema integrado de gestión de tecnología, con directivos conocedores a fondo de la gestión de tecnología, equipos multidisciplinarios que se reparten las actividades de gestión tecnológica y dirección de proyectos tecnológicos, personal capacitado para patentar sus desarrollos tecnológicos y nuevos productos, que junto con sus clientes produce innovaciones de producto, proceso, organización y mercadotecnia. Pertenece a un grupo industrial que tiene presencia en muchos países, sobre todo de centro y Sudamérica, que exporta también a varios países más, pero como tal, como Cidec, no es aún una empresa que pueda considerarse de clase mundial.

Cebadas y Maltas es una empresa de Nivel III, productiva o confiable, con gestión de tecnología en desarrollo, que cumple con todas las características que se señalan en dicho nivel en la Tabla 48. Es una empresa productiva, mediana, que cuenta con certificaciones nacionales e internacionales, que sin embargo tiene una tasa pequeña de innovaciones comparada con las empresas de Nivel IV. Sus líderes están convencidos de la importancia de mejorar de forma continua sus procesos y prácticas, de ser productivos y también competitivos. El trabajo en equipo forma parte de su cultura organizacional. Sus inversiones en proyectos de mejora y optimización de su proceso de producción, y desarrollo de nuevos insumos, son significativas. Recientemente ha creado un área de gestión de tecnología y ha designado un responsable para la misma.

Innovamédica puede ser caracterizada como una empresa de Nivel II, rutinaria con gestión de tecnología incipiente pero que, sin embargo, aspira a ser innovadora por lo que cuenta con características señaladas en el Nivel III (estrategia de negocios definida, se vincula fuertemente) e inclusive del nivel IV (capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos, cuenta con patentes e invierte en forma sostenida un alto porcentaje de sus ventas en proyectos de I+D). Sin

embargo no cuenta con una estrategia tecnológica explícitamente definida, no está en la mente de sus directivos la gestión de tecnología – aunque, si la I+D+i-, no cuenta con un área responsable de gestión de tecnología, ni con gestores tecnológicos, aunque su personal realiza algunas actividades de gestión tecnológica. Tampoco ha lanzado aún al mercado nuevos productos, ni ha generado nuevos procesos. Esta ambigüedad se debe a que la empresa Innovamédica, pequeña en tamaño, aspira a ser una empresa de base tecnológica y está haciendo un esfuerzo sostenido en ese sentido, como lo demuestran las inversiones que realiza cada año en proyectos de I+D, pero es evidente que no ha valorado en toda su magnitud la importancia de contar con procesos de gestión de tecnología desarrollados y dominados de forma debida.

Por su parte, Caismex es una empresa de Nivel I o II, tradicional o rutinaria – dependiendo de cómo califiquemos las mejoras de proceso: como mejora continua o como innovación incremental-, con escasas e irregulares actividades de gestión tecnológica. Sin estrategia tecnológica, ni área encargada de gestionar la tecnología, ni con responsable de la misma. Es una microempresa que no innova. No cuentan con capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i. Sus escasas inversiones están encaminadas a realizar pequeñas mejoras del proceso de producción y del proceso de comercialización de sus productos. La incorporación de la segunda generación familiar a diversas funciones de la empresa ha provocado que se despierte el interés, al menos en uno de los hijos, por mejorar su productividad, ampliar su participación en el mercado y valorar el rol que la innovación puede jugar en el negocio.

9. Conclusiones de la investigación

9.1 Introducción

Este capítulo está constituido por varias secciones. Primero se resaltan un par las aportaciones analíticas del autor de esta tesis para un mejor entendimiento sobre cómo las empresas innovadoras mexicanas realizan su gestión de tecnología y por qué razones lo hacen, y se continúa con la discusión de los principales hallazgos encontrados en la investigación que permiten responder la pregunta de investigación. Después, se plantean algunas recomendaciones de política para fortalecer las actividades innovación en las empresas del país, las limitaciones de la investigación realizada y la identificación de algunas áreas de oportunidad para posterior investigación en la materia.

9.2 Aportaciones analíticas de esta tesis

En este apartado se hace un breve recuento de dos contribuciones analíticas útiles para una mejor interpretación y conocimiento sobre cómo y por qué se gestiona tecnología en las empresas innovadoras. Se comentan enseguida.

9.2.1 Tipología de empresas según su gestión de tecnología

Se encontró que las empresas muestran grados o niveles diferentes de desarrollo de sus prácticas de gestión de tecnología, dependiendo del tipo de negocio al que se dedica la empresa, de su tamaño, de su experiencia directiva y gerencial, de la alineación que muestra su estrategia tecnológica con la estrategia de negocios del grupo industrial al que pertenecen, de ser el caso, y con las necesidades de sus clientes, del grado de dominio que su personal tiene de los procesos de gestión de tecnología, de los recursos que invierte en I+D+i, de la capacidad de su personal para ejecutar proyectos tecnológicos y para hacerse de conocimientos y tecnologías de fuentes externas, y de su claridad sobre cuál es la métrica de desempeño más adecuada, acorde con un modelo de gestión tecnológica que les sirva de referencia.

Lo anterior condujo a la construcción de una tipología de empresas con base en el nivel de desarrollo de su gestión de tecnología y de su capacidad de innovación. Esta tipología, que se muestra en la Tabla 48, define una ruta de evolución de las empresas de acuerdo con el grado de desarrollo de su gestión tecnológica y de su capacidad de innovación; ruta que las empresas necesitan recorrer para pasar de un nivel tradicional (nivel I), sin ninguna gestión de tecnología y nula capacidad de innovación, hasta un nivel de empresa competente (nivel IV) que muestra una gestión de tecnología desarrollada y madura, y una producción anual de alrededor

de 25 innovaciones de producto y 25 innovaciones de proceso; o, mejor aún, a una empresa de clase mundial (nivel V) donde la gestión de tecnología está plenamente integrada con las demás áreas de gestión de la empresa y cuenta con una capacidad sistemática de innovación que respalda su presencia en mercados globales.

9.2.2 Un modelo sobre cómo se gestiona tecnología en empresas innovadoras

Ya el reporte fundacional de la National Research Council (1987, p. 7), cuyo *task force* presidió Richie Herink, planteaba que:

El trabajo efectivo en el campo de la gestión de tecnología será un importante recurso en los esfuerzos por entender los efectos de la tecnología sobre las estrategias, los requerimientos de habilidades, y las estructuras organizacionales.

Ese reto sigue estando vigente, sobre todo en el ámbito de las empresas de menor tamaño de los países como el nuestro, sobre las cuales ha habido pocos estudios que permitan comprender mejor dichos efectos. La forma como una empresa establece su rumbo estratégico, diseña una estructura para definir cómo se va a dividir y coordinar el trabajo, e incorpora los recursos humanos necesarios para llevar a cabo el trabajo, siguen siendo parte fundamental del diseño organizacional, y eso vale también para las empresas innovadoras.

Del otro lado del Atlántico, Morin y Seurat (1987), autores de también libro fundacional sobre el tema (*Gestión de los recursos tecnológicos*) planteaban que las empresas estaban obligadas a “conquistar su propio crecimiento bajo fuertes turbulencias e importantes incertidumbres tecnológicas”, y señalaban que:

En este entorno cambiante, las empresas triunfadoras serán las que tengan la preocupación permanente de movilizar mejor que nunca todos sus recursos, en especial los tecnológicos. Gracias a esta movilización permanente podrán reducir sus costos y mejorar la calidad o las prestaciones de sus productos y servicios. Pero sobre todo, reforzarán su capacidad de crear nuevos productos o de entrar en nuevos mercados, origen de su competitividad a largo plazo; en resumen, su capacidad de innovar.

Pero, tanto para los académicos como para los gestores que trabajan en empresas, universidades, centros de I+D y otras organizaciones, permanece el reto de entender mejor el comportamiento de este conjunto de variables mencionado en párrafos anteriores a un nivel operativo. En otras palabras, permanece el reto de buscar respuestas más profundas sobre cómo, en las condiciones actuales, las empresas pueden gestionar su tecnología de forma efectiva, con propósitos claros, con perspectiva estratégica, con formas de trabajo

que fortalezcan su capacidad de innovación, y con eficacia, pues en la literatura revisada sobre la temática no se encontraron respuestas precisas a estas cuestiones.

Aunado a lo anterior, sigue vigente el reto también de saber a ciencia cierta si se debe contar con especialistas en gestión de tecnología, y con un área dedicada a ese fin, o si es suficiente con que personal de diversas áreas de la empresa se encargue de realizar las actividades de gestión de tecnología, aunque cuenten con un menor nivel de conocimiento y experiencia sobre la materia. Este es un tema poco estudiado y discutido en la literatura especializada.

Las consideraciones anteriores nos invitan a tratar de entender mejor la forma como las empresas planean para el mediano y largo plazo sus actividades de I+D+i; estructuran sus organizaciones; organizan las tareas de innovación y de gestión; habilitan con recursos y tecnologías sus proyectos; obtienen conocimientos y tecnologías de organizaciones externas; y ponen en marcha, realizan, protegen y evalúan las actividades y resultados de la gestión de tecnología con el fin de lograr sus objetivos estratégicos y operacionales.

Como una aportación a las diversas vertientes de este debate, en esta tesis se propone un marco analítico para entender mejor cómo y por qué se gestiona tecnología en empresas que son innovadoras, o buscan serlo, incorporando para ello todo un conjunto de variables, denominadas categorías y subcategorías de análisis (Figuras 4 y 5 de esta tesis). En él se retoman variables observadas en otros marcos analíticos que han sido propuestos por diversos autores, como se describió en el capítulo 3 de esta tesis, sobre cómo analizar a la empresa innovadora en general, y sobre cómo analizar la gestión de tecnología y la capacidad de innovación en particular.

Para analizar y comprender mejor cómo se gestiona tecnología en una empresa innovadora se construyó - basándose en la literatura publicada sobre diseño organizacional, gestión de tecnología e innovación y construcción de capacidades tecnológicas -, un marco o modelo analítico de la gestión de tecnología que resalta los principales elementos de la gestión tecnológica de una empresa que ha desarrollado, además, capacidad de innovación¹⁷¹. Como se explicó en la sección

¹⁷¹ No se encontraron autores que relacionen estas tres corrientes de pensamiento y acción (diseño organizacional, gestión de tecnología e innovación, construcción de capacidades tecnológicas) para analizar cómo una empresa gestiona sus recursos tecnológicos. Solo se encontró el modelo propuesto por Arnold y Thuriaux (1997) sobre capacidades tecnológicas estratégicas, externas e internas, modelo que relaciona capacidad de acceso a conocimientos externos con aspectos organizacionales y de gestión de intangibles; pero, como ya se señaló en la sección 2.4.2, su modelo es estático, de carácter general, meramente indicativo, no propone niveles de complejidad tecnológica, no contempla la capacidad de innovación, ni hace referencia a la importancia de una cultura favorable a la innovación y la presencia de un contexto inevitable en el que empresa se desenvuelve. En función de lo anteriormente dicho, se considera que el modelo propuesto y utilizado en esta tesis es una aportación intelectual que puede ser de utilidad para

3.4.5 de esta tesis, este modelo se construyó utilizando una serie de variables, denominadas categorías y subcategorías de análisis, que en la literatura especializada sobre el tema se consideran necesarias para entender un fenómeno tan complejo como el estudiado. El modelo consta de dos categorías de análisis: *Gestión de tecnología* y *Capacidad de innovación*, cada una de ellas con sus subcategorías respectivas.

Este marco analítico es útil para examinar lo esencial de la gestión de tecnología en las empresas y su capacidad de innovación, sugiere una secuencia de diseño organizacional para la gestión de tecnología - aunque no se construyó con ese fin - e identifica las relaciones entre las diversas variables (categorías y subcategorías) con los resultados que se producen (innovaciones).

Con base en este marco analítico se identificaron los principales componentes de un sistema de gestión de tecnología a ser estudiados para conocer cómo se gestiona tecnología en una empresa innovadora. Estos componentes son: i) La estrategia tecnológica, alineada con la estrategia de negocios de la empresa; ii) La estructura organizacional, que abarca la planeación y organización de las actividades de I+D+i, la integración y coordinación de equipos de trabajo; iii) La operación o ejecución de procesos y proyectos tecnológicos (de I+D, diseño, ingeniería e innovación); y, iv) La incorporación del gente capacitada (gestores, líderes de proyecto) a los procesos de gestión de tecnología.

El modelo se complementa con la capacidad de innovación de la empresa. Esto es, con la capacidad de su personal para ejecutar proyectos tecnológicos y para vincularse con proveedores externos de conocimientos y tecnologías con el fin de completar los recursos tecnológicos propios. Varias de las actividades que se realizan en una empresa, que son incluidas aquí como parte de la capacidad de innovación, pueden ser consideradas como actividades de gestión de tecnología (por ejemplo, las de vinculación con universidades, la adquisición de tecnología y las de licenciamiento), pero hay otras actividades que son esencialmente técnicas, de ejecución de actividades de diseño, ingeniería e I+D+i, y que son llevadas a cabo por personal científico, tecnólogos, ingenieros de diseño, diseñadores, operarios de planta, entre otros especialistas, y no por gestores o administradores de tecnología.

Lo anterior está enmarcado en un ambiente organizacional propicio a la innovación que determina el potencial innovador de la empresa, y en un contexto económico y social que condiciona e influye en su *modus operandi*.

futuras investigaciones, pero también para el diseño, puesta en marcha, operación y evaluación de sistemas de gestión de tecnología enfocados a la obtención de innovaciones en las empresas.

Basados en dicho modelo se identificaron aquellos elementos organizacionales que ayudan a explicar cómo se gestiona tecnología en las empresas mexicanas que hacen innovación. Estos hallazgos se resumen a continuación, y se contrastan con lo que diversos autores han planteado al respecto.

9.3 Por qué se gestiona tecnología en las empresas innovadoras

Solo las empresas grandes y medianas desarrollan modelos de gestión de tecnología y reconocen la importancia de tener modelos de referencia a nivel nacional e internacional. La presencia de líderes convencidos de la importancia de la innovación tecnológica para la competitividad de sus empresas conduce al reconocimiento de que la innovación es un proceso que puede y debe ser administrado teniendo como referencia las mejores prácticas que, en el caso mexicano, se muestran en el modelo de gestión de tecnología del Premio Nacional de Tecnología.

Se encontró que solo las empresas de mayor tamaño (productiva e innovadora, o de nivel III y IV en la tipología propuesta), tienen conciencia de la importancia de la gestión de tecnología y tienen bien definido su propósito. Así, por ejemplo, para los directivos de la empresa grande (nivel IV), que cuenta con un sistema integrado de gestión de tecnología y una mostrada capacidad de innovación, el propósito de la gestión de tecnología es “hacer las cosas bien”. Se le concibe también como una herramienta para ayudar a hacer más fácil, más rápido, con mayor control, las cosas; para contar con todo lo necesario para hacer el trabajo de la mejor manera posible. Un propósito similar al planteado por Edosomwan (1989, p. 16) y Gaynor (1988, p. 792), como se expuso en la sección 2.2.1 de este trabajo.

El Gerente General de una de las unidades de negocios de la empresa Nivel IV considera que otro propósito de la gestión de tecnología es “conocer el estado del arte y tomar las acciones más eficientes” y “contar con todo lo necesario para hacer nuestro trabajo de la mejor manera posible, localmente”. Este énfasis en la eficiencia de la gestión de tecnología se deriva de sus prácticas de producción muy influenciadas por las buenas prácticas de manufactura y de gestión de calidad que son exigidas a las empresas por sus clientes del sector automotriz, entre otros.

Por su parte, para los directivos de la empresa mediana, una empresa de Nivel III, el propósito de la gestión de tecnología es dar congruencia organizacional y sistematicidad a los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de tecnologías distintivas, y de innovación para crear y entregar valor a los clientes. Definición adoptada del modelo del PNT. Buscan con ello llegar a ser una empresa competente. Una forma similar de plantear el propósito de la gestión de

tecnología fue propuesta por Vasconcellos (1990b) y por Collins *et al.*, (1991, p. 571), como se explicó en la sección 2.2.1 de esta tesis.

Las empresas estudiadas de menor tamaño no han definido aún una respuesta al por qué gestionar tecnología a pesar de que, como es el caso de la pequeña empresa de base tecnológica, se realicen en ella ciertas actividades de gestión tecnológica.

9.4 Principales hallazgos sobre gestión de tecnología en empresas innovadoras

La información empírica obtenida del estudio de cuatro casos de empresas mexicanas de diferentes sectores y tamaños, utilizando los lineamientos metodológicos propuestos por Robert K. Yin (1994, 2004), permitió responder la pregunta de investigación planteada en esta tesis: ¿Cómo y por qué gestionan su tecnología las empresas innovadoras mexicanas?

La pregunta se respondió porque los datos empíricos, e información, obtenidos en el trabajo de campo dieron cuenta de cómo las empresas definen su estrategia tecnológica, invierten en I+D+i, generan o adaptan modelos de gestión tecnológica, organizan sus procesos de gestión de tecnología, dirigen personas y equipos de trabajo, incorporan a la gente y los recursos necesarios, ejecutan sus proyectos tecnológicos, producen innovaciones, evalúan y controlan sus actividades y procesos de gestión de tecnología. Todo se esto se analiza con amplitud en las siguientes secciones.

9.4.1 Hallazgos sobre estrategia tecnológica de la empresa

La utilidad de una estrategia tecnológica radica en el impacto que produce en la mejora de sus resultados de operación y en el mantenimiento actualizado de la base tecnológica de la empresa, lo que le permite mantenerse competitiva y en posición de liderazgo. Los directivos que forman parte del ápice de la estructura organizacional de las empresas innovadoras son los que definen el rumbo estratégico de la empresa, y eso determina la orientación de largo plazo de sus negocios en los que la tecnología puede jugar o no un rol preponderante.

La investigación empírica mostró que las empresas innovadoras de mayor tamaño (grande y mediana) sí cuentan con una estrategia tecnológica, aunque no claramente definida en la medida que no contemplan todas las categorías de decisión señaladas por Morone (1989, p. 95), Porter (2005, p. 134), y Pavón e Hidalgo (1997, p. 95): Elección de posición competitiva e intensidad en el esfuerzo tecnológico, por ejemplo. Sin embargo, estas empresas sí esbozan elementos de estrategia tecnológica en sus procesos de planeación estratégica, lo cual

concuera con el planteamiento teórico de Porter (2005, p. 133) de que la estrategia tecnológica ha devenido en un ingrediente esencial de la estrategia competitiva de las empresas.

Por su parte, las empresas tradicionales y rutinarias, en este caso las empresas micro y pequeña, de nivel II y III, no definen estrategias tecnológicas. En el mejor de los casos, realizan ejercicios anuales de uno o dos días de planeación estratégica. Además, el hecho de que estas empresas no tengan un área, grupo, gerente o gestor, responsable de las actividades de gestión de tecnología da como resultado, entre otras cuestiones, que no sean capaces de generar una perspectiva de mediano y largo plazo que considere el rol, importancia e impacto que las tecnologías juegan en su negocio, a pesar de que dicho negocio se enfoque al desarrollo de innovaciones tecnológicas (como es el caso de Innovamédica). No obstante que como señalan Tidd *et al.* (2005, p. 26), al igual que las empresas más grandes, “las pequeñas empresas también necesitan preocuparse ellas mismas con su posición en el mercado, sus trayectorias tecnológicas y construcción de competencias, y sus procesos organizacionales”.

El rumbo estratégico, y por ende tecnológico, de las empresas innovadoras se define en todos los casos estudiados por los directivos de máximo nivel de la empresa. Este hallazgo concuerda con los planteamientos teóricos que han hecho diversos autores sobre la responsabilidad de la alta dirección en la definición de la estrategia corporativa y de negocios¹⁷². Por ejemplo, en su investigación pionera, Mintzberg (1983, pp. 112-113) encontró que:

Sin duda el aspecto más crucial de la labor del directivo –el que justifica su gran autoridad y su poderoso acceso a la información- se desarrolla en los *roles* de decisión, que implican su participación en el proceso de determinación de estrategias, determinación que puede definirse sencillamente como el proceso mediante el cual se toman y relacionan entre sí las decisiones significativas de la organización.

Más recientemente, Bossidy y Charan (2003, pp. 219-229), después de señalar que “la estrategia define la dirección del negocio y lo posiciona para avanzar en esa dirección”, han recalcado que “los líderes de negocios deben estar a cargo de desarrollar la esencia del plan estratégico”, y que “deben apropiarse del desarrollo de la estrategia”.

¹⁷² Las estrategias de negocios que se plantean las empresas innovadoras estudiadas contienen definiciones sobre la necesidad de “mantener la vanguardia tecnológica”, y de “crear valor económico de manera sostenida”. Ver por ejemplo el caso Cidec, Anexo IV, y el caso Cebadas y Maltas, sección 5.2, así como el Informe Anual del Grupo Modelo 2008, pp. 15-18.

Los directivos entrevistados de las empresas innovadoras ven la necesidad de no descuidar la ejecución de la estrategia, una recomendación que Bossidy y Charan (2003, p. 38) se han encargado de subrayar ya que “la ejecución es el trabajo del líder del negocio”. Así, por ejemplo, el Presidente del Grupo Modelo da cuenta en su informe anual de 2008 del “esfuerzo realizado en la ejecución de las acciones estratégicas para alcanzar las metas de largo plazo que nos permitirán consolidar el liderazgo en México, aumentar nuestra presencia en el mercado internacional y fortalecer la plataforma de negocios para ser cada vez más competitivos”¹⁷³.

Parte importante de la ejecución de la estrategia es la responsabilidad que tienen los directores y gerentes de alinear la estrategia de negocios y las estrategias funcionales - una de las cuales es la estrategia tecnológica- con la estrategia corporativa. Los datos empíricos encontrados nos muestran que los directivos de las empresas innovadoras sí reconocen la importancia de contar con una estrategia tecnológica alineada a su estrategia corporativa y de negocios, aunque no la definan en todo su alcance como se comentó antes. Y, no solo lo reconocen sino que además hacen un esfuerzo por alinear sus decisiones estratégicas sobre tecnología con las necesidades de sus clientes o mercados. Este es el caso de Cidec Carso y de Cebadas y Maltas. Además, como señalaron los directivos entrevistados de estas dos organizaciones, a nivel de empresa ellos son los responsables de implantar la estrategia tecnológica y de darle seguimiento; y son responsables de darle forma cada año con la participación de los representantes de todas las áreas de la empresa (gerentes, jefes de departamento, jefes de área). Estas responsabilidades y actividades dan respuesta a la necesidad de *integrar la tecnología en los objetivos estratégicos globales de la firma*, que fue una de las ocho necesidades primarias básicas de gestión de tecnología en la industria que identificó el grupo de trabajo sobre gestión de tecnología formado por la NRC de Estados Unidos en 1986, presidido por Richie Herink y en el que participaron P. Adler, R. Anderson Jr., A. Bean, R. Fowler, A. Hanna, E.B. Roberts, entre otros especialistas (National Research Council, 1987, p. 19).

Por supuesto, esta práctica reportada por ambas organizaciones no puede generalizarse al resto de las empresas en México. Hasta el año 2004, por ejemplo, la gran mayoría de las empresas ganadoras del PNT en México reportaban prácticas de planeación estratégica pero no de planeación tecnológica, no reportaban tampoco estrategias tecnológicas (Medellín y Borja, 2005). En un estudio exploratorio realizado después en 25 empresas ganadoras del PNT de 1999 al 2007 se encontró que sólo el 40% de ellas esbozaban claramente una estrategia tecnológica (Medellín, 2009). Ahora bien, a partir del nuevo modelo de gestión de tecnología que el PNT propuso a partir de 2005 la planeación tecnológica es una función clave que se recomienda a las empresas, y como parte de dicha planeación se incluye la definición de una estrategia tecnológica; ello ha

¹⁷³ Grupo Modelo, *Informe Anual 2008*, p. 1.

provocado que las organizaciones participantes pongan más atención a dicho proceso y sus componentes.

Esta carencia de atención a los aspectos tecnológicos cuando se formulan las estrategias de negocios concuerda con los resultados obtenidos por Clarke *et al.*, (1989) en Inglaterra. Ellos encontraron en su estudio que “pocas compañías son capaces de evaluar sus activos y fortalezas tecnológicas”, algunas no tienen una noción clara de lo que significa “su tecnología”, y a otras se les dificulta su caracterización. Encontraron también que después de la I+D *in-house*, las formas más usadas de hacerse de tecnología eran el licenciamiento y la contratación de I+D.

En relación con lo anterior, en un estudio realizado sobre la gestión de la innovación tecnológica en 20 empresas españolas, que se compararon con 8 empresas extranjeras, se encontró con que (Cotec, 2001, p. 193):

El *desarrollo de una estrategia tecnológica* (o de innovación) explícita no está generalizado. Las empresas que lo han acometido de una manera rigurosa lo valoran muy positivamente, sobre todo cuando responde a un proceso participativo y ha estado especialmente centrada en la obtención de beneficios tangibles inmediatos (...) El éxito en el desarrollo de la estrategia tecnológica está muy condicionado por la figura del *Director de Tecnología* (o equivalente) y la del Director General. En lo que respecta al primero, que cuente con un mayor peso en la organización y con un perfil técnico-gestor resulta crítico para el desarrollo efectivo de la estrategia tecnológica y para que ésta esté adecuadamente integrada con la visión y la estrategia global del negocio.

Por cierto, tanto Cidec Carso como Cebadas y Maltas, y de forma parcial en el caso de Innovamédica, cuentan con directivos con ese perfil técnico-gestor que resalta el estudio de Cotec, aunque no son gerentes de tecnología propiamente hablando.

Hallazgos sobre *Intensidad de I+D*

No se encontró literatura que trate manera específica el tema sobre cómo y por qué invierten las empresas mexicanas en proyectos tecnológicos. De modo que lo explico a continuación.

Las decisiones estratégicas que toman los propietarios y directivos de las empresas innovadoras son determinantes en el monto y continuidad del gasto que se realiza en acciones de innovación. En este sentido, un aspecto importante de la estrategia tecnológica es la definición del gasto que hay que hacer cada año en I+D - sea por negocio, líneas de productos, líneas de investigación o necesidades de producción y comercialización-, así como de la cartera de proyectos a ejecutar por la empresa.

Como muestra el caso Cidec Carso, un esfuerzo sostenido de intensidad de I+D rinde sus frutos para la empresa – en patentes, personal especializado, infraestructura, nuevos productos, equipos y procesos -. Desde el corporativo hasta la empresa en particular, cuentan con una política de inversión que la firma ha mantenido durante más de 25 años, pues ha estado invirtiendo entre un 1 y un 1.5% de sus ventas en proyectos de I+D durante todo ese tiempo. Esto se refleja en los resultados que obtiene año con año en patentes, innovaciones de producto, innovaciones de proceso y organizacionales.

Como se comprobó en la investigación, las empresas innovadoras cuentan, además de políticas, con lineamientos y criterios para llevar a cabo sus inversiones en I+D. Para justificar dichas inversiones los grupos de I+D+i tienen que formular proyectos soportados por planes o casos de negocio que sustenten la viabilidad, relevancia, rentabilidad e impacto esperado de las inversiones realizadas. Algunas de estas políticas orientan al personal de la empresa sobre la importancia de aprovechar los fondos públicos disponibles en el país de apoyo a las actividades de I+D+i, como es el caso de los fondos CONACYT, de NAFIN o de la Secretaría de Economía.

Se encontró también que sin importar su tamaño las empresas que tienen una vocación de base tecnológica completan los recursos propios que dedican a I+D con recursos públicos provenientes de los fondos mencionados. En cambio, empresas con menores recursos, que compiten en sectores tradicionales de la economía, poco dinámicos en términos de innovación, tienden a no tener políticas al respecto, y a no invertir en proyectos de I+D+i.

Pudo comprobarse también en la investigación realizada que las empresas que no tienen capacidad de I+D+i (en este caso las pymes) no utilizan los recursos públicos que ofrecen tales fondos, pues no tienen capacidad de formulación y ejecución de proyectos tecnológicos.

Se ha supuesto durante años que la intensidad de I+D tiende a ser mayor en empresas innovadoras de sectores dinámicos de la economía, pero eso no se cumple del todo en los casos estudiados aquí, al menos en términos relativos, pues mientras la empresa que compite en el sector de autopartes y telecomunicaciones sólo invierte un 1 % de las ventas del grupo industrial al que pertenece, la empresa mediana que compite en un sector menos dinámico (bebidas) invierte 5% de sus ventas anuales, y la empresa pequeña, de base tecnológica –con mucho menos recursos- que compite en un campo de mediana intensidad en términos de cambio tecnológico, como lo es el de equipo médico, invierte entre un 20 y 30% de sus ventas.

Es evidente, por tanto, que la estrategia competitiva, y de innovación, que las empresas se plantean juega un rol muy importante en la definición de la intensidad y ritmo de su gasto en I+D+i.

9.4.2 Hallazgos sobre la estructura organizacional para la innovación

Los datos empíricos obtenidos muestran que las empresas innovadoras mexicanas no cuentan con un área que se encargue de la gestión de tecnología, ésta no se refleja en sus estructuras organizacionales, esto es así aún en aquellas empresas que tienen una vocación de base tecnológica. Esto no concuerda con la corriente de pensamiento que en todos los casos plantea, aunque a nivel de la organización como un todo, que la estructuración es indispensable una vez que se ha definido la estrategia – en este caso tecnológica-, con el fin de tener congruencia organizacional y hacer más eficaz a la empresa: Chandler, 1962; Swieringa y Wierdsma, 1995; Galbraith, 1993; Nadler y Tushman, 1999¹⁷⁴.

Por otro lado, tampoco se encontraron trabajos en la literatura sobre cómo las organizaciones estructuran su gestión de tecnología. Y los casos estudiados tampoco aportan información abundante al respecto, dado que las empresas investigadas no estructuran sus actividades de gestión de tecnología, lo que contradice las teorías comentadas en la sección 2.3 de esta tesis sobre diseño y estructuración organizacional.

Pero, sin embargo, sí se obtuvo información suficiente para explicar en términos generales cómo las empresas mexicanas innovadoras se organizan, bajo qué principios de autoridad, y cómo se coordinan y comunican para llevar a cabo los procesos y actividades de gestión de tecnología, tal como se describe a continuación.

1. Un primera conclusión es que a pesar de que no incluyen en sus organigramas la gestión de tecnología, las empresas estudiadas sí consideran diversas formas de organización y división del trabajo, y cuentan con algunas responsabilidades de gestión de tecnología, a saber: direcciones y subdirecciones de I+D, laboratorios de I+D, Gerencia de Operaciones e Ingeniería Avanzada, algún Centro de Información Tecnológica, áreas de servicios y pruebas, y las consabidas áreas de producción, mantenimiento, calidad, comercialización, etc. Y, en el caso de la empresa grande estudiada, el director de la misma asume que tiene como su principal responsabilidad la de gestionar tecnología con el fin de

¹⁷⁴ En su estudio sobre agentes traductores de tres empresas grandes innovadoras del norte de México (Hylsa, Cemex y Vitro), Santos y de Gortari (2008, p. 169) encontraron algo similar. Las tres empresas contaban, en el momento del estudio, con áreas de I+D estructuradas, pero no de gestión de tecnología. Sobre una de ellas reportan: "...en Vitro encontramos que la administración de la tecnología y del conocimiento no están integradas a la labores de I+D; de esto resulta un pequeño departamento de tecnología central (con siete personas) y un gran sistema de I+D que también incluye labores de administración de la tecnología, que está ubicado en distintas áreas de la empresa y que cuenta recientemente con un marco de referencia común: el programa Competec".

desarrollar tecnología e innovaciones para las plantas del grupo industrial al que pertenece.

2. Un segundo hallazgo, relacionado con las políticas de autoridad y poder señaladas por Badawy (1997), es que hay cierto tipo de decisiones que se toman por los directores, o gerentes generales, de las empresas en conjunción con los responsables del corporativo del grupo industrial al que pertenecen o del Consejo de Administración de la empresa, mostrando con ello un alto grado de centralización. En conjunto poseen la información necesaria y la autoridad para hacerlo. Entre otras cuestiones deciden sobre la compra de nuevas tecnologías, equipos especiales o maquinaria; la ampliación de instalaciones; la creación de nuevos negocios; la cartera de proyectos a ejecutar; el monto de las inversiones a realizar; la definición de metas anuales de desempeño en I+D+i; la definición de la rentabilidad esperada de los proyectos tecnológicos que se ejecutan; y las alianzas estratégicas con clientes o proveedores.
3. Los hallazgos muestran también que hay ciertas decisiones que son tomadas por los directores o gerentes generales en conjunto con sus pares de las empresas cliente, acompañados por ciertos gerentes y líderes de proyecto. Es el caso de la definición de objetivos, alcance, entregables, costo, tiempo y programa de trabajo de los proyectos de I+D+i a ejecutar. También deciden sobre las desviaciones en los programas de trabajo y presupuestos.
4. Los datos empíricos obtenidos muestran que las empresas innovadoras en México tienden a distribuir la responsabilidad sobre la organización y ejecución de ciertos procesos y actividades de gestión de tecnología entre diversas gerencias o áreas de la organización, de acuerdo a la naturaleza de su función o responsabilidad. Entre las actividades que se delegan casi siempre están la protección intelectual (Cidec e Innovamédica cuenta con áreas especializadas), la elaboración de estudios de competitividad, la elaboración de estudios de *benchmarking* y la evaluación de tecnologías. Lo mismo sucede con el proceso de I+D, donde los jefes o líderes de proyecto deciden sobre la ejecución de los proyectos; en las empresas se crean espacios de discusión e intercambio, pero las decisiones fundamentales recaen en los jefes de proyecto, una de las características, por cierto, de este tipo de organizaciones, como lo han señalado Vasconcellos (1990a, p. 163) y Badawy (1997, p. 371).

El proceso de transferencia de tecnología a planta, o a los clientes, es responsabilidad de los jefes o líderes de proyecto en el caso de las empresas que desarrollan tecnología. Ellos son responsables de la ejecución en tiempo y forma del proyecto, del cumplimiento de las especificaciones o indicadores de desempeño aprobados, de la integración

de los paquetes tecnológicos, de buscar y validar proveedores confiables, de acordar con el área responsable la protección industrial de los desarrollos tecnológicos, de la validación por los clientes o por organismos oficiales o internacionales de los prototipos obtenidos, de capacitar a los usuarios de la tecnología que se transfiere, y de dirigir, motivar, estimular y evaluar al personal que participa en el proyecto.

5. Otros procesos de gestión de tecnología se llevan a cabo de manera diferenciada. En ellos, algunas empresas centralizan las actividades, mientras que otras empresas las realizan de forma descentralizada. Por ejemplo, Cidec descentraliza en los jefes de proyecto la vinculación con universidades y centros públicos de I+D, mientras que Cebadas y Maltas la centraliza en el Gerente de Planta; Innovamédica cuenta con un área de vinculación institucional y nuevos proyectos, ubicada a segundo nivel, a nivel de dirección, y Caismex no se vincula. Al parecer las empresas con capacidad propia de I+D tienden a descentralizar la vinculación, aunque esto es algo que hay que verificar en posteriores investigaciones.
6. Hay, además, procesos y actividades de gestión de tecnología cuya responsabilidad de realización y toma de decisiones recae en equipos de trabajo interfuncionales o multidisciplinarios constituidos *ad hoc*. Por ejemplo, en la empresa de nivel IV o Innovadora (Cidec) recae en estos equipos: la formulación y ejecución de proyectos de I+D+i, el análisis de problemas técnicos y la búsqueda de alternativas de solución, el taller de creatividad y modelo de evaluación previa, los talleres de análisis de valor, los análisis de posicionamiento, el desarrollo de ciertas etapas del diseño de producto, y el intercambio colectivo de ideas y experiencias en las reuniones que realizan cada semana los comités de operación.

La comunicación en estos comités y equipos de trabajo es horizontal y facilita el intercambio de datos e informaciones, así como la toma de decisiones administrativas y operativas. Esto concuerda con lo planteado por Chanaron y Jolly (1999, p. 619) sobre la necesidad de contar con una visión interdisciplinaria y por lo tanto un *background* multidisciplinario para gestionar tecnología; y con lo planteado por Giral y González (1986, p. 187) sobre el hecho de que el proceso de desarrollo tecnológico involucra a grupos multidisciplinarios que trabajan en conjunto y de manera armonizada en actividades específicas para su correcta ejecución y administración.

7. En todas las empresas estudiadas se utilizan prácticas informales de comunicación e intercambio de datos e información. Así se socializan experiencias de éxito y aprendizaje sobre errores y fracaso tenidos.

8. Las modalidades de agrupamiento informal para el trabajo son diversas y están determinadas por la cultura imperante en la organización, el estilo de liderazgo empleado, y el entorno en el que se desempeña la empresa. Así, se halló que lo hacen por medio de seminarios, *coaching* informal, conferencias, cursos, uso de pizarrones, boletines internos, casos de éxito que se publican en la página Web de la empresa, intercambio de correos electrónicos, o reuniones informales entre los miembros del personal.
9. El personal de las empresas que realizan proyectos de I+D+i está ubicado geográficamente en el mismo lugar, o en instalaciones muy cercanas (a dos o tres cuadras en el caso Cidec). Esto facilita la comunicación, la solución de problemas y la toma de decisiones colectivas.
10. Se encontraron dos formas predominantes de organización del trabajo. Las empresas orientadas al desarrollo de tecnología e innovación, que cuentan con un área de I+D, utilizan una forma matricial para la realización de sus proyectos. Son estructuras adhocrásticas, de acuerdo a lo planteado por Mintzberg (1993b, p. 820). Por otro lado, las empresas no orientadas al desarrollo tecnológico e innovación tienden a trabajar por proyectos para resolver problemas de ingeniería, ampliación y mejora de planta, compra e instalación de equipo y maquinaria, que son actividades propias de las capacidades tecnológicas intermedias según la tipología propuesta por Lall (1996, p. 304).

9.4.3 Hallazgos sobre procesos de gestión de tecnología

Este es otro tema sobre el cual se encontró escasa literatura que explique concretamente cómo las empresas realizan sus procesos de gestión de tecnología en apoyo a las actividades de I+D+i en el contexto mexicano, en particular sobre cómo se organiza al personal para la operación de procesos y proyectos tecnológicos.

A nivel internacional si existen trabajos que han profundizado sobre los procesos de gestión de tecnología, pero se encontraron pocos trabajos sobre cómo se produce la interacción entre gestión de tecnología e I+D para la generación de innovaciones de diversos tipos, y en ellos se hacen sólo referencias generales sobre la necesidad del trabajo en equipos y sobre la interfuncionalidad en proyectos de I+D+i; pero no explican su funcionamiento. Casos interesantes se encuentran, sin embargo, en el libro de Nonaka y Takeuchi (1999) que describe cómo las empresas japonesas innovadoras integran a su personal en equipos de trabajo para construir nuevos conocimientos. De modo que en esta tesis se aportan elementos para explicar cómo las empresas innovadoras mexicanas se organizan para operar su proceso de I+D+i (ver los capítulos 4 a 7).

En la investigación realizada se encontró que las empresas que denominamos competentes o innovadoras, de nivel IV, tienden a prestar gran atención a sus procesos de operación de investigación, desarrollo e innovación. Como se pudo ver en los casos estudiados, las empresas utilizan una combinación de formas estructuradas (gerencias, departamentos, laboratorios) con otras menos estructuradas que funcionan de forma temporal y luego se disuelven o transforman (equipos de trabajo, comités, grupos de tarea), para ejecutar las tareas y proyectos de I+D+i.

Estas empresas competentes o innovadoras forman equipos multidisciplinarios integrados temporalmente con personal de diferentes áreas de la empresa, principalmente con sus responsables, y comités *ad hoc*, que sirven para tomar decisiones sobre los proyectos tecnológicos que se ejecutan y optimizar la comunicación entre las diversas gerencias o departamentos. Así, por ejemplo, en la empresa grande innovadora (Cidec) buena parte de las actividades de administración de proyectos tecnológicos, de toma de decisiones y de seguimiento a demandas de los clientes, se basa en el funcionamiento de comités de operación (los gerentes con sus colaboradores) que se reúnen mes con mes. Esta es una buena práctica adoptada de la experiencia que se tiene en las plantas del Grupo Industrial Condumex, donde desde hace años se integran comités de operación que semana con semana se reúnen para revisar la operación de la planta y tomar decisiones compartidas. También, como se detalló en los casos estudiados, las empresas grandes innovadoras se vinculan con especialistas de universidades y centros públicos de I+D, pero lo hacen para proyectos muy puntuales en los que casi siempre se comparte *know-how*.

Empresas innovadoras de tamaño mediano, como Cebadas y Maltas, que denominamos de Nivel III en esta tesis, tienen la disciplina de trabajo en equipos desarrollada desde hace varios años, desde que se instauraron las prácticas de círculos de control de calidad y mejora continua en sus procesos administrativos y de producción. Según informan los directivos de esta empresa, estos equipos de trabajo se integran de forma voluntaria, y con ellos “se fomenta la proactividad y la mejora continua en toda la organización”. Esto contrasta, sin embargo, con lo encontrado por Vera-Cruz (2003, p. 298) en una empresa competidora:

En años recientes, CCM ha promovido la creación de equipos de mejora continua en las plantas. Aunque ha habido muchos cursos y algunos proyectos, su implementación ha sido débil. Los equipos *ad hoc* están organizados por directores de planta para llevar a cabo tareas específicas de resolución de problemas. El trabajo en equipo se controla rígidamente, a diferencia de la filosofía más generalmente asociada con esta práctica de permitir el desarrollo creador. Los empleados en los niveles más bajos no son estimulados para llevar a cabo las mejoras continuas tomando los riesgos y usando la iniciativa.

Por otro lado, dado que en la empresa mediana investigada (Confiable o de Nivel III) no cuentan con un área de I+D para la ejecución de sus proyectos tecnológicos tienden a completar sus capacidades apoyándose en el corporativo de la empresa y con proveedores especializados, o vinculándose con universidades y centros públicos de I+D, nacionales e internacionales. Una práctica interesante de la empresa es la operación de lo que denominan *Comité Directivo de Competitividad* integrado por los jefes de área de la empresa que toman decisiones sobre la operación de la empresa y sobre los proyectos que se ejecutan, como se explicó en la sección 5.3.2 de esta tesis.

Por su parte, en empresas pequeñas de base tecnológica, como Innovamédica, con mucho menos recursos que las grandes y medianas, se forman equipos de trabajo multidisciplinarios que se encargan de ejecutar el diseño, desarrollo y pruebas de prototipos, y en los cuales de manera ocasional participan especialistas de otras organizaciones que apoyan en la realización de ciertas actividades de sus proyectos tecnológicos.

Se puede afirmar, entonces, que las empresas innovadoras tienden a organizar el trabajo de I+D+i, y de gestión de tecnología, utilizando equipos multidisciplinarios, interfuncionales, formados con personal proveniente de diversas áreas de dentro y fuera de la empresa, lo que concuerda con lo señalado en forma general por diversos autores tales como Pavitt (1990, p. 25), para quien “la gestión exitosa de tecnología requiere de capacidad para orquestar e integrar grupos funcionales y de especialistas para la implantación de las innovaciones”, si bien él no precisa las características y funciones de dichos grupos, como sí se hace en esta tesis; o en su caso Badawy (1997, p. 269), que señala que “las actividades y tareas de las labores de ingeniería e I+D casi siempre se realizan mediante proyectos que emplean equipos interfuncionales y grupos de trabajo”; o bien Thamhain (2005, p. 269) que concluye:

Los retos de manejar la innovación, sobre una base individual o a nivel organizacional, parecen originarse, en parte, de la naturaleza multidisciplinaria y complejidad del trabajo, asociado con los riesgos, incertidumbre, y procesos no lineales. Estos retos son también parte de las interfases complejas entre I+D y la empresa como un todo que deben ser cuidadosamente desarrollados y gestionados para facilitar la transferencia e integración de ideas innovadoras.

Por lo demás, esta forma de trabajo interfuncional y multidisciplinaria de las empresas confirma la concepción inicial planteada por el *Task Force on Management of Technology* que en 1987 definió la gestión de tecnología como una actividad industrial y un campo emergente de la educación y la investigación que “vincula las disciplinas de la ingeniería, la ciencia y la administración para planear, desarrollar, e implementar capacidades tecnológicas para conformar y llevar a cabo los objetivos estratégicos y operacionales de una organización” (National Research Council, 1987, p. 9).

Procesos de gestión de tecnología

La investigación empírica realizada permitió identificar con precisión cuáles son las prácticas (actividades, procesos, sistemas) que más utilizan las empresas innovadoras en un contexto como el mexicano, prácticas cuya frecuencia de uso, nivel de desarrollo, incidencia innovadora y grado de dominio se muestran en las tablas 61 a 75 del Anexo X de esta tesis.

Una parte importante de estas prácticas han sido delineadas por los diversos modelos de gestión de tecnología que se han publicado desde mediados de los ochenta, modelos generados por la National Research Council (1987), Morin y Seurat (1987), Badawy (1998), Gregory (1995), Cotec (1999), entre otros, y en el ámbito mexicano por el Premio Nacional de Tecnología (2004b y 2005b), pero también se identificaron prácticas de gestión de tecnología que usan las empresas en México y que no son contempladas por dichos modelos. Por ejemplo: administración del conocimiento; establecimientos de especificaciones técnicas; planeación avanzada de la calidad; auditoría tecnológica; plan de desarrollo multigeneracional de producto, de marca y de tecnología; modelo de evaluación previa; y planeación normativa (Medellín, 2009).

Como se puede observar en la Tabla 41 de esta tesis, la evidencia empírica muestra que en las empresas competentes o innovadoras (de Nivel IV), la gestión de tecnología se ocupa de las 5 funciones que contempla el modelo del PNT (Vigilancia tecnológica, planeación tecnológica, habilitación de tecnologías y recursos para la ejecución de proyectos de I+D+i, protección intelectual e implantación de la innovación en sus diversas modalidades), y se encarga de los 18 procesos de gestión de tecnología que, de acuerdo con dicho modelo, una empresa competitiva debe llevar a cabo para demostrar que cuenta con un sistema integral de gestión de tecnología.

Siguiendo la misma línea de argumentación, una empresa de Nivel III, productiva o confiable, con capacidad de gestión tecnológica realiza por sí misma solo 10 procesos de forma permanente, y cinco más de forma ocasional, como se muestra en la Tabla 64; una empresa pequeña, pero de base tecnológica (como Innovamédica) lleva a cabo una decena de procesos de gestión tecnológica aunque de forma paradójica en la empresa no se habla prácticamente de gestión de tecnología; y una empresa de Nivel II, rutinaria, con gestión tecnológica incipiente, cuenta apenas con cierta capacidad para realizar de vez en cuando tres procesos de gestión de tecnología de menor complejidad (vigilancia de proveedores y competidores, estudios de mercado, mejora de proceso de comercialización) como se muestra en la Tabla 72. Por supuesto, esto no se puede generalizar, pues como se ha explicado en esta tesis la existencia de más o menos procesos de gestión de tecnología depende de diversos factores y circunstancias.

Ahora bien, como se muestra en el Anexo X, el grado de desarrollo y de dominio que se tiene de los diferentes procesos de gestión de tecnología es muy diverso. Con la misma lógica anterior, las empresas de Nivel IV tienen mayor grado de dominio de los procesos de gestión de tecnología que las empresas de Nivel III y II. Esto quiere decir que una mayor capacidad de gestión de tecnología y de innovación de las empresas depende de que cuenten con personal de mayor nivel académico, más experimentado, con conocimientos y habilidades para hacer cambios o mejoras sustantivas a las tecnologías de la empresa; que la empresa cuente con mayor capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos; y con instalaciones *ad-hoc* para la I+D+i de mayor complejidad técnica acorde con el tipo de servicios y proyectos que se realizan.

9.4.4 Hallazgos sobre la gente que se dedica a la gestión de tecnología

La evidencia empírica muestra que las empresas mexicanas, sean innovadoras o no, aún no valoran la importancia de contar formalmente con especialistas en funciones y procesos de gestión de tecnología, sea de tiempo parcial o completo. De hecho, las empresas de diversos tamaños y tipos tienen en común que no cuentan con gerentes o gestores de tecnología (como tales) que se encarguen de coordinar, y llevar a cabo, los procesos y actividades de gestión de tecnología. Tampoco cuentan con Directores o Vicepresidentes de Tecnología en sus estructuras organizacionales.

En la práctica, no han aceptado el hecho de que para la generación de nuevos productos y procesos, organizaciones y negocios se requiere efectivamente de recursos (dinero, tecnología, infraestructura, información), pero también de competencia gerencial profesionalizada para incorporarlos en planes, tareas, procesos y proyectos de diseño, ingeniería e I+D para la innovación, como han señalado diversos autores tales como Badawy (1997, pp. 417-428), Roberts (1996b, pp. 66-69), y Tidd, Bessant y Pavitt (2005, pp. 80-81). Esta competencia gerencial necesaria incluye, entre otras, habilidades y conocimientos sobre gestión de procesos, coordinación de equipos de trabajo, colaboración con otras áreas y organizaciones, creación de un ambiente propicio a la innovación, y capacidad de ejecución y administración de proyectos tecnológicos.

Sin embargo, no se puede ser tan tajante. Las empresas estudiadas gestionan tecnología, con diversos niveles de desarrollo, cuentan con personal técnico y administrativo que se especializa en uno o varios procesos de gestión de tecnología, y utilizan además una buena cantidad de técnicas y herramientas de gestión tecnológica como es el caso de la empresa grande estudiada.

La forma, entonces, como las empresas en México han resuelto la carencia de gestores de tecnología especializados ha sido la siguiente:

- a) A falta de gestores de tecnología las empresas asignan a especialistas de otras áreas (ingeniería, diseño, manufactura, calidad, operación, mantenimiento) la responsabilidad de ejecutar ciertas actividades o procesos de gestión de tecnología, para lo cual toman cursos, talleres y diplomados sobre el tema. Resuelven así una necesidad primaria de la industria que ya había sido detectada en los 80's por los especialistas que elaboraron el reporte de la NRC, y que plasmaron bajo el rubro: *Cómo apalancar la efectividad de los profesionales técnicos* (National Research Council, 1986, p. 20).
- b) En las empresas innovadoras estudiadas el trabajo de gestión de tecnología que se realiza se reparte entre diversos miembros de la misma. Algunos de ellos llegan a ser verdaderos especialistas en las tareas que se les asignan, en administración de proyectos tecnológicos, trámite de patentes, vinculación con universidades, codificación de conocimientos, transferencia de tecnología a planta, obtención de financiamiento público, por ejemplo.
- c) La necesidad de contar con personal especialista en gestión de tecnología se ha resuelto por las empresas mediante la creación de comités multidisciplinarios constituidos con los responsables de los diversos laboratorios, gerencias, departamentos o áreas de la empresa, coordinados por el director o gerente general. Sin embargo, la evidencia muestra que en tanto en la empresa pequeña como en la microempresa no se considera que exista dicha necesidad.
- d) Los equipos de trabajo que se constituyen son de diferentes tipos, dependiendo del objetivo para el cual son creados¹⁷⁵. Así, en los casos empresariales estudiados encontramos diversos tipos: Equipos para la ejecución de proyectos de I+D, equipos multidisciplinarios, comités de operación, equipos de alto desempeño, *task forces*, equipos naturales de trabajo, grupos de trabajo, y círculos de calidad. Estos equipos casi siempre se conforman con personal de las diversas áreas de la empresa y en varios de ellos se incorpora personal proveniente de la empresa cliente. En ocasiones participan asesores externos, proveedores y especialistas de universidades y centros públicos de I+D. En general, los entrevistados ponderaron de forma muy positiva la existencia y utilidad para la empresa de este tipo de formas de organización y operación.

¹⁷⁵ En este caso, se indagó con el personal entrevistado de las empresas cómo y por qué operan estos grupos de trabajo en relación a la I+D+i.

- e) Estos equipos casi siempre son dirigidos o coordinados por el Director de la empresa, el gerente o jefe de área, o por el Gerente de I+D. En caso de ausencia, él delega esa responsabilidad en algunos de los jefes de área que le reportan de forma directa.
- f) Para coordinarse los equipos se reúnen al menos una vez a la semana en instalaciones de la empresa, con una agenda de trabajo (asuntos a tratar) definida, y con un horario establecido. Las modalidades que se utilizan son: reuniones de planeación, reuniones de trabajo, reuniones de seguimiento, reuniones de información y seminarios para la presentación de casos.

Sin embargo, las empresas innovadoras sí dan una gran importancia a la práctica de administración de proyectos tecnológicos, y a la necesidad de contar con administradores, gerentes o líderes de proyectos que estén bien preparados técnicamente con ese fin¹⁷⁶. Hallazgo que coincide en plenitud con las conclusiones de los estudios y sugerencias hechas por Giral y González (1986, p. 187), Klimstra y Potts (1988, p. 37), Marcovitch (1990, p. 130), Cotec (2001, p. 199), y Thamhain (2005, pp. 204-218), entre otros, que se mencionan en la sección 2.3 de esta tesis.

Colofón sobre los hallazgos encontrados sobre gestión tecnológica

Lo anterior sugiere que en la medida que la innovación es un proceso empresarial que puede ser administrado la gestión de tecnología adquiere relevancia pues aporta propósito, sistematización, método, congruencia organizacional y potencial de integración a los procesos y actividades que soportan las tareas de identificación de oportunidades técnicas, detección de necesidades de mercado, investigación, diseño, desarrollo tecnológico e innovación.

El marco analítico propuesto en esta tesis puede ayudar al gerente o gestor de tecnología - o a quien se encargue de realizar sus funciones, procesos o actividades-, a entender de qué manera la gestión de tecnología se lleva a cabo en una empresa innovadora, y a comprender mejor el propósito por el que gestiona tecnología la empresa.

Una empresa que busque ser innovadora no tiene excusa para no contar con un sistema integrado de procesos, métodos, técnicas y herramientas de gestión tecnológica que le permita hacer cada vez mejor las cosas – más fácil, más rápido, con mayor eficiencia, control y eficacia, como señalaron los directivos y gerentes entrevistados-, y tomar mejores decisiones para la generación de nuevos

¹⁷⁶ Aunque no se especialicen en gestión de tecnología y no utilicen la mayoría de las técnicas y herramientas de esta multidisciplina, como se encontró en prácticamente todas las empresas estudiadas.

productos, procesos, organizaciones o formas de hacer negocios, de manera tal que logre sus objetivos estratégicos y operacionales, y sea así más competitiva.

Por supuesto, no solo las empresas innovadoras gestionan tecnología, también lo hacen las demás empresas en la medida que compran, licencian, obtienen franquicias, adaptan, asimilan, utilizan, copian, intercambian o protegen tecnologías diversas que utilizan en sus procesos productivos, gerenciales o comerciales, como lo muestra el estudio de la microempresa y ratifica el estudio de las otras tres empresas.

Normalmente las empresas en México no cuentan con gerentes de tecnología: es el caso de las empresas investigadas. Ahora bien, aunque las empresas han resuelto de diversas maneras la necesidad de contar con gerentes de tecnología especializados, sea ampliando funciones a los responsables técnicos e bien integrando equipos multifuncionales, es importante llamar la atención sobre la necesidad de que su personal directivo valore con amplitud, y sentido de la oportunidad, la importancia y alcance de la gestión de tecnología, sus procesos, principios guía, impactos innovadores y de cambio organizacional, e incorpore a nivel estratégico y operativo personal especializado en la materia, de tal forma que el logro de los objetivos de la empresa se soporte en una perspectiva innovadora y competitiva para el mediano y largo plazo.

9.5 Principales hallazgos sobre capacidad de innovación en la empresa

La segunda categoría de análisis del modelo, o marco analítico, propuesto en esta tesis es la capacidad de innovación de las empresas que para los fines de esta investigación se circunscribe a dos subcategorías de análisis: *Capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos* y *Capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías externas*. A continuación se presentan los principales hallazgos encontrados.

9.5.1 Hallazgos sobre capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i

Del trabajo de campo realizado se pudieron encontrar una serie de elementos que caracterizan la forma como las empresas innovadoras en México ejecutan sus proyectos de I+D+i, también llamados proyectos tecnológicos en esta tesis. Esto se explicó con amplitud en los estudios de caso de los capítulos 4 a 7, por lo que a continuación sólo se subrayan los aspectos esenciales.

Las empresas que basan su negocio en el desarrollo de tecnologías e innovaciones son capaces de integrar equipos de trabajo multifuncionales con capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos como lo muestra, en el caso de las empresas estudiadas, su *rating* histórico de ejecución de proyectos, ejemplificados en los capítulos 4 a 7 de esta tesis. Por supuesto, no es solo un cuestión cuantitativa la que hay que valorar, también importa la calidad y relevancia de los proyectos que se ejecutan. Esta relevancia se mide en las empresas innovadoras por el impacto comercial o productivo de los resultados obtenidos, o sea por los nuevos productos que lanzan al mercado cada año o por los equipos y procesos que se producen y son utilizados por sus clientes, tal como lo señala Thamhain en sus hallazgos (2005, p. 258):

Para las empresas tecnológicas, el reto principal no es tanto la generación de ideas innovadoras en la etapa de I+D, sino la transferencia efectiva desde la etapa de descubrimiento al mercado (...) Uno de los requerimientos primarios para tal transferencia de tecnología es el trabajo efectivo en equipo multidisciplinario a través de todas las funciones de la empresa, incluyendo clientes, proveedores, como un factor crítico de éxito. (...) La administración debe facilitar el establecimiento de un ambiente de equipo conducente a la innovación orientada al mercado, consistente con la dinámica existente y complejidades del negocio.

La evidencia muestra que en la ejecución de los proyectos tecnológicos de las empresas participan muchas personas, con diversos roles y funciones, aunque no se les denomine de igual manera por las empresas, como se describió en los casos respectivos. Los roles identificados fueron: Jefe de proyecto, líder de proyecto, investigador, ingeniero, comités de operación, proveedor, coordinador o

administrador de proyecto, responsable técnico, líderes de tareas, equipos de planta y equipo de trabajo. Estos roles son coincidentes con lo reportado en la literatura, como se indicó en la sección 2.3.4 de esta tesis.

Otro hallazgo importante de esta investigación es el que tiene que ver con la evaluación del desempeño tanto de los proyectos que se ejecutan como de los equipos de trabajo, de las áreas que los realizan y de la empresa misma. Para ello las empresas utilizan diversos indicadores de éxito. Por ejemplo, en el caso de la empresa grande, competente o de Nivel IV en la tipología propuesta, su principal indicador es la rentabilidad (Beneficio/Costo) de las inversiones que realizan en su cartera de proyectos. Por su parte, la empresa mediana (de Nivel III o confiable) utiliza como indicadores el retorno de la inversión, el impacto ambiental y la mejora u optimización del proceso de producción. Y la empresa pequeña (de Nivel II o rutinaria) utiliza como indicadores la rentabilidad de la inversión (EBITDA), y la generación de patentes y artículos. Estos indicadores coinciden con medidas típicas de desempeño innovador que han sido reportadas en la literatura, por ejemplo por Thamhain (2005, p. 264), y con los objetivos y motivaciones de las empresas para innovar que recoge el *Manual de Oslo* (OECD, 2005, p. 124), tal como se analizó en la sección 1.3.3 de esta tesis.

Además, las empresas innovadoras utilizan diversos criterios para la aprobación de los proyectos de I+D que ejecutan. La empresa grande utiliza como criterios: i) Enfoque innovador, ii) Sostenimiento de la tecnología, iii) Desarrollo de nuevos productos y iv) El factor Costo – Beneficio, que se debe reflejar en los resultados de las plantas. En su caso, la empresa mediana utiliza como criterios de aprobación de los proyectos: a) Retorno de la inversión, b) Enfoque sobre seguridad o medio ambiente (Cumplimiento de regulaciones), más otros dos criterios que no se encuentran en la literatura publicada sobre el tema: c) Aseguramiento de suministro de materia prima; y d) Continuidad del proceso clave que se busca mejorar u optimizar. A su vez, la empresa pequeña utiliza criterios de evaluación de mercado, nivel de innovación, factibilidad técnica y rentabilidad del proyecto.

Por su parte, las empresas que no centran su negocio en el desarrollo de tecnologías e innovaciones, de Nivel II y III en la tipología propuesta, tienen dificultades para desarrollar su propia capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i, y tienen que buscar fuera de la empresa dichas capacidades, acudiendo a sus corporativos, proveedores de maquinaria y equipo, proveedores de *software* y de tecnologías de información y comunicaciones, o bien contratando especialistas que ayuden a resolver sus problemas. Más que capacidad innovadora, estas empresas muestran un nivel de capacidad tecnológica intermedia, de acuerdo con la tipología de Lall (1996, p. 301) tanto para la función de inversión (con actividades tales como abastecimiento de equipo, ingeniería de detalle, capacitación y reclutamiento de personal calificado) como de producción (con

actividades de ingeniería de procesos, y enlaces externos con proveedores e instituciones educativas y de I+D).

Y, por último, dos conjuntos de hallazgos para los que no encontramos referencia en la literatura son los siguientes:

- Los datos obtenidos permiten concluir que hay una relación causal entre la cantidad y calidad del personal que trabaja en actividades de I+D+i y la capacidad que muestran de ejecución de proyectos tecnológicos. Esto es, a mayor número de empleados dedicados a estas actividades, con mejores niveles de preparación técnica y gerencial, mayor capacidad se tiene de ejecutar proyectos tecnológicos diversos.
- La evidencia obtenida permite concluir que el número de proyectos tecnológicos que se ejecutan año con año, y las innovaciones que se producen por tanto, están en función directa de la cercanía con el cliente, de la capacidad de negociación que se tenga, de los recursos invertidos en I+D+i año con año (que permiten mantener la plantilla, la infraestructura y los servicios auxiliares), de la calidad y tamaño de los grupos dedicados a la ejecución de proyectos tecnológicos, y de la experiencia y prestigio de las áreas ejecutoras de los proyectos.

Sacar buenos números, buenos indicadores de éxito, y mantenerlos en el tiempo, es un elemento de prestigio y credibilidad interna y externa de las áreas y grupos dedicados a la investigación y desarrollo. Esto les facilita la obtención recursos y nuevos proyectos, y a la larga impacta de forma positiva en su propia rentabilidad y crecimiento.

9.5.2 Hallazgos sobre capacidad de acceso a conocimientos y tecnologías

Los principales elementos sobre este tema encontrados en la investigación de campo realizada en las empresas se discuten a continuación.

Los datos empíricos obtenidos muestran que para reforzar sus capacidades propias de I+D+i, las empresas se vinculan con grupos de investigación de universidades, centros públicos de I+D, y con especialistas de organismos públicos del sector donde participan, de México y de otros países, pero también lo hacen con proveedores de equipos, firmas de ingeniería y consultores.

Las empresas utilizan diversos mecanismos para hacerse de conocimientos y tecnologías necesarios para completar sus capacidades internas de investigación, desarrollo e innovación. Esto depende en alto grado de las conexiones externas que tiene el personal de la empresa con personal de dichas organizaciones, de las

relaciones y contactos, tal como ha sido señalado por OCDE (2005). En el caso de la empresa competente o innovadora (de Nivel IV), son los líderes de proyecto quienes buscan a sus contrapartes en universidades y centros de I+D; en la empresa mediana, confiable o productiva (de nivel III) los directivos se encargan de la vinculación con las universidades norteamericanas y el INIFAP; la empresa pequeña de base tecnológica (de nivel II) basa parte de su estrategia de negocios en la vinculación, de modo que varios miembros de la empresa cuentan con capacidad de enlace con organismos públicos de salud y con universidades, aunque formalmente tienen un responsable de hacerlo; las empresas rutinarias y tradicionales (de nivel I) tienden a no vincularse, y cuando lo hacen se encarga casi siempre el propietario o director de la empresa, apoyado con alguno de sus gerentes.

La evidencia obtenida muestra que la gama de mecanismos de acceso a fuentes externas de tecnología y conocimientos que utilizan las empresas que buscan ser innovadoras es amplia: compra de tecnología; transferencia de tecnología; licencia de patentes, marcas y derechos de autor; alianzas con proveedores y clientes; *joint ventures*; creación de *spin-offs*; vinculación con universidades y centros públicos de I+D para contratar gente, capacitar y formar profesionales, ejecutar proyectos de diseño, ingeniería y desarrollo tecnológico, realizar pruebas y asistencia técnica, entre otras actividades; lo cual confirma lo que se ha evidenciado en la literatura sobre vinculación en México desde hace algunos años. Véase, por ejemplo, los trabajos de Solleiro (1990), Medellín *et al.* (1994), Medellín (1995a), Casas y Luna (2001), Santos (2001), Luna y Velasco (2006).

En relación a esta capacidad de enlace el tamaño importa de forma relativa pues todas las empresas estudiadas adquieren conocimientos y tecnologías fuera de la propia organización, en mayor o menor medida. La diferencia es que mientras la microempresa compra equipos y maquinaria - esto es, que solo cuenta con *Capacidad básica de producción* de acuerdo con la tipología de Bell y Pavitt (1995)-; la empresa grande compra, pero a la vez desarrolla tecnologías en sus propias instalaciones, realiza proyectos de desarrollo de algunas tecnologías con grupos de I+D de universidades y centros públicos de I+D - esto es, cuenta con *Capacidad tecnológica avanzada* según dicha tipología-, y además utiliza toda una batería de modalidades de vinculación para completar sus propias capacidades como ha sido reportado por Galán *et al.* (1990), Medellín (1995a) y otros más.

Las empresas que son proveedoras de sectores como el automotriz trabajan en tiempo real con centros de diseño de sus clientes OEM (fabricantes de equipo original) y proveedores automotrices de Nivel Tier 1 de México y el extranjero. Es el caso del Centro Técnico de Cidec Carso.

Los datos obtenidos muestran que el acceso a conocimientos y tecnologías externas está determinado por el sector donde se participa, la propia capacidad de I+D+i, los canales de comunicación o modalidades de vinculación de

universidades y centros de I+D, de los contactos que se tengan con especialistas (poseedores de conocimiento tácito valioso) de grupos de investigación, tecnólogos y proveedores diversos, participando en redes de innovación o redes de conocimiento, y por los recursos con los que se cuenta, lo que concuerda con los planteamientos teóricos de diversos autores y organismos mencionados en el Capítulo 2, por ejemplo: Salter *et al.*, (2000), Scott *et al.*, (2001), HM Treasury (2003) y OECD (2005).

Colofón sobre los hallazgos encontrados sobre capacidad de innovación

Todo lo anterior sugiere que la capacidad de innovación está determinado por la cantidad y experiencia del personal de la empresa, pero también por las características comerciales y tecnológicas del sector donde se compite, el tipo de negocio que se ha desarrollado, el origen de los proyectos que se ejecutan (necesidades definidas por clientes o mercados concretos u oportunidades técnicas detectadas), y por la naturaleza del proceso de innovación que se busca lograr (incremental o de ruptura).

En la medida que las empresas cuentan con personal especializado en actividades de I+D+i, con capacidad de ejecución de proyectos tecnológicos, y de obtención de tecnologías y conocimientos de fuentes externas, su capacidad de innovación será mejor.

Como se ha podido observar en los párrafos anteriores, el marco analítico que aporta esta tesis puede ayudar al gerente de tecnología a sopesar la importancia de los diversos factores que determinan la capacidad de innovación de una empresa, principalmente sobre la necesidad de contar con habilidades y conocimientos de gestión para la ejecución de proyectos tecnológicos, y para hacerse de tecnologías y conocimientos complementarios de diversas fuentes externas.

Por lo demás, los datos obtenidos de la investigación empírica aportaron evidencia a favor de la hipótesis de trabajo planteada.

9.6 Percepciones sobre condiciones y contexto para la innovación

Por último, unas palabras sobre la percepción que tienen los directivos entrevistados de las empresas sobre la importancia de las condiciones necesarias para la innovación, y sobre los factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa. En el primer caso se encontró una gran diversidad de opiniones e impresiones sobre el tema, sólo hubo un consenso relativo sobre la necesidad de que exista una cultura favorable a la innovación en la empresa y sobre la necesidad de contar con personal capacitado para realizar tareas de I+D.

En relación a los factores del entorno tampoco hubo consenso entre los entrevistados, el único factor en el que coincidieron en su evaluación fue en la importancia que le asignan a la dinámica innovadora del sector donde compiten.

En la relación a la importancia de contar con la infraestructura física necesaria para reunir los requerimientos competitivos de la empresa, los principales aspectos encontrados en la investigación realizada en las empresas son los siguientes:

- Las empresas grandes innovadoras tienden a contar con la infraestructura necesaria para realizar proyectos de investigación, desarrollo e innovación,
- Para poder ser proveedor de empresas de sectores muy competitivos, como los de autopartes o telecomunicaciones, se requiere contar con infraestructura adecuada. Por ejemplo, con laboratorios certificados bajo diferentes normas de aplicación sectorial, nacional e internacional.
- Las empresas medianas que forman parte de un grupo industrial cuentan con instalaciones del corporativo para realizar sus proyectos, pruebas y experimentos.
- Las empresas estudiadas de tamaño pequeño y micro no cuentan con infraestructura para la ejecución de proyectos de I+D.
- Las empresas innovadoras medianas y pequeñas completan su falta de infraestructura vinculándose con grupos de investigación de universidades y centros públicos de I+D.

9.7 Conclusión sobre la hipótesis de trabajo y objetivo

Con base en los hallazgos reportados en este apartado se ha podido confirmar que las empresas donde se gestiona tecnología con sentido estratégico, esto es que tienen una estrategia tecnológica definida, y se cuenta personal especializado con capacidad para realizar procesos de gestión de tecnología, capacidad para ejecutar proyectos tecnológicos y acceder a conocimientos y tecnologías de fuentes externas, tienen mayores posibilidades de producir innovaciones de producto, proceso, organización y mercadotecnia. Esto se comprobó al comparar empresas con distintos tamaños y niveles de capacidad de gestión tecnológica. Así, siguiendo la tipología propuesta en la Tabla 48, las empresas de Nivel IV, competentes, con una gestión tecnológica desarrollada o madura, son altamente innovadoras. Mientras que las empresas de Nivel I, tradicionales, con nula capacidad de gestión de tecnología no generan ningún tipo de innovación.

Ahora bien, la evidencia encontrada muestra que estas empresas al no contar con áreas funcionales especializadas en gestión de tecnología dentro de su estructura organizacional formal, se reparten las actividades y procesos de gestión de tecnología entre diversas áreas o gerencias técnicas y mediante la conformación

de equipos de trabajo multidisciplinarios donde se toman decisiones sobre los proyectos tecnológicos y se hacen cargo de las actividades y procesos que se realizan de gestión de tecnología. Esto nos lleva a modificar levemente la hipótesis de trabajo en el aspecto referente a la necesidad de contar con una estructura organizacional definida para la gestión de tecnología, pues como ya se explicó la evidencia no ratificó tajantemente esta parte de la hipótesis.

Resumiendo, en opinión del autor de esta tesis, con los hallazgos que se obtuvieron de la investigación en las tres empresas mexicanas de naturaleza, tamaño y sectores diferentes que han mostrado cierta capacidad de innovación, más el estudio de una empresa no innovadora, se logró el objetivo planteado para este trabajo, pues la investigación realizada aporta datos e información, y *conocimientos útiles*¹⁷⁷ para un mejor entendimiento sobre cómo y por qué gestionan la tecnología las empresas que hacen innovación en México.

9.8 Recomendaciones

Basados en los datos y conclusiones de la investigación realizada se proponen algunas recomendaciones de carácter general, en el entendido que representan solo una lista de oportunidades a considerar por los profesionales que se dedican a la gestión de tecnología en empresas, gobiernos, instituciones educativas y de investigación, y otras organizaciones públicas y privadas que participan del Sistema Nacional de Innovación.

- En las propuestas de planes y políticas de ciencia, tecnología e innovación que ha habido en años recientes en México hay un vacío importante que tiene que ver con la aparente consideración de que las actividades de innovación no requieren ser administradas, y por tanto no hay ni siquiera referencia a los profesionales que se dedican a estas actividades. En función de los resultados obtenidos en esta investigación, puede verse la utilidad de este tipo de profesionales que, sin embargo, se forman en la práctica cotidiana en la gran mayoría de los casos. Sería recomendable, entonces, que en los siguientes planes y programas de ciencia, tecnología e innovación se valore su importancia y se generen propuestas encaminadas al fortalecimiento académico, docente, y profesional de la disciplina, así como de la profesión a nivel de la práctica empresarial, pues la profesionalización de las actividades de innovación en las empresas pasa necesariamente por la profesionalización de la gestión de tecnología.
- No obstante que las empresas innovadoras mexicanas realizan sus actividades de gestión de tecnología sin contar con la figura de gestor de tecnología entre su personal y de un área de gestión de tecnología que se

¹⁷⁷ Conocimientos que se puedan reproducir y ser reproducidos (Pfeffer, 2000, p. 267).

encargue de atender todo lo referente a la materia, los datos obtenidos de la investigación empírica sugieren que podrían mejorar su desempeño innovador si incorporan estas figuras organizacionales dentro de la empresa, sin menoscabo por supuesto de aquellas prácticas que están teniendo éxito en empresas grandes y medianas tales como la formación de comités o equipos de trabajo multidisciplinarios, coordinados por el máximo directivo de la empresa, que se encargan de realizar distintos procesos y actividades de gestión de tecnología. Pero, si el director o gerente general de la empresa no asume la responsabilidad de coordinar estos equipos o comités, nadie más lo hará, y en casos así convendría entonces contar con un subdirector o gerente de tecnología que no solo genere una perspectiva estratégica del uso y desarrollo de la tecnología en la empresa, sino que coordine y desarrolle las demás funciones y prácticas de gestión que la organización requiere para ser más competitiva.

- El personal directivo de las empresas innovadoras mexicanas reconoce la utilidad de la gestión de tecnología dado que es una herramienta que permite contar con todo lo necesario para hacer el trabajo de I+D+i de la mejor manera posible, pero pareciera que aún no la consideran de manera seria como para incorporarla en la estructura organizacional de la empresa como una función más. Al parecer no están del todo convencidos de su utilidad, y eso puede deberse al poco conocimiento que se tiene de las prácticas exitosas de gestión de tecnología que otras empresas han desarrollado. Una buena forma de aumentar el conocimiento y convencimiento sobre las buenas prácticas empresariales entre los empresarios, directivos, gerentes y demás empleados, sería difundirlas de forma masiva por todos los medios. En este sentido, sería una oportunidad interesante para las diversas organizaciones que conforman el Sistema Nacional de Innovación para que incrementen la elaboración de estudios de caso de empresas innovadoras de todo el país, y promuevan y faciliten la difusión de dichos casos y sus resultados, pues lo que se ha hecho hasta ahora por algunas organizaciones es loable pero muy limitado. El marco analítico que se desarrolla y utiliza en esta tesis puede servir como modelo para realizar dichos estudios, lo que garantizaría el conocimiento de las variables más importantes a considerar en la manera como se gestiona tecnología en las empresas innovadoras y sobre la capacidad de innovación que se genera en las mismas.
- Entre los hallazgos encontrados en esta investigación empírica los directivos de universidades y centros públicos de I+D podrán encontrar información que le será de utilidad para la generación o revisión de programas de maestría y licenciatura en gestión de tecnología, programas que estén orientados a la formación de gerentes (o gestores) de tecnología para empresas mexicanas de diversos tamaños y sectores pues, como se

sabe, el número de graduados en México en esta materia cada año es ínfimo comparado con las necesidades de la industria nacional, sobre todo de aquellos sectores que están urgidos de ser y mantenerse competitivos a nivel internacional.

- Estas instituciones educativas y de investigación deben considerar también la formación de gestores de tecnología para otros tipos de organizaciones (Universidades, centros de I+D; fundaciones; organismos públicos de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación; organismos empresariales; empresas de consultoría; etc.) que participan en procesos de creación de políticas científicas y tecnológicas, vinculación, protección intelectual, transferencia de tecnología, desarrollo y escalamiento de tecnologías, creación de redes de conocimiento e innovación, creación de consorcios de I+D, creación de empresas de base tecnológica, y que también requieren contar con profesionales bien preparados en gestión de tecnología e innovación.
- Como lo muestran los resultados obtenidos en la investigación a profundidad en las empresas, el modelo de gestión de tecnología del Premio Nacional de Tecnología de México, que es un modelo funcional y por procesos, es una referencia nacional sobre el tema tanto para empresas de diversos tamaños y sectores como para organizaciones de I+D, vinculación y transferencia de tecnología, tal y como lo muestra el uso que le dan empresas como Cidec Carso y Cebadas y Maltas estudiadas aquí. Es un modelo útil y viable que puede ser replicado, y retado, por un mayor número de organizaciones en el país. Para que esto suceda se requiere de mayor respaldo económico, político y promocional de parte de las autoridades y organismos que conforman su consejo directivo, así como de empresas, organizaciones civiles y del Estado, de tal manera que se incremente el conocimiento que las empresas a nivel nacional tienen del mismo.
- Las empresas innovadoras mexicanas hacen un esfuerzo loable, aunque muy heterogéneo, por invertir año con año en actividades de investigación, desarrollo e innovación, y muchas de ellas complementan dichas inversiones con aportaciones de diferentes fondos del sector público. Sin embargo, es evidente que no es suficiente el esfuerzo que se hace para lograr que las empresas consoliden sus capacidades tecnológicas y de innovación. Lo recomendable sería incrementar el número de fondos y diversificarlos hacia sectores poco atendidos por los programas actuales, inclusive a sectores considerados tradicionales o con poco dinamismo tecnológico, de tal forma que una de las metas gubernamentales sea que año con año se aumente de forma sustancial el número de empresas - sobre todo micro, pequeñas y medianas-, que sean beneficiarias de dichos

recursos. Una parte importante de dichos fondos debería estar encaminada en una primera etapa (que puede durar varios años) al incremento de la capacidad de I+D, interna y externa, de dichas empresas, y a la creación de una mínima infraestructura para poder realizar proyectos y actividades de desarrollo tecnológico e innovación. En esto último, las universidades y centros públicos de I+D deben jugar un rol preponderante formando investigadores, y apoyando a las empresas a formar los suyos; además de la colaboración en la ejecución de proyectos, prestación de servicios y asistencia técnica, por supuesto, para lo cual las tendrán probablemente que flexibilizar algunas de sus reglas de aceptación de estudiantes para los programas de doctorado de tal forma que, sin detrimento de la calidad, se incremente de manera sustancial el número doctorantes que provienen del sector empresarial, y el CONACYT deberá adaptar sus reglas para que no excluya a este sector en sus programas de becas, financiamiento a proyectos tecnológicos y apoyo a la movilidad.

9.9 Limitaciones de la investigación

Algunas de las limitaciones de esta investigación fueron las siguientes:

- El tema investigado es novedoso, complejo y de gran utilidad para las empresas que quieren incrementar su competitividad con base en actividades de I+D+i, pero la ausencia de trabajos similares en México limita la posibilidad de comparar resultados y metodologías utilizadas. Hubo que acudir a experiencias de estudios de caso realizadas en otros países casi siempre con empresas de mucho mayor tamaño a las estudiadas.
- La investigación empírica se realizó en solo cuatro empresas distintas entre sí, por lo que los hallazgos no pueden ser generalizados para poblaciones de empresas, pues los casos estudiados no son una muestra significativa de un universo de empresas. Sin embargo, estas limitaciones son propias del método de estudio de caso donde, a cambio, como señala Yin (1994, p.10), el investigador sí puede a partir de los datos obtenidos expandir y generalizar teorías, esto es hacer generalizaciones analíticas, más no enumerar frecuencias. En todo caso podría ser interesante replicar la investigación con un número más amplio de empresas similares entre sí.
- La utilización de entrevistas usando cuestionarios semi-estructurados, bastante amplios en cuanto a preguntas y temas abordados, permitió obtener datos abundantes sobre la gestión de tecnología en las empresas investigadas, pero se aplicaron solo a un número limitado de directivos de las empresas estudiadas, aunque en todos los casos fueron los directivos de primer y segundo nivel los entrevistados. Esto potencialmente implica la

exclusión de posibles informantes clave; sin embargo, cabe hacer notar que los cuestionarios fueron respondidos en su totalidad y, cuando así se requirió después, un segundo cuestionario complementario fue contestado por algunos de los directivos.

- Dada la crisis de la influenza porcina, en los meses de mayo y junio de 2009, las empresas cerraron el acceso a sus instalaciones a personas ajenas a la empresa durante varias semanas, y eso retrasó un poco la realización de algunas entrevistas y la obtención de datos. En el caso de la empresa mediana, radicada en Tlaxcala, el cuestionario fue enviado al gerente general quien lo respondió en su totalidad con uno de sus colaboradores, y lo regresó por el mismo medio, por correo electrónico. Dada la necesidad de profundizar algunos puntos, accedieron a responder un segundo cuestionario, más pequeño, que de igual forma se envió por Internet. Sin embargo, cabe hacer la aclaración que el autor de esta tesis ya había hecho dos visitas previas a la planta en 2007 y 2008, y en ellas tuvo oportunidad de conocer el proceso de producción y de intercambiar opiniones con todos los miembros del Comité Directivo de Competitividad sobre sus actividades de gestión de tecnología.
- La investigación fue realizada en el contexto de empresas mexicanas que compiten en diferentes sectores, algunos mucho más dinámicos que otros, y con culturas organizacionales muy particulares. Es probable, por tanto, que las conclusiones que se obtuvieron de la investigación no puedan ser aplicables de forma literal a empresas de otros contextos nacionales o sectoriales.

9.10 Futuras líneas de investigación

Algunas oportunidades para realizar futuros trabajos de investigación son:

- Esta investigación empírica puede servir de base para la realización de futuros proyectos de investigación en los cuales se puede utilizar el modelo o marco analítico propuesto por el autor para el análisis de la gestión de tecnología en empresas innovadoras; un modelo que correlaciona una serie de variables de vital importancia para el estudio de las empresas innovadoras: estrategia tecnológica, estructura organizacional, personal especializado en gestionar tecnología, manejo de procesos de gestión de tecnología, capacidad de ejecución de proyectos de I+D+i y de acceso a conocimientos y tecnologías de fuentes externas a la empresa, gasto en I+D e infraestructura, además de los resultados generados (innovaciones), la consideración de un ambiente organizacional propicio a la innovación y de un entorno en el que se desenvuelve la empresa.

- Posterior investigación puede ser realizada utilizando la misma metodología empleada en esta tesis, pero con empresas de sectores distintos a los aquí contemplados. Esto daría un panorama más amplio de cómo innovan las empresas en México, y de forma específica cómo gestionan sus tecnologías.
- De igual forma puede realizarse investigación posterior en empresas innovadoras, y no innovadoras, de los mismos sectores a los que pertenecen las empresas estudiadas. Esto podría proporcionar una mayor comprensión sobre similitudes y diferencias entre las empresas, y sobre las prácticas que realizan de gestión de tecnología y su propósito.
- La realización de este tipo de investigaciones podría apoyar la construcción de una base teórica y metodológica (basada en estudios de caso) que ayude a mejorar la comprensión que se tiene sobre el fenómeno de la innovación en las empresas mexicanas de diversos sectores industriales, y de manera particular sobre cómo se gestiona la tecnología en dichas empresas.
- Podría ser de utilidad para el personal de las empresas, de estudiosos y docentes, que el conocimiento obtenido en la investigación se complete con estudios específicos sobre cada una de las prácticas de gestión de tecnología. La difusión que hacen de sus prácticas las empresas ganadoras del Premio Nacional de Tecnología es un esfuerzo incipiente en ese sentido, pero no es suficiente. Es necesario realizar investigaciones que den cuenta de cómo se llevan a cabo éstas prácticas en las empresas, considerando todas sus facetas: estratégicas, organizacionales, tecnológicas, administrativas, económicas, sociales y personales.

Unas palabras de cierre

El autor de esta tesis espera que la investigación realizada aporte información y conocimientos valiosos a los estudiosos del tema, pero también a los practicantes del mismo, y que les permita entender mejor cómo y por qué gestionan tecnología las empresas innovadoras en México.

Referencias bibliográficas

Abernathy, W. J. and J. M. Utterback (1978), "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, 80 (7), pp. 40-47.

Aboites, J. (1992), *Trayectorias tecnológicas en la manufactura*, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Aboites, J. y G. Dutrénit (coordinadores) (2003), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, Universidad Autónoma Metropolitana, M. A. Porrúa, México.

ADIAT (1991), "Tecnología y competitividad en la apertura internacional", III Simposio Anual ADIAT, Trabajos de las Comisiones Permanentes, Monterrey.

ADIAT (2005), *Prácticas de Valor de Gestión de la Tecnología en México*, México.

Adler, P. and K. Ferdows (1990), "The Chief Technology Officer", *California Management Review*, Spring, pp. 55-62.

Advisory Council on Science and Technology (1999), *Public Investments in University Research: Reaping the Benefits*, Report of the Expert Panel on the Commercialization of University Research, Industry Canada, Ottawa.

Aggeri, F. and B. Segrestin (2007), "Innovation and project development: an impossible equation? Lessons from an innovative automobile project development", *R&D Management*, Volume 37, Issue 1, pp. 37-47.

Amsden, A. H. (2001), *The rise of 'the rest': Challenges to the West from late-industrializing economies*, Oxford University Press, Oxford.

Andrews, K.R. (1993), "El concepto de estrategia corporativa", en Mintzberg, H. y J.B. Quinn, *El proceso estratégico. Conceptos, contextos y casos*, Segunda edición, Prentice Hall, México, p. 51.

ANUIES (1999), *Casos exitosos de vinculación Universidad-Empresa*, ANUIES/Comisión de Educación del Sector Empresaria/Universidad Autónoma de Nuevo León, Serie Memorias, México.

Arias, A. (2004), *Capacidades de innovación en la industria maquiladora mexicana: el caso de Delphi Corp. Una empresa proveedora de la industria automotriz*, Tesis, Doctorado en Ciencias Sociales, UAM-Xochimilco, México.

Arnold, E. and B. Thuriaux (1997), *Developing Firms' Technological Capabilities*, Technopolis, Brighton, UK.

Badawy, M.K. (1988), "What We've Learned Managing Human Resources", *Research Technology Management*, September-October, pp. 19-35.

Badawy, M.K. (1997), *Temas de Gestión de la Innovación para Científicos e Ingenieros*, Clásicos Cotec No. 2, Fundación Cotec, Madrid.

Badawy, M.K. (1998), "Technology Management Education: Alternative Models", *California Management Review*, Vol. 40, No. 4, summer, pp. 94-116.

Bañuelos, E. (2005), *Aprendizaje y capacidades tecnológicas en empresas originadas en instituciones públicas de investigación: El caso Mappec*, Tesis, Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM- Xochimilco, México.

Barretta, M., S. Cappleman, G. Shoi and G. Walsham (2004), "Learning in Knowledge Communities: Managing Technology and Context", *European Management Journal*, Volume 22, Issue 1, February, pp. 1-11.

Bayraktar, B. (1990), "On the Concepts of Technology and Management of Technology", in T. Khalil and B. Bayraktar (eds.), *Management of technology II*, USA, IIE, pp. 1161-1175.

Beacham, J. (2006), *Succeeding Through Innovation. 60 Minute Guide to Innovation Turning Ideas Into Profit*, Department of Trade and Industry, UK, April.

Becerril, J. (2006), "Los procesos de vigilancia tecnológica en Cidec", Reporte presentado para evaluación de su participación en el Módulo I del *Diplomado en Gestión de Tecnología 2006-2007 del PNT*, México, D.F., 9 de octubre, 6 p.

Becker, M.C. and M. Lillemark (2006), "Marketing/R&D integration in the pharmaceutical industry", *Research Policy*, Volume 35, Issue 1, February, pp. 105-120.

Bell, R.M. (1984), "Learning' and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries" in King, K. and Fransman, M. (eds.), *Technological Capability in the Third World*, Macmillan, London.

Bell, R.M. (2007) "Technological Learning and Development of Production and Innovative Capacities in the Industry and Infrastructure Sectors of the Least Developed Countries: What Roles for ODA?" *The Least Developed Countries Report 2007*, Background Paper No. 10, UNCTAD, Geneva.

Bell, R.M., M. Hobday, S. Abdullah, N. Ariffin and J. Malik (1995), *Aiming for 2020: A Demand Driven Perspective on Industrial Technology Policy in Malaysia*, Final Report for the World Bank and the Ministry of Science, Technology and the Environment, SPRU, Malaysia.

Bell, R.M. and K. Pavitt (1995), "Development of Technological Capabilities", in Hague, I. (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, D. C.: The World Bank, pp. 69-101.

Bennis, W. (1993), *An Invented Life. Reflections on Leadership and Change*, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, pp. 87-94.

Bolland, E. J. y Ch. W. Hofer (2001), *Las empresas del futuro*, Oxford University Press, México.

Bossidy, L. y R. Charan (2003), *El arte de la ejecución en los negocios*, Aguilar, México.

Bowonder, B. (1998), "Competitive and technology management strategy: a case study of TELCO", *International Journal of Technology Management*, Vol. 15, No.6/7, pp. 646-680.

Brown, S. (2001), "Managing process technology - further empirical evidence from manufacturing plants", *Technovation*, Volume 21, Issue 8, August, pp. 467-478.

Brownlie, D. T. and D.K. Macbeth (1989), "The strategic management of technology: Integrating technology supply and demand perspectives", *European Management Journal*, Volume 7, Issue 1, March, pp. 71-83.

Bueno, E. y P. Morcillo (2003), "Cultura e innovación: la conexión perfecta", *Madrid+d*, Número 15, febrero-marzo (edición electrónica).

Burgelman, R.A., C. M. Christensen and S.C. Wheelwright (2004), *Strategic management of technology and innovation*, 4th edition, McGraw-Hill, New York, USA.

Butler, J. (1999), "A Practical Model for Technology and Innovation Management", *Technology & Innovation Management: Setting the Pace for the Third Millennium*, Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET '99), July 25-29, 1999, Portland, Oregon, USA.

Cadena, G., A. Castaños, F. Machado, J. L. Solleiro y M. Waissbluth (1986), *Administración de proyectos de innovación tecnológica*, Ediciones Gernika, CIT-UNAM, CONACYT, México.

Casas, R. (Coord.) (2001), *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, IIS-UNAM, Anthropos, México.

Casas, R. y M. Luna (2001), "Espacios emergentes de conocimiento en las regiones: hacia una taxonomía", en Casas, R. (Coord.), *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, IIS-UNAM, Anthropos, México, pp. 35-78.

CEGESTI, G. Velásquez (Colaborador), E. Medellín (Colaborador) (2005), *Manual de transferencia y adquisición de tecnologías sostenibles*, Cegesti, San José, Costa Rica, 2005.

Chanaron, J.J. and D. Jolly (1999), "Technological management: expanding the perspective of management of technology", *Management Decision*, 37/8, pp. 613-620.

Chandler, A.D. (1962), *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Chesbrough, H. (2004), "Managing Open Innovation", *Research-Technology Management*, Volume 47, Number 1, January, pp. 23- 26.

Chiesa, V. and F. Frattini (2007), "Exploring the differences in performance measurement between research and development: evidence from a multiple case study", *R&D Management*, Volume 37, Issue 4, pp. 283-301.

Choi, D. and L. Valikangas (2001), "Patterns of strategy innovation", *European Management Journal*, Volume 19, Issue 4, August, pp. 424-429.

Christensen, C.M. and M. Overdorf (2000), "Meeting the Challenge of Disruptive Change", *Harvard Business Review*, March-April, Vol. 78, No. 2, pp. 66-76.

Christensen, C.M. (2005), "Managing Innovation", Course Program in *Harvard Business School*.

Clark, C.E., N. Cavanaugh, C.V. Brown and V. Sambamurthy (1997), "Building change readiness capabilities in the IS organisation: insights from the Bell Atlantic experience", *MIS quarterly*, 21(4), pp. 425-455.

Clark, K. B. and S. C. Wheelwright (2004), "Organizing and Leading 'Heavyweight' Development Teams", in Burgelman, R.A., C.M. Christensen and S.C. Wheelwright, *Strategic management of technology and innovation*, 4th edition, McGraw-Hill, New York, pp. 1012-1023.

Clarke, K., D. Ford and M. Saren (1989), "Company technology strategy", *R&D Management*, 19:3, pp. 215-229.

Collins, G., P. Gardiner, A. Heaton, K. Macrosson and J. Tait (1991), "The Management of Technology: an essential part of training for engineers and scientists", *Int. J. Tech. Management*, Vol. 6, Nos. 5/6, pp. 568-593.

Collins, J. and D. Smith (1999), "Innovation Metrics: A Framework to Accelerate Growth", *Prism*, Arthur D. Little, First Quarter, pp. 33-47.

CONACYT (2001), *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*, CONACYT, México.

CONACYT (2004), *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2004*, CONACYT, México.

Constantino, R. (2000), "El Sistema de Innovación en la Industria Automotriz Mexicana", *El mercado de valores*, Año LX, Febrero, pp. 45-58.

Cooper, R.G. and E.J. Kleinschmidt (1987), "What makes a new product a winner: Success factors at the project level", *R&D Management*, 17:3, pp. 175-189.

Corona, L. (1997), *Cien empresas innovadoras en México*, Editorial Porrúa, México.

Corona, L. (2001), *Innovación y región. Empresas innovadoras en los corredores industriales de Querétaro y Bajío*, Serie Multidisciplinaria, Universidad Autónoma de Querétaro, Qro.

Cotec (1999), *Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la Innovación para Empresas - Temaguide*, Tomo 1, Fundación Cotec, Madrid.

Cotec (2001), *Gestión de la innovación y la tecnología en la empresa*, Informes sobre el Sistema Español de Innovación, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.

Dahlman, C.J., B. Ross-Larson and L.B. Westphal (1987), "Managing Technological Development: Lessons from Newly Industrializing Countries", *World Development*, vol. 15, No. 6, pp. 759-775.

Davenport, T. O. (2000), *Capital humano. Creando ventajas competitivas a través de las personas*, Gestión 2000, España.

de Gortari, R. (2001), "Complementariedad y conocimiento compartido en el campo de los materiales en México", en Casas, R. (Coord.), *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, IIS-UNAM, Anthropos, México, pp. 298-353.

De Meyer, A. (1983), "Management of technology in traditional industries: a pilot study in ten Belgian companies", *R&D Management*, Volume 13, Issue 1, January, pp. 15-22.

Dodgson, M. and J. Bessant (1996), *Effective Innovation Policy: A New Approach*, Thomson, London.

Dodgson, M., D. Gann and A. Salter (2006), "The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble", *R&D Management*, Volume 36, Issue 3, June, pp. 333-346.

Drucker, P.F. (1996), *Su visión sobre: La administración. La organización basada en la información. La economía. La sociedad*, Grupo Editorial Norma, Colombia.

Drucker, P.F. (1997), *La innovación y el empresariado innovador. La práctica y los principios*, Apóstrofe, España.

Drucker, P.F. (2002), *La gerencia en la sociedad futura*, Grupo Editorial Norma, Colombia.

Duncan, W. J. (1999), *Las ideas y la práctica de la administración. Los principales desafíos en la era moderna*, Oxford University Press, México.

Edosomwan, J. A. (1989), *Integrating Innovation and Technology Management*, John Wiley & Sons, USA.

Escorsa, P. y J. Valls (2005), *Tecnología e innovación en la empresa*, 2ª edición, Alfaomega, Edicions UPC/IPN, México.

Escorsa, P. y R. Maspons (2008), "Vigilancia tecnológica: un medio de sistematización del conocimiento para la innovación", en Micheli, J., E. Medellín, A. Hidalgo, y J. Jasso (Coordinadores), *Innovación y gestión del conocimiento: retos de la gestión empresarial*, Plaza y Valdés, Universidad Autónoma Metropolitana, Fondo Editorial de la FCA – UNAM, ALTEC, México, pp. 115-137.

Estrada, S. (2006), "Diferencias regionales en la conducta tecnológica de las empresas manufactureras mexicanas: el caso de Guanajuato", *Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. V, Num. 20, Toluca, México, pp. 821-869.

Farrukh, C., P. Fraser, D. Hadjidakis, R. Phaal, D. Probert and D. Tainsh (2004), "Developing an Integrated Technology Management Process", *Research-Technology Management*, Volume 47, Number 4, July, pp. 39-46.

Fernández de Lucio, I., E. Castro, F. Conesa y A. Gutiérrez (2000), "Las estructuras de interrelación de la universidad con el entorno socioeconómico", Sala de Lectura CTS+I de la OEI, España.

Figuroa, B. (2003), *Gestión en los procesos de innovación en catalizadores de hidrotratamiento del Instituto Mexicano del Petróleo*, Tesis, Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM - Xochimilco, México.

Ford, D. (1988) "Develop Your Technology Strategy", *Long Range Planning*, 21:5, October, pp. 85-95.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2007), *Propuesta de una Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación*, México, 26 de julio.

Freeman, Ch. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, The MIT Press, USA.

Fundación LEIA (2003), "*Check-List: Herramientas de gestión de tecnología e innovación*", documento de trabajo, INNRED-CYTED, Vitoria, España, febrero.

Galán, A., A. Sierra y J.L. Solleiro (1990), "El Grupo Condumex en México", en BID-SECAB-CINDA, *Gestión tecnológica en la empresa*, CINDA, Santiago, Chile, pp. 271-283.

Galbraith, J. R. (1993), "La estrategia y la planeación organizacional", en Mintzberg, H. y J.B. Quinn, *El proceso estratégico. Conceptos, contextos y casos*, Segunda edición, Prentice Hall, México, pp. 352-363.

García Marcos, C. y J. Á. Tavera Martínez (2007), *Una empresa modelo de Modelo. Premio Iberoamericano de Calidad. Un caso exitoso*, documento en *power point*, México, agosto.

García Marcos, C. y J. Á. Tavera Martínez (2008), *Cuando ganar es la única opción. Validando la competitividad*, México, Junio 2008.

García, R. (1993), "La experiencia de Condumex en I&D". Presentación realizada en el V *Simposio de la ADIAT*, Guadalajara, Jalisco, 11 de Noviembre.

Gaynor, G.H. (1988), "Managing Technology - A Driving Force for the Future", in *Technology Managements Publication TM 1*, 791-808.

Giral, J. y S. González (1986), *Estrategia tecnológica integral*, Grupo Pliana, México.

Giral, J., A. Eroles, V. Estivill, L. Lapuente y G. Viesca (1998), *Su empresa ¿de clase mundial? Un enfoque latinoamericano*, Panorama Editorial, México.

Goldbrunner, T., R. Hauser, G. List and S. Veldhoen (2005), *The Four Dimensions of Intelligent Innovation. Winning the Race for Profitable Growth*, Booz Allen Hamilton, Inc., Munich.

Gonsen, R. y J. Jasso (2000), "La Industria Farmacéutica y el Sistema de Innovación Sectorial", *El mercado de valores*, Año LX, Febrero, pp. 36-44.

Gregory, M.J. (1995), "Technology management: a process approach", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, Vol. 209, pp. 347-56.

Grindley, P. y P.H. Sullivan (2001): "¿Diferencias irreconciliables? Gestión de las interfaces de creación de conocimiento", en Sullivan, P.H., *rentabilizar el capital intelectual. Técnicas para optimizar el valor de la innovación*, Paidós Empresa, Barcelona, pp. 131-152.

Hall, R.H. (1996), *Organizaciones. Estructuras, Procesos y Resultados*, Prentice Hall, sexta edición, México.

Hamel, G. y C.K. Prahalad (1995), *Compitiendo por el futuro. Estrategia crucial para crear los mercados del mañana*, Ariel, México.

Hanna, D.P. (1990), *Diseño de organizaciones para la excelencia en el desempeño*, SITESA, México.

Hernández, R., C. Fernández-Collado y P. Baptista (2006), *Metodología de la investigación*, McGraw-Hill, cuarta edición, México.

Hidalgo, A. and J. Albors (2008), "Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice", *R&D Management*, 38, 2, pp. 113-127.

Hitt, W.D. (1985), *Management in Action: Guidelines for New Managers*, Battelle Press, Columbus, Ohio.

HM Treasury (2003), *Lambert Review of Business-University Collaboration*, Final Report, London, December.

Husain Z., Sushil and R.D. Pathak (2002), "A technology management perspective on collaborations in the Indian automobile industry: a case study", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 19, Issue 2, June, pp. 167-201.

Hytti, U. and J. Heinonen (2002), "High-tech SMEs in Europe", *Observatory of European SMEs*, No. 6, European Commission, Belgium.

Innovamédica (2008), *Innovación, tecnología e integración para la industria médica. Perfil empresarial*, México, octubre.

Innovamédica, Research & Development (2009), *Company Profile*, México, 20 de abril.

Irusta, M.A. y C. Fernández (2000), "Grupo Modelo", en Cotec, *Casos Iberoamericanos de innovación en operaciones*, IESE-Cotec, Madrid, pp. 211-237.

Jasso, J. y A. Torres (2008), "La gestión del conocimiento en las empresas y organizaciones: el dilema de la absorción, creación, resguardo y aprendizaje", *Sciences de Gestion*, nº 66, pp. 285-302.

Kaplan, R.S. y D.P. Norton (1997), *Cuadro de Mando Integral (The Balanced Scorecard)*, Ediciones Gestión 2000, Barcelona, España.

Katz, J. (1984), "Domestic Technological Innovation and Dynamic Comparative Advantage: Further Relations on a Comparative Case Study Program", *Journal of Development Economics*, vol. 16, núm.1, pp. 13-38.

Katz, J. (ed.) (1986), *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana*, BID-CEPAL-CIID-PNUD, Buenos Aires.

Katz, J. (comp.) (1987), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, McMillan, London.

Kim, L. (1997), *From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's technological Learning*, Harvard Business School Press, Boston, Mass.

Kim, L. (2001), "La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización", [En línea] Disponible: <http://www.oei.es/salactsi/limsu.pdf>, 4 de diciembre de 2009.

Kim, Y., K. Song and J. Lee (1993), "Determinants of technological innovation in the small firms of Korea", *R&D Management*, Volume 23, Issue 3, July, pp. 215-226.

Klimstra, P.D. and J. Potts (1988), "What We've Learned Managing R&D Projects", *Research Technology Management*, May-June, pp. 23-39.

Kline, S.J. (1985), "Innovation is not a Linear Process", *Research Management*, 28:4, July-August, pp. 36-45.

Lafley, A.G. (2008), "P&G's Innovation Culture", *Strategy + business magazine*, Booz & Company Inc., autumn.

Lall, S. (1987), *Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India*, Macmillan, London.

Lall, S. (1992), "Technological capabilities and industrialization", *Research Policy*, Vol. 20, No. 2, pp. 165-186.

Lall, S. (1996), "Las capacidades tecnológicas", en J-J. Salomon, F. Sagasti y C. Sachs (compiladores), *Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo*, Editorial de la UNU, CIDE, FCE, México, pp. 301-342.

Lara, A. (1998), *Aprendizaje tecnológico y mercado de trabajo en las maquiladoras japonesas*, Universidad Autónoma Metropolitana, UNAM, M. A. Porrúa, México.

Lee, M. and K. Om (1994), "A conceptual framework of technological innovation management", *Technovation*, 14 (1), pp. 7-16.

Lezama, C. (2000), "Estrategias empresariales para la innovación tecnológica y la protección ambiental: El caso de una empresa fundidora", en Corona, L. y R. Hernández (coordinadores), *Innovación tecnológica y medio ambiente*, México, pp. 79-98.

Livesay, H.C., M. L. Rorke and D.S. Lux (1989), "Technical Development and the Innovation Process", *Journal of Product Innovation Management*, 6, pp. 268-281.

López, R., E. Medellín, A.P. Scanlon and J.L. Solleiro (1994), "Motivations and obstacles to university industry cooperation (UIC): a Mexican case", *R&D Management*, 24:1, January, pp. 17-31.

Luna, M. y J.L. Velasco (2006); "Redes de conocimiento: principios de coordinación y mecanismos de integración", en Albornoz, M. y C. Alfaraz (eds.), *Redes de conocimiento: Construcción, dinámica y gestión*, RYCIT- CYTED, Buenos Aires, Argentina, pp. 15-38.

Maidique, M. A. and P. Patch (1988), "Corporate strategy and technological policy", in M. L. Tushman and W. L. Moore (eds.), *Readings in the Management of Innovation*, Second edition, Ballinger, Cambridge, Massachusetts, pp. 236-248.

Malik, K. (2002), "Aiding the technology manager: a conceptual model for intra-firm technology transfer", *Technovation*, Volume 22, Issue 7, July, pp. 427-436.

Mandujano, R., J. Valenzuela, L.F. Romero, D. Talavera, A. Rodríguez, F. Márquez, L. Hernández y R. Jiménez (2008), "Desarrollo de cable de guarda con fibras ópticas OPGW", en Foro Consultivo Científico y Tecnológico, *Promoviendo la innovación y el desarrollo tecnológico, Programa de Estímulo Fiscal*, México, marzo, pp. 221-230.

Marcovitch, J. (1990), "Ejecución de proyectos", en Jaramillo, L.J. (editor), *Administración de programas y proyectos de investigación*, BID-SECAB-CINDA, Santiago de Chile, pp. 127-152.

Marquis, D.G. (1969), "The Anatomy of Successful Innovations", *Innovation*, 1, November, pp. 28-37.

McAdam, R., R. Reid, R. Harris and N. Mitchell (2008), "Key determinants of organisational and technological innovation in UK SME's: an empirical study", *Int. J. Entrepreneurship and Innovation Management*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-15.

Medellín, E. (1995a), "La Vinculación UNAM-CONDUMEX", Caso presentado en la Conferencia Binacional Relevancia de la Educación Superior en el Desarrollo, ANUIES, NASUGC/ALO, IIE, México, D.F., febrero 2.

Medellín, E. (1995b), "La Gestión Tecnológica en la Industria Química en México" en *ANALES del VI Seminario Latinoamericano ALTEC-95: Gestión Tecnológica, Competitividad y Empleo*, Concepción, Chile, septiembre, pp. 271-286.

Medellín, E. (2009), "Gestión tecnológica en empresas innovadoras mexicanas", *Innovación y creatividad para el desarrollo sostenible*, Memorias del XIII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2009, Cartagena de Indias, Colombia, noviembre.

Medellín, E. y V. Borja (2005a), "Modelo de gestión de tecnología del Premio Nacional de Tecnología", Reporte técnico, México.

Medellín, E. y V. Borja (2005b), "Herramienta de evaluación del Premio Nacional de Tecnología", Reporte técnico, México.

Medellín E., V. Borja, J. López y A. Preciado (2005), "Procesos y métodos de gestión tecnológica en empresas ganadoras del Premio Nacional de Tecnología en México" en *XI Seminario de Gestión Tecnológica 2005. Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo*, Salvador de Bahía, Brasil, 25 a 28 de octubre.

Medellín, E., A. Roa y E. Trens (1994), "Actividades de gestión tecnológica en diez casos de innovación" en Sbragia, R., J. Marcovitch y E. Vasconcellos (Coordinadores), *Gestão da Inovação Tecnológica*, Vol. II, USP/NPGCT/FIA/PACTO, São Paulo, Brasil, outubro, pp. 1002-1018.

Medellín, E., J.L. Solleiro y E. Trens (1993), "Essential Elements of Success of Technological Innovation Projects in their Precompetitive Stage", in Clark, J.D. y W. O. Troxell (eds.), *Proceedings of the International Conference on Technology Management*, Denver, Colorado, USA, pp. 402-424.

- Melo, M. (2007), *Generación de Capacidades tecnológicas para el uso de tecnologías limpias en la industria cementera, caso Cemex Guadalajara*, Tesis, Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-Xochimilco, México.
- Menke, M.M. (1997), "Essentials of R&D Strategic Excellence", *Research Technology Management*, September-October, pp. 42-47.
- Mintzberg, H. (1983), *La naturaleza del trabajo directivo*, Ariel, Barcelona.
- Mintzberg, H. (1984), *La estructuración de las organizaciones*, Ariel Economía, 1ª edición en español, Barcelona, España.
- Mintzberg, H. (1993a), "La estructuración de las organizaciones", en Mintzberg, H. y J.B. Quinn, *El proceso estratégico. Conceptos, contextos y casos*, Segunda edición, Prentice Hall, México, pp. 370-392.
- Mintzberg, H. (1993b), "La organización innovadora", en Mintzberg, H. y J.B. Quinn, *El proceso estratégico. Conceptos, contextos y casos*, Segunda edición, Prentice Hall, México, pp. 818-836.
- Morin, J. et R. Seurat (1987), *Le management des ressources technologiques*, Les Éditions d'Organisation, Paris, France.
- Morone, J. G. (1989), "Strategic Use of Technology", *California Management Review*, 31/4, summer, pp. 91-112.
- Moss Kanter, R. (1983), *The Change Masters*, Simon & Schuster, New York.
- Myers, S. and D.G. Marquis (1969), *Successful Commercial Innovations*, National Science Foundation, Washington, D.C., pp. 69-71.
- Nadler, D.A. y M.L. Tushman (1999), *El diseño de la organización como arma competitiva. El poder de la arquitectura organizacional*, Oxford University Press, México.
- National Research Council (1987), *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*, Task Force on Management of Technology, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Nelson, R. (1991), "The Role of Firm Differences in an Evolutionary Theory of Technical Advance", *Science and Public Policy*, 18/6, pp. 347-352.
- Nieto A., M. y C. Pérez C. (2006), "Características del conocimiento tecnológico y mecanismos de apropiación de innovaciones", *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 15, núm. 3, pp. 93-106.

Nonaka, I. y H. Takeuchi (1999), *La organización creadora de conocimiento*, Oxford University Press, México.

OECD (1993), *Manual de Frascati 1993. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*, OECD, Paris.

OECD (1997), *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual*, OECD, Paris.

OECD (2001), *Innovative Networks Co-Operation in National Innovation Systems*, OECD, Paris.

OECD (2005), *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, OECD, Eurostat, Tragsa, Tercera edición, España.

OMPI/CCI (2005), *Intercambiar valor. Negociación de acuerdos de licencia de tecnología*, Manual de capacitación, OMPI, UNCTAD, Ginebra, Suiza.

Omta, S.W.F., L.M. Boute and J.M.L. van Engelen (1994), "Managing industrial pharmaceutical R&D. A comparative study of management control and innovative effectiveness in European and Anglo-American companies", *R&D Management*, Volume 24, Issue 4, October, pp. 303-315.

Park, S. and Y. Gil (2006), "How Samsung Transformed Its Corporate R&D Center", *Research-Technology Management*, Volume 49, Number 4, July, pp. 24-29.

Parr, R.L. and P.H. Sullivan (1996), *Technology Licensing. Corporate Strategies for Maximizing Value*, Wiley & Sons, New York, USA.

Pavitt, K. (1990), "What We Know about the Strategic Management of Technology", *California Management Review*, Spring, pp. 17-26.

Pavitt, K. (2003), *The Process of Innovation*, Paper No. 89, SPRU – Science and Technology Policy Research, The Freeman Centre, University of Sussex, Brighton, August.

Pavón, J. y A. Hidalgo (1997), *Gestión e innovación. Un enfoque estratégico*, Ediciones Pirámide, Madrid, España.

Pedroza, A., J. Villalvazo y T. Suárez (2003), "Diagnóstico Tecnológico de las PYMES del Sector Químico Tapatío", *Iberoamerican Academy of Management. Third International Conference*, São Paulo, Brasil, Diciembre.

Pedroza, A. y T. Suárez (2003), *Hacia una ventaja competitiva. Gestión estratégica de la tecnología*, CONACYT-ITESO-UADY, México.

Pedroza, A. y J. Sánchez (2005), *Procesos de innovación tecnológica para la pequeña y mediana empresa*, Universidad de Guadalajara, México.

Peters, T. y R.H. Waterman Jr. (1984), *En busca de la excelencia*, Lasser Press, México.

Pfeffer, J. (2000), *Nuevos rumbos en la teoría de la organización. Problemas y posibilidades*, Oxford University Press, México.

Phaal, R., C.J.P. Farrukh and D.R. Probert (2001), "Technology management process assessment: a case study", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, No. 8, pp. 1116-1132.

Phaal, R., C.J.P. Farrukh and D.R. Probert (2006), "Technology management tools: concept, development and application", *Technovation*, Volume 26, Issue 3, March, pp. 336-344.

Phaal, R., C.J. Paterson and D.R. Probert (1998), "Technology management in manufacturing business: process and practical assessment", *Technovation*, Vol. 18, Nos. 8/9, pp. 541-553.

Porter, M.E. (1982), *Estrategia competitiva. Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia*, CECSA, México.

Porter, M.E. (1987), *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*, CECSA, México.

Porter, M.E. (2005), *Estrategia y ventaja competitiva*, Deusto, Argentina.

Premio Nacional de Tecnología (2000), *Organizaciones ganadoras 1999*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2001), *Organizaciones ganadoras 2000*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2002), *Organizaciones ganadoras 2001*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2003), *Organizaciones ganadoras 2002*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2004a), *Organizaciones ganadoras 2003*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2004b), *Guía de Participación 2004*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2005a), *Organizaciones ganadoras 2004*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2005b), *Guía de Participación 2005 del Premio Nacional de Tecnología*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2006a), *Organizaciones ganadoras 2005*, PNT, México.

Premio Nacional de Tecnología (2008a), *Guía de Participación 2008 del Premio Nacional de Tecnología*, Fundación Premio Nacional de Tecnología, México.

Premio Nacional de Tecnología (2008b), *Organizaciones ganadoras 2007*, Fundación Premio Nacional de Tecnología, México.

Probert, D.R., R. Phaal and C.J.P. Farrukh (2000), "Development of a structured approach to assessing technology management practice", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, Vol. 214, Part B., pp. 313-321.

Roberts, E.B. (1988), "That We've Learned Managing Invention and Innovation", *Research Technology Management*, January-February, pp. 11-29.

Roberts, E.B. (1996a), "Gestión de la innovación tecnológica para la competitividad global: Introducción a la edición española", en Roberts, E.B., *Gestión de la Innovación Tecnológica*, Clásicos Cotec No. 1, Cotec, Madrid, pp. 17-51.

Roberts, E.B. (1996b), "Ideas generales sobre la gestión de la innovación tecnológica", en Roberts, E.B., *Gestión de la Innovación Tecnológica*, Clásicos Cotec No. 1, Cotec, Madrid, pp. 53-77.

Roberts, E.B. (2001), "Benchmarking Global Strategic Management of Technology", *Research-Technology Management*, Volume 44, Number 2, March, pp. 25-36.

Roberts, E.B. and A.L. Frohman (1978), "Strategies for Improving Research Utilization", *Technology Review*, March / April, 80 (5), pp. 33-39.

Robbins, S.P. (1987), *Comportamiento organizacional. Conceptos, controversias y aplicaciones*, Prentice-Hall, Tercera edición, México.

Rubenstein, A.H. and E. Geisler (1991), "Evaluating the outputs and impacts of R&D/innovation", *IJTM*, Special Publication on the Role of Technology in Corporate Policy, pp. 181-204.

Sacristán R.E. (2005), "Innovamédica: la empresa científica", entrevista con Zósimo Camacho, *Fortuna, Negocios y Finanzas*, Año II, Número 25, Febrero.

Sacristán R.E. (2006a), Entrevista con Giovanni Fonseca, *Boletín del Capítulo Estudiantil de Ingeniería Biomédica*, Facultad de Ingeniería de la UNAM, Año 1, No. 4, Julio/Agosto, pp. 1-2.

Sacristán R.E. (2006b), "Emulando a Alva Edison", entrevista con Paola Morales M., *El Universal*, 4 de diciembre.

Salter, A., P. D'Este, K. Pavitt, A. Scott, B. Martin, A. Geuna, P. Nightingale and P. Patel, (2000), *Talent, Not Technology: The Impact of Publicly Funded Research on Innovation in the UK*, Report of Science and Technology Policy Research (SPRU), University of Sussex, England, June 22.

Scott, A., G. Steyn, A. Geuna, S. Brusoni and E. Steinmueller (2001), *The Economic Returns to Basic Research and the Benefits of University-Industry Relationships*, Report for the Office of Science and Technology, SPRU-Science and Technology Policy Research, University of Sussex, England.

Sampedro, J.L. (2003), *Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora de exportación: El caso de Thomson-Multimedia de México*, Tesis, Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-Xochimilco, México.

Santos, M.J. (1994), "Un análisis social de la innovación tecnológica: conflicto y significados en una empresa innovadora", *Estudios Sociológicos*, XII: 35, pp. 399-419.

Santos, M.J. (2000), *Cien mil llamadas por el ojo de una aguja: un análisis antropológico de la apertura de las telecomunicaciones en México*, IIS-UNAM, Plaza y Valdés, México.

Santos, M.J. (2001), "Espacios de conocimiento en las telecomunicaciones mexicanas", en Casas, Rosalba (Coord.), *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, IIS-UNAM, Anthropos, México, pp. 241-297.

Santos, M.J. y R. de Gortari (2008), "Los agentes traductores en las empresas innovadoras", en Micheli, J., E. Medellín, A. Hidalgo y J. Jasso (Coordinadores), *Innovación y gestión del conocimiento: retos de la gestión empresarial*, Plaza y Valdés, UAM, Fondo Editorial de la FCA – UNAM, ALTEC, México, pp. 157-190.

Schein, E.H. (1996), "El liderazgo y la cultura organizacional", en Hesselbein F., M. Goldsmith y R. Beckhard, *El líder del futuro*, Ediciones Deusto, España, pp. 89-99.

Schein, E.H. (2000), "Organizational Culture", in French, W.L., C.H. Bell, Jr. and R.A. Zawacki, *Organization Development and Transformation*, Irwin McGraw-Hill, 5th ed., USA, pp.127-141.

Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Schumpeter, J.A. (1934), *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Secodam (1996), *Guía técnica para la definición de estándares e indicadores de servicios*, Unidad de Desarrollo Administrativo, México, Agosto.

Sheasley, W.D. (1997), "Innovation as a long-term strategy", *Chemtech*, June, pp. 6-8.

Sierra, A. (2003), "En busca de la rentabilidad de la inversión en I&D", *Congreso Nacional de Vinculación para la Competitividad*, Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología, Querétaro, mayo 26.

Sierra, A. (2008), ponencia presentada en el *Primer Coloquio Politécnico de Innovación Tecnológico y competitividad empresarial*, UPDCE-IPN, México, D.F., 21 de noviembre.

Simón, N. e I. Rueda (coordinadoras) (2002), *La industria siderúrgica en México*, FCA-IIIE-DGAPA, UNAM, Porrúa, México.

Smith, R.D. (2003), "The Chief Technology Officer: Strategic Responsibilities and Relationships", *Research-Technology Management*, Volume 46, Number 4, July, pp. 28-36.

Solleiro, J.L. (1990), "Gestión de la vinculación universidad-sector productivo", en Waissbluth, M. (editor), *Vinculación universidad sector productivo*, BID-SECAB-CINDA, Santiago de Chile, pp. 165-192.

Song, X.M. and M.E. Parry (1992), "The R&D-Marketing Interface in Japanese High-Technology Firms", *J. Prod. Innov. Manag.*, 9, pp. 91-112.

Stacey, G.S. and W. Bradford A. (1990), "A structured approach to corporate technology strategy", *Int. J. Technology Management*, Vol. 5, No. 4, pp. 389-407.

STPS (2006), "Premio Nacional del Trabajo 2006", Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en: buenaspracticass.tps.gob.mx:8130/.../PRENAT0601olimpieza1.pdf, México.

Swieringa, J. y A. Wierdsma (1995), *La organización que aprende*, Addison-Wesley Iberoamericana, México.

Tavera, J. Á. (2008), "Experiencias de vinculación del Grupo Modelo con IES y centros de I&D", exposición en el *Diplomado para el desarrollo de competencias para la integración social del IPN*, organizado por CFIE-IPN, México, D.F., 1 de febrero.

Teece, D.J. (1986), "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy", *Research Policy*, 15, pp. 285-305.

Thamhain, H.J. (2005), *Management of Technology. Managing Effectively in Technology-Intensive Organizations*, John Wiley & Sons, Inc., USA.

Thamhain, H.J. and D. L. Wilemon (1977), "Leadership, Conflict, and Program Management Effectiveness", *Sloan Management Review*, Fall, Vol. 19, No. 1, pp. 69-89.

Tidd, J., J. Bessant and K. Pavitt (2005), *Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change*, Third edition, John Wiley & Sons, England.

Torres, V.A. (2006), "Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas", *Journal of Technology Management & Innovation*, Volume 1, Issue 5, pp. 12-24.

Tushman, M.A. and Ch.A. O'Reilly III (2004), "Ambidextrous Organizations: Managing Evolutionary and Revolutionary Change", en Burgelman, R. A., C.M. Christensen y S.C. Wheelwright, *Strategic management of technology and innovation*, 4th edition, McGraw-Hill, New York, USA.

Twiss, B. (1986), *Managing Technological Innovation*, Third Edition, Pitman, USA.

Utterback, J.M. (1974), "Innovation in Industry and the Diffusion of Technology", *Science*, Vol. 185, February 15, pp. 658-662.

Van de Ven, A.H. (1992), "Suggestions for Studying Strategy Process: A Research Note", *Strategic Management Journal*, Volume 13, Summer, pp. 169- 191.

Vasconcellos, E. (1990a), "Estructura organizacional para la innovación en la empresa", en Waissbluth, M. (editor), *Gestión tecnológica en la empresa*, BID-SECAB-CINDA, Santiago de Chile, agosto, pp. 151-185.

Vasconcellos, E. (1990b), "Gestão tecnológica no setor produtivo", presentado en *I Seminario Internacional sobre el Nuevo Contexto de las Políticas de Desarrollo Científico y Tecnológico*, Montevideo, Diciembre.

Vera-Cruz, A. (2003), "Apertura económica, exportaciones y procesos de aprendizaje. El caso de la cervecera Cuauhtémoc-Moctezuma", en Aboites, J. y G. Dutrénit (coordinadores), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, Universidad Autónoma Metropolitana, M. A. Porrúa, México.

Villavicencio, D. y R. Arvanitis (2001), "Las capacidades de innovación en la industria química en México" en Dutrénit, G., C. Garrido y G. Valenti, *Sistema Nacional de Innovación Tecnológica. Temas para el debate en México*, UAM, México, pp. 379-393.

Villavicencio, D., R. Arvanitis y L. Minsberg (1995), "Aprendizaje tecnológica en la industria química mexicana", *Perfiles Latinoamericanos*, Año 4, No. 7, Diciembre, pp. 121-148.

Westphal, L., L. Kim and C. Dahlman (1985), "Reflections on the Republic of Korea's Acquisition of Technological capability", in N. Rosenberg and C. Frischtak (eds.), *International Technology*, Praeger Publishers, New York.

Wilson, R.W. and P. Harsin (1998), *Process Mastering: How to Establish y Document the Best Known Way to Do a Job*, Quality Resources, USA.

Yin, R.K. (1994), *Case Study Research. Design y Methods*, Second Edition, USA.

Yin, R.K. (2004), *Case Study Methods*, Revised Draft, USA, January.

Zaintek (2003), *Guía de Vigilancia Tecnológica: Sistema de información estratégica en las pymes*, Guía elaborada por IALE Tecnología para Zaintek, Bilbao, España.

Anexo I. Cuestionario guía para entrevistas (Protocolo para los estudios de caso)

**Tesis doctoral:
“Gestión de tecnología en empresas innovadoras mexicanas”
por Enrique Alberto Medellín Cabrera**

**Cuestionario guía para entrevistas a directivos, responsables
y participantes en actividades de gestión de tecnología de las empresas
estudiadas
(Protocolo para el estudio de caso)**

Entrevistas a...

México, D.F., de de 2009.

Contenido

I. Objetivo

II. Solicitud de información descriptiva

II.1 Datos de entrevistados

II. 2 Datos generales de la empresa

III. Preguntas a responder en las entrevistas

III.1 Capacidad de innovación de la empresa

III.2 Estrategia tecnológica de la empresa

III.3 Propósito de la gestión de tecnología

III.4 Cómo se gestiona la tecnología

III.5 Prácticas de gestión de tecnología

III.6 Resultados e impactos

III.7 Rasgos relevantes de la gestión de tecnología

IV. Acciones de la empresa ante la crisis económica actual

V. Cierre de la entrevista

**Investigación doctoral:
“Gestión de tecnología en empresas innovadoras mexicanas”**

CUESTIONARIO GUÍA PARA ENTREVISTAS

Lugar: _____ Fecha: _____
Hora de inicio de entrevista: _____
Hora de terminación de entrevista: _____

I. Objetivo

El objetivo de este cuestionario guía es reunir información sobre cómo y por qué la empresa gestiona sus tecnologías, sus principales prácticas de gestión de tecnología, los resultados e impactos obtenidos de sus actividades de gestión de tecnología, y sobre cómo éstas prácticas han incidido en la capacidad de innovación de la empresa en los últimos años.¹⁷⁸

II. Solicitud de información descriptiva

II.1 Datos de entrevistados

Nombre del entrevistado 1	
Posición-cargo en la empresa	
Antigüedad en el cargo	
Responsabilidades	
Edad	
Carrera (licenciatura o equivalente)	
Grado académico (máximo obtenido)	
Especialidad	
Teléfono	
E-mail	

¹⁷⁸ La información y datos que se utilicen en la construcción de los casos de estudio, que se incorporarán en la tesis doctoral, serán sometidos a la revisión posterior del representante nombrado por la empresa, con el fin de que aquellos datos o información que la empresa considere confidenciales no sean difundidos en la misma.

Nombre del entrevistado 2	
Posición-cargo en la empresa	
Antigüedad en el cargo	
Responsabilidades	
Edad	
Carrera (licenciatura o equivalente)	
Grado académico (máximo obtenido)	
Especialidad	
Teléfono	
E-mail	

Nombre del entrevistado 3	
Posición-cargo en la empresa	
Antigüedad en el cargo	
Responsabilidades	
Edad	
Carrera (licenciatura o equivalente)	
Grado académico (máximo obtenido)	
Especialidad	
Teléfono	
E-mail	

II. 2 Datos generales de la empresa

Perfil general de la empresa o negocio			
Nombre de la empresa o negocio			
Dirección			
Página Web			
Sector industrial			
Año de inicio de operaciones			
Número de empleados (2009)			
Número de empleados dedicados de tiempo completo a I+D+i (2009)			
Número de empleados dedicados de tiempo completo a actividades de gestión de tecnología			
Productos de la empresa			
Figura legal de la empresa	S.A. de C.V.		
Ventas totales (miles de pesos)	2006	2007	2008
% de ventas dedicadas a investigación y desarrollo e innovación (I+D+i)	2006	2007	2008
Porcentaje de productos en el mercado de la empresa que han pasado por I+D+i en los últimos 3 años	2006	2007	2008
Otros datos: - Breve historia de la empresa.	Preguntar si la empresa tiene algún folleto, documento o <i>Perfil empresarial</i> con esta información, y solicitarlo.		
- Eventos más significativos de la empresa. - Estructura organizacional, si está disponible (organigrama).	Preguntar si la empresa tiene algún folleto, documento o <i>Perfil empresarial</i> con esta información, y solicitarlo. Averiguar si el contenido es confidencial.		

III. Preguntas a responder en las entrevistas

III.I Capacidad de innovación de la empresa

1. ¿Cuáles han sido las principales innovaciones de la empresa en los últimos tres años, sus fechas de realización, y las actividades de gestión de tecnología que se realizaron para el logro de dichas innovaciones?

Tipo de innovación	Nombre de la innovación	Fecha de lanzamiento o realización	Actividades importantes de gestión de tecnología realizadas
Innovaciones de producto o servicio			
Innovación de proceso			
Innovaciones organizacionales			
Innovaciones de mercadotecnia			
Otras innovaciones:			

2. En la siguiente tabla identifique las condiciones organizacionales que usted considera han sido necesarias para que la empresa genere innovaciones. Marcar del 1 al 12 en orden de importancia, siendo el 1 el más importante.

Condiciones necesarias para la innovación en la empresa	Califique del 1 al 12
Estrategia tecnológica (o de innovación) definida	
Capacidad de respuesta a las demandas del mercado	
Inversión en I+D	
Infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos, plantas piloto – muy importante-)	
Personal capacitado para realizar tareas de I+D	
Personal capacitado para realizar tareas de escalamiento y transferencia	
Personal capacitado para gestionar tecnología	
Capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i	
Existencia de Gerencia o Departamento de I+D	
Existencia de Gerencia o Departamento de Ingeniería	
Personas que impulsan la innovación en la empresa	
Cultura de la empresa favorable a la innovación (en proceso de construcción)	
Otros (especifique):	

3. Describa, en términos generales, cómo se han generado en la empresa las condiciones necesarias para ser, y mantenerse, innovadora en las condiciones actuales.

4. ¿Quiénes han participado en generar dichas condiciones necesarias para la innovación en su empresa?

5. ¿Existe un director, gerente, jefe de departamento o gestor de tecnología en su empresa?

Sí No

- Si la respuesta es sí: ¿Quién es y qué posición ocupa en la estructura organizacional?
- Si la respuesta es no: ¿Se reconoce en la empresa la necesidad de contar con este gestor? y ¿Por qué?

6. ¿El gerente de tecnología ha influido en la generación de las condiciones organizacionales necesarias para la innovación o solo las ha aprovechado para hacer su labor?
7. ¿Qué factores del entorno han influido en la capacidad de innovación de la empresa? Marque con una X aquellos que han influido. Marcar del 1 al 10 en orden de importancia, siendo el número 1 el más importante.

Factores del entorno	Influencia (positiva, negativa o sin influencia)	Califique del 1 al 10
Dinámica innovadora del sector		
Competencia elevada		
Patentes de la competencia		
Regulaciones gubernamentales		
Rentabilidad del sector (hay sectores más estratégicos)		
Estructura de precios del sector		
Diversidad de productos (diversificación)		
Ciclo de vida de los productos (en autopartes, solamente)		
Tamaño del mercado		
Universidades y centros de I+D cercanos		
Disponibilidad de financiamiento		
Otros (Especifique): Vinculación		

III.2 Estrategia tecnológica de la empresa

8. ¿Cuentan con una estrategia de negocios claramente definida?

Sí No

9. Si la respuesta es sí: ¿En qué consiste ésta, y cuál es su duración?

10. ¿Utilizan el concepto de estrategia tecnológica en su empresa?

Sí No

11. Si la respuesta es afirmativa: ¿En qué consiste la estrategia tecnológica de su empresa?

12. ¿En qué nivel jerárquico se define los lineamientos estratégicos tecnológicos de la empresa?

13. ¿Cuál es la utilidad de estos lineamientos tecnológica?

14. ¿Cada cuándo se revisa los lineamientos estratégicos de la empresa?

15. ¿Quién es el responsable de ver que se cumplan (darle seguimiento) estos lineamientos de la empresa?

III.3 Propósito de la gestión de tecnología

16. ¿Utilizan el concepto de gestión de tecnología en su empresa?

Sí No

17. En su opinión, ¿Cuál es el propósito de la gestión de tecnología en su empresa? Esto es: ¿Para qué se gestiona tecnología en su empresa?

18. ¿Cuándo se comenzó a gestionar la tecnología en la empresa y por qué?

19. ¿Quién (o qué área) comenzó a realizar actividades de gestión tecnológica de la empresa, y por qué?

III.4 Cómo se gestiona la tecnología

20. ¿Qué área o áreas de la empresa se encargan de gestionar o administrar la tecnología en su empresa?

21. ¿Se refleja o establece la responsabilidad de gestionar la tecnología en la estructura organizacional de la empresa?

Sí No

Nombre del responsable y de su posición:

¿Cómo?

22. ¿El responsable de dirigir o gestionar la tecnología en la empresa forma parte de la máxima instancia de decisión en la misma?

Sí No

¿Cuál es dicha instancia?

23. ¿Qué funciones o atribuciones de gestión de tecnología tiene dicho responsable, o el área que encabeza?

24. ¿Este es responsable de las actividades de innovación tecnológica en la empresa?

Sí No

Actividades:

25. ¿A quién le reporta el responsable de gestionar la tecnología en la empresa?

26. ¿Quiénes le reportan al responsable de gestionar la tecnología en la empresa?

27. ¿El área que encabeza el responsable de realizar la gestión de tecnología en la empresa cuenta con presupuesto propio?

Sí

No

Si la respuesta es afirmativa: ¿A qué porcentaje de las ventas de la empresa equivale dicho presupuesto?

III.5 Prácticas de gestión de tecnología

28. En la siguiente tabla se muestran 15 prácticas de gestión de tecnología que reportan empresas innovadoras en México. Indique con una X cuál es la frecuencia con que se utilizan. Si no están en la lista, agregue otras prácticas de gestión de tecnología relevantes para la empresa, en caso de que las utilicen.

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Frecuencia de uso		
		Uso permanente	Uso ocasional	Nunca se usa
1	Protección intelectual (marca)			
2	Planeación tecnológica			
3	Investigación y Desarrollo (I+D)			
4	Vigilancia tecnológica: competidores, clientes, innovaciones, nuevos productos, nuevas soluciones, productos sustitutos.			
5	Innovación de producto y servicio			
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior (IES) y centros de I+D			
7	Transferencia de tecnología			
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			
9	Adquisición de tecnología			
10	Asimilación de tecnología (Capacitación)			
11	Administración de proyectos tecnológicos			
12	Escalamiento			
13	Benchmarking			
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos.			
15	Innovación de proceso (revisión y mejora continua de procesos comerciales)			
16	Otras (especifique):			
17.	Otras (especifique):			

29. En la siguiente tabla se muestran las mismas 15 prácticas de gestión de tecnología de tabla anterior -que reportan empresas innovadoras en México-. Indique con una X cuál es el nivel de madurez (o desarrollo) de dichas prácticas en su empresa. Si cuenta con otras prácticas que no se incluyen en la tabla agréguelas al final de la misma.

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Nivel de madurez o desarrollo*			
		Acciones de vez en cuando	Actividades continuas	Proceso	Sistema
1	Protección intelectual				
2	Planeación tecnológica				
3	Investigación y Desarrollo (I+D)				
4	Vigilancia tecnológica				
5	Innovación de producto				
6	Vinculación con IES y centros de I+D				
7	Transferencia de tecnología.				
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes				
9	Adquisición de tecnología				
10	Asimilación de tecnología				
11	Administración de proyectos tecnológicos				
12	Escalamiento				
13	Benchmarking				
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos				
15	Innovación de proceso (revisión y mejora continua de procesos comerciales)				
16	Otras (especifique):				
17.	Otras (especifique):				
18.	Otras (especifique):				
19.	Otras (especifique):				

30. En la siguiente tabla se muestran las mismas 15 prácticas de gestión de tecnología de tabla anterior -que reportan empresas innovadoras en México-. Indique con una X cuál es el grado de dominio que se tiene de las mismas. Si cuenta con otras prácticas que no se incluyen en la tabla, agréguelas al final de la misma.

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Grado de dominio por el personal*		
		Bajo	Medio	Alto
1	Protección intelectual			
2	Planeación tecnológica			
3	Investigación y Desarrollo (I+D)			
4	Vigilancia tecnológica			
5	Innovación de producto			
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior y centros de I+D			
7	Transferencia de tecnología			
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			
9	Adquisición de tecnología			
10	Asimilación de tecnología			
11	Administración de proyectos tecnológicos			
12	Escalamiento (a nivel planta piloto)			
13	Benchmarking			
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			
15	Innovación de proceso			
16	Otras (especifique):			
17.	Otras (especifique):			
18	Otras (especifique):			

* **Grado de dominio por el personal**, se refiere a: 1) Competencia del personal en la práctica de gestión de tecnología, 2) Experiencia del personal en la práctica de gestión de tecnología respectiva, 3) Que la práctica de gestión de tecnología se utilice de manera consistente.

31. En la siguiente tabla se muestran las mismas 15 prácticas de gestión de tecnología de tabla anterior -que reportan empresas innovadoras en México-. Indique con una X cuál es el grado de impacto o incidencia que la práctica tiene, o ha tenido, sobre las innovaciones de la empresa. Si cuenta con otras prácticas que no se incluyen en la tabla, agréguelas al final de la misma.

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Incidencia en innovaciones (Impacto)*		
		Baja	Media	Alta
1	Protección intelectual			
2	Planeación tecnológica			
3	Investigación y Desarrollo (I+D)			
4	Vigilancia tecnológica			
5	Innovación de producto			
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior y centros de I+D			
7	Transferencia de tecnología			
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			
9	Adquisición de tecnología			
10	Asimilación de tecnología			
11	Administración de proyectos tecnológicos			
12	Escalamiento			
13	Benchmarking			
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			
15	Innovación de proceso			
16	Otras (especifique):			
17.	Otras (especifique):			
18	Otras (especifique):			

* **Incidencia en innovaciones**, se refiere al impacto relativo que tiene, o que ha tenido, la práctica de gestión de tecnología en las innovaciones de la empresa.

32. ¿Cómo han impactado en las innovaciones de la empresa las prácticas de gestión de tecnología señaladas por usted como “De alta incidencia” en la tabla anterior?

III.6 Resultados e impactos

33. En el cuadro siguiente indique, en orden de importancia (del 1 al 9), ¿Cuáles son los principales resultados que han obtenido de la gestión de tecnología en su empresa en los pasados 3 años? **Nota: 1 = El más importante.**

Resultados de la gestión de tecnología	Importancia
Creación de ventajas competitivas	
Ventas por nuevos productos en el mercado	
Reducción de costos de producción	
Incremento en la participación en el mercado	
Nuevos negocios desarrollados	
Tecnologías transferidas	
Patentes obtenidas	
Proyectos vendidos	
Mejoras en proceso de producción (productividad)	
Otros (Especifique):	

34. ¿Cuáles son los principales indicadores de gestión de tecnología que utiliza la empresa y cuáles han sido sus valores en los últimos tres años?

	Indicador de gestión de tecnología	2006	2007	2008	2009
1					
2					
3					

35. ¿Estos indicadores son aceptados y compartidos por el resto de la organización (por las demás áreas de la empresa)?

36. ¿Por cada peso invertido en proyectos de I+D+i cuántos pesos han obtenido de utilidad en los pasados tres años?

37. ¿Cuál es el *proyecto de innovación* más representativo de la empresa en los últimos 3 años? ¿Por qué?

Describa (narre) el proyecto en sus aspectos más relevantes.

38. Si no se han descrito antes: ¿Qué actividades de gestión de tecnología se realizaron en dicho proyecto de innovación?

39. ¿Qué resultados se obtuvieron en dicho proyecto de innovación?

III.7 Rasgos relevantes de la gestión de tecnología

40. En la siguiente tabla se muestran los principales rasgos relevantes de la gestión de tecnología en empresas innovadoras. Indique el grado de conformidad que tiene respecto a cada una de ellas, para el caso de su empresa.

Utilizar los siguientes valores en la escala: 0 = No sabe/No aplica; 1= Totalmente en desacuerdo; 2= Parcialmente de acuerdo; 3= Totalmente de acuerdo.

Rasgos relevantes de la gestión de tecnología en la empresa		Escala de conformidad			
		0	1	2	3
1	La empresa cuenta con habilidades para la explotación de las oportunidades tecnológicas, y esto le aporta valor a la empresa.				
2	Gracias a la gestión de tecnología la empresa cuenta con la capacidad para incursionar en nuevos mercados.				
3	La empresa ha generado capacidades esenciales (medulares) para I+D+i, y de dominio de los activos complementarios (fabricación, comercialización), sola o apoyándose con otras organizaciones.				
4	Las actividades de gestión de tecnología tienen atributos claramente definidos. Por lo tanto, están sistematizadas. (Fortalecer el proceso de vigilancia tecnológica)				
5	La empresa cuenta con la capacidad para integrar grupos funcionales y de especialistas para la implantación de las innovaciones. Siempre que se incluya la vinculación con IES y centros de I-D en algunos proyectos, o de asesoría externa.				
6	Los procesos o prácticas de gestión de tecnología son dominados a profundidad por personal de la empresa.				
7	Existe una cultura de innovación que soporta e impulsa la gestión de tecnología en la empresa.				

IV. Acciones de la empresa ante la crisis económica actual

41. ¿Ante la crisis económica actual, qué rol está jugando la innovación tecnológica en su empresa?
42. ¿Ante la crisis económica actual qué medidas ha adoptado la empresa de corto, mediano y largo plazo en gestión de tecnología? ¿Con la participación de quién?
43. ¿La inversión en I+D+i sigue siendo la misma que en años anteriores o se ha modificado, y en qué medida?
-
44. ¿Cómo se han llevado a cabo estas modificaciones y qué se espera obtener?
-
45. En su opinión, ¿Cómo impactará en el mediano plazo la actual crisis económica en la empresa)?

V. Cierre de la entrevista

Para la conclusión de la entrevista se realizará lo siguiente, por parte del entrevistador:

- Se revisarán opiniones y se solicitarán aclaraciones con el entrevistado sobre aspectos que no hayan quedado claros.
- Se preguntará al entrevistado sobre la entrevista y su realización.
- Se preguntará al entrevistado si hay algo que le gustaría agregar.
- Se preguntará al entrevistado si existe la posibilidad de obtener información adicional sobre la empresa, sobre los proyectos o casos mencionados, o sobre las prácticas de gestión de tecnología comentadas durante la entrevista. Y se solicitará su autorización para citarlos, si es el caso.
- Se solicitarán folletos, informes, *dossiers* u otros documentos públicos que respalden la información vertida durante la entrevista, que puedan ser de utilidad para la construcción de los estudios de caso.
- Se preguntará al entrevistado si pueden citarse algunas de sus expresiones o comentarios en la tesis doctoral, y si autoriza que se le mencione en los créditos respectivos o bibliografía.
- Se reiterará la confidencialidad de la entrevista, y de la información y opiniones vertidas.
- Se agradecerá al entrevistado su participación, buena disposición y tiempo dedicado.

Anexo II. Publicaciones periódicas consultadas en la revisión del estado del arte internacional

Publicaciones periódicas consultadas en la revisión del estado del arte internacional

Con el fin de completar la identificación del estado del arte sobre la gestión de tecnología en empresas innovadoras se revisaron las fuentes de información (revistas internacionales) que se indican en la Tabla 49. En ella se señalan los volúmenes y números consultados, así como el número de artículos seleccionados: 251 en total.

Tabla 49. Artículos seleccionados sobre gestión de tecnología en 12 revistas de circulación internacional

No.	Revista	Actividad realizada	No. de artículos seleccionados
1	California Management Review	Se revisaron las revistas publicadas de 1960 a 2007.	30
2	Espacios	Se revisaron los volúmenes 10 a 27 publicados entre 1989 y 2006.	0
3	European Management Journal	Se revisaron los volúmenes 1 a 25 publicados entre 1982 y 2007.	21
4	International Journal of Manufacturing Technology and Management	Se revisó el volumen 3, publicado en 2001.	2
5	International Journal of Technology Management.	<i>Se revisaron</i> los años 2005, 2006 y 2007.	32
6	International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management	<i>Se revisaron los</i> volúmenes 3 a 12 publicados entre 2003 y 2006.	3
7	International Journal of Technology Intelligence and Planning	Se revisaron los volúmenes publicados entre 2004 y 2007.	1
8	International Journal of Technology Transfer and Commercialisation	Se revisaron las revistas publicadas de 2005 a 2007.	1
9	Journal of Engineering and Technology Management	Se revisaron las revistas publicadas entre 1989 y 2007.	18
10	Research-Technology Management.	Se revisaron los volúmenes 41 a 50 publicados entre noviembre de 1998 y mayo de 2007.	34
11	Research Policy	Se revisaron los volúmenes 1 a 37 publicados entre 1971 y 2008.	17
12	R&D Management	Se revisaron los volúmenes 1 a 38 publicados entre 1970 y 2008.	68
13	Technovation	Se revisaron los volúmenes 7 a 27 publicados entre 1988 y 2007.	24
		Total	251

Los artículos seleccionados fueron agrupados bajo las temáticas que se indican en la tabla siguiente.

Tabla 50. Artículos seleccionados por temática de interés para la tesis

No.	Temáticas de interés	No. de artículos seleccionados
I	Gestión de tecnología como disciplina	20
II	Gestión de tecnología en empresas	49
III	Gestión de tecnología y competitividad	12
IV	Gestión de tecnología e innovación	83
V	Estrategia tecnológica	30
VI	Transferencia, adquisición y adopción de tecnología	33
VII	Gestión de tecnología y otras disciplinas	5
VIII	Gestión de tecnología y enfoque de sistemas	1
IX	Redes, alianzas, <i>clusters</i> y otras formas de organización	18
	Total	251

Finalmente, dado el tema de la tesis (*Gestión de tecnología en empresas innovadoras*), se revisaron los artículos seleccionados de las temáticas II, IV, V y IX. Las conclusiones de dicha revisión se incluyen en el capítulo 3 de esta tesis.

Anexo III. Muestra de carta de presentación y solicitud a directivos y gerentes de las empresas estudiadas

Estimado Mtro.
Gerente de Tecnología de...
Presente

Como le informé por teléfono estoy realizando mi investigación doctoral denominada "*Gestión de tecnología en empresas innovadoras en México*" en el Doctorado en Ciencias de la Administración en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México. Mi tutor de tesis es el Dr. Sergio Javier Jasso Villazul, investigador y profesor de dicha Facultad.

La investigación que estoy realizando busca obtener evidencia empírica sobre cómo y por qué algunas empresas en México gestionan su tecnología, y qué relación existe entre su capacidad de gestión tecnológica y su actividad innovadora. Para ello estoy utilizando el método del estudio de caso con el cual espero lograr una mejor comprensión sobre las prácticas de gestión de tecnología en las empresas estudiadas, de diversos tamaños y sectores, y sobre cómo éstas han generado las condiciones necesarias para ser innovadoras en la actualidad.

Con este fin, estoy realizando una serie de entrevistas a profundidad con los responsables de las actividades de gestión de tecnología, incluyendo aquellos que se encargan de las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en cuatro empresas que estoy estudiando. El objetivo de las entrevistas es reunir información sobre cómo y por qué la empresa gestiona sus tecnologías, sus principales prácticas de gestión de tecnología, los resultados e impactos obtenidos de sus actividades de gestión de tecnología, y sobre cómo éstas prácticas han incidido en la capacidad de innovación de la empresa en los últimos años. Esta información reunida servirá para construir los estudios de caso que se incorporarán en mi tesis doctoral.

Como le comentaba por teléfono, una de las empresas que hemos considerado interesante estudiar, dado su enfoque innovador y sus características, y que seguramente podría aportar elementos para reforzar mi trabajo doctoral, es la empresa en la que usted labora. Me gustaría, si estuviesen de acuerdo en su empresa, poder entrevistar a su Director General, a su Directora de Investigación y Desarrollo, a su Director de Operaciones, a usted por supuesto, y algunos otros gerentes o especialistas de la empresa que participen en actividades de gestión de tecnología e I+D+i, que ustedes consideren puedan aportar información valiosa para esta investigación doctoral.

Por supuesto, garantizaré la confidencialidad de la información que sea proporcionada por el personal de la empresa, y el caso que construiré para la tesis doctoral les será enviado para su revisión, previo a su publicación, de tal forma que verifiquen que no haya datos o información que no deban difundirse por razones de confidencialidad de su empresa.

Gracias de antemano por apoyarme en la realización de este trabajo de investigación doctoral. Y esperaré de parte de ustedes la confirmación de una primera cita para abundar sobre mi proyecto, y programar las entrevistas.

Le mando un cordial saludo.

Atentamente,

Mtro. Enrique A. Medellín Cabrera
Estudiante de doctorado
Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM.

Anexo IV. Antecedentes del Grupo Carso y de Condumex

Algunos datos de contexto

El Grupo Carso, y en particular Condumex, compite en sectores industriales y de servicios que resaltan por ser los que más han invertido en I+D en México en años recientes. Así, de acuerdo con datos publicados por CONACYT (2004) las empresas del rubro de actividad económica *Maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte*, donde participa Condumex y que abarca los subsectores manufactureros 333, 335 y 336, fueron las que más gastaron en I+D de 1994 a 2001, con un promedio de 24.32% del total invertido por todo el sector productivo en esos años; las empresas del rubro de actividad económica *Carbón, petróleo, energía nuclear, químicos y productos de caucho y plástico*, que abarca los subsectores manufactureros 212, 325 y 326, participaron en esos años con una inversión promedio en I+D de 30.56% del total invertido por todo el sector productivo; y en el área de servicios cuyo sector *Comunicaciones*, donde participa su empresa Telmex, invirtió el 18.22 % en promedio del total invertido durante esos años por las empresas de servicios (CONACYT, 2004).

De acuerdo con información de la empresa, Condumex mantiene una posición de liderazgo en México en la fabricación de conductores eléctricos de alta, media y baja tensión, cables para las telecomunicaciones y para la industria automotriz, y mantuvo hasta 2009 el liderazgo en la manufactura de productos para el sector de la construcción fabricados en cobre, aluminio y plástico. En estos sectores participan en México una gran cantidad de competidores, muchos de ellos son sucursales de empresas multinacionales, o bien son empresas locales que tienen como proveedores tecnológicos a dichas firmas. Sin embargo, una ventaja competitiva del Grupo Carso sobre sus competidores locales lo constituye sin duda su centro de investigación y desarrollo (Cidec), unidad de negocio del Grupo Condumex que cuenta ya con más de 25 años operando de forma rentable.

El Grupo Carso

El control de la empresa Grupo Carso está en manos del empresario Carlos Slim Helú y su familia¹⁷⁹. La empresa se constituyó en 1980 producto de una escisión de Inversora Bursátil, S.A. de C.V. Casa de Bolsa, y cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) a partir de Junio de 1990. De acuerdo con información publicada por la empresa, los principales eventos del Grupo Carso, desde sus inicios hasta el año 2007, han sido los que se muestran en la Tabla 51 que se presenta enseguida.

¹⁷⁹ “Al 30 de abril de 2008, el Ing. Carlos Slim Helú y miembros de su familia inmediata, en total siete personas, todas ellas de nacionalidad mexicana, entre las que se incluyen tres consejeros de la Sociedad, son beneficiarios de manera directa o indirecta de 1,786’951,996 acciones de GCarso, que representan aproximadamente el 76.81% del capital social suscrito y pagado de GCarso a esa fecha” (Reporte Anual 2007 a la BMV, pp. 77-78).

Tabla 51. Antecedentes importantes del Grupo Carso

Año	Principales eventos de la compañía
1980	Se constituyó como Grupo Galas, S.A.
1981	Se transformó en sociedad anónima de capital variable
1982	Cambió su denominación por la de Grupo Inbursa, S.A. de C.V.
Entre 1980-1990	En agosto de 1984 se concretó la compra de Seguros de México y 33% de un importante paquete de acciones en 55 millones de dólares. Grupo Financiero Inbursa quedó integrado por la Casa de Bolsa Inversora Bursátil, Seguros de México y Fianzas La Guardiania. Adquirió la mayoría de las acciones de Cigatam, Artes Gráficas Unidas, Fábricas de Papel Loreto y Peña Pobre (Lypp), Galas de México, Sanborn Hermanos., Empresas Frisco, Industrias Nacobre y Porcelanite.
1990	El 28 de mayo, la compañía absorbió por fusión a Corporación Industrial Carso, S.A. de C.V., cambiando su denominación por la de Grupo Carso, S.A. de C.V. y aumentando su participación en Sanborns, Frisco y Nacobre. El 19 de junio se llevó a cabo una colocación de acciones de Grupo Carso en la Bolsa Mexicana de Valores, y el 20 de diciembre Grupo Carso, junto con Southwestern Bell International Holding Corp., France Cables Et Radio y un grupo de inversionistas, adquirieron el control de Telmex, mediante licitación pública.
1991	Grupo Carso adquirió el 35% de las acciones de Euzkadi.
1992	Durante 1992, Grupo Carso compró la mayoría de las acciones de Grupo Condumex, y junto con Nacobre adquirió Grupo Aluminio
1993	En enero, Grupo Carso adquirió, a través de Corporación Industrial Llantera, casi la totalidad de acciones de General Tire de México.
1996	El 24 de junio, Grupo Carso se escindió, principalmente en Carso Global Telecom, a la que se le transfirieron los activos de Telmex.
1997	El 28 de abril, Grupo Carso adquirió, a través de Grupo Sanborns, el 60% del capital de Sears Roebuck de México. Adicionalmente, Grupo Sanborns realizó una oferta pública de compra por el restante 25% del capital de Sears. Desinvirtió sus activos de la fabricación de papel en Lypp, y Grupo Condumex adquirió Conductores Latincasa, S.A. de C.V. Philip Morris International (PMI), incrementó su participación en Cigatam en un 21.2%, con lo que Grupo Carso permanece con el 50.01% del capital,
1998	Desinvirtió sus activos relacionados con la industria llantera (Euzkadi y General Tire).

1999	<p>En julio, Grupo Carso compró, a través de su subsidiaria Frisco, el 66.7% del capital social de Ferrosur, sociedad tenedora de los derechos de operación del ferrocarril México-Veracruz-Coatzacoalcos.</p> <p>Grupo Sanborns adquirió el 14.9% de CompUSA, empresa norteamericana del sector de tecnología y cómputo</p>
2000	Completó la adquisición del 51% de CompUSA.
2001	Grupo Carso decidió enfocar sus actividades en el mercado doméstico, principalmente en los sectores de telecomunicaciones, comercial y construcción y energía, y aprobó la escisión de CompUSA.
2003	<p>A través de su subsidiaria Grupo Sanborns, adquirió las seis tiendas departamentales que operaban en México bajo la marca JC Penney; así como la cadena de panaderías Pastelerías Monterrey.</p> <p>Grupo Condumex entró al negocio de la construcción de plataformas petroleras.</p> <p>Su subsidiaria Grupo Calinda vendió tres de sus hoteles ubicados en Cancún, Quintana Roo.</p>
2004	<p>Como parte de la estrategia de desincorporar negocios no estratégicos para concentrarse en las divisiones de interés para Grupo Carso, se vendió la participación que se tenía en Química Flúor y Grupo Primex, en mayo y diciembre respectivamente.</p> <p>En septiembre de 2004, se conformó Carso Infraestructura y Construcción, S.A. de C.V. (CICSA), subsidiaria que incorpora a: Grupo PC Constructores, Swecomex, una subsidiaria de Grupo Condumex, que desde 2003 se involucró en el programa de plataformas petroleras de Pemex; Precitubo, proveedor de tubo de acero, y Constructora de Infraestructura Latinoamericana (antes Aguatl), sociedad que pertenecía a Frisco, actualmente Grupo Condumex.</p> <p>Grupo Condumex adquirió el control de casi el 100% de las acciones de Industrias Nacobre, y se fusionó con Frisco.</p> <p>Por otra parte, Grupo Sanborns adquirió, en diciembre de 2004, la totalidad de las acciones de Dorian's Tijuana, S.A. de C.V.</p>
2005	En mayo, Grupo Sanborns inició operaciones en El Salvador, con la apertura de una tienda Sanborns, una tienda departamental Dorian's y una tienda de música MixUp; y en el mes de septiembre vendió Controladora y Administradora de Pastelerías, S.A. de C.V.

	<p>En octubre, CICSA llevó a cabo una oferta pública de las acciones representativas de su capital social a través de la Bolsa Mexicana de Valores¹⁸⁰.</p> <p>En noviembre de 2005, Grupo Carso vendió, a través de su subsidiaria Grupo Condumex, su participación del 66.7% en el capital social de Ferrosur, S.A. de C.V. y suscribió el 16.75% de las acciones de Infraestructura y Transportes México, S.A. de C.V.</p>
2006	En febrero de 2006, Grupo Carso vendió su participación en Artes Gráficas Unidas, S.A. de C.V.
2007	<p>Incurrió en el sector de vivienda fusionándose con Casas Urvitec, S.A. de C.V.</p> <p>Grupo Carso continúa la consolidación de su cartera de negocios en torno a los tres sectores que se han definido como estratégicos: industrial, construcción e infraestructura, y comercial.</p>
2009	<p>Grupo Carso vende su subsidiaria Industrias Nacobre, S.A. de C.V. a Elementia, S.A. (antes Mexalit, S.A.). Como parte de la contraprestación a dicha transacción, Grupo Carso participa en el 49% del capital social de Elementia, S.A.</p> <p>Con anterioridad, Nacobre enajenó en favor de Mexichem Amanco holding, S.A. de C.V., el 100% de su participación en tubos flexibles, S.A. de C.V., subsidiaria dedicada a la industria del plástico.</p>

Fuente: Grupo Carso, Reporte Anual 2007 a la Bolsa Mexicana de Valores; página Web: http://www.carlosslim.com/act_empresarial.html; y boletín de la BMV del 1 de junio de 2009.

Como puede observarse en su desarrollo histórico, Grupo Carso es uno de los conglomerados más importantes de América Latina. Controla y opera gran cantidad de empresas de los ramos industrial, comercial, de infraestructura y construcción; también se encuentra en otros sectores como el automotriz. Está formado por cuatro grandes Divisiones¹⁸¹:

a) La *División Industrial*, que agrupa al Grupo Condumex dedicado a la manufactura y comercialización de productos para la industria de la construcción, energía, electrónica, automotriz y telecomunicaciones; y a Cigatam, que en sociedad con Philip Morris, produce y comercializa cigarros de marcas como Marlboro, Benson and Hedges y Delicados.

¹⁸⁰ CICSA agrupa todos los negocios del Grupo Carso en materia de instalaciones, construcción e infraestructura, a través de cuatro sectores: fabricación y servicios para la industria química y petrolera; proyectos de infraestructura; construcción civil e instalaciones de ductos.

¹⁸¹ Grupo Carso, Reporte Anual 2007 a la Bolsa Mexicana de Valores; Caso PNT (2007b).

b) La *División Comercial*, que incluye a Sanborns Hermanos, Promotora Musical, Sears y Dorian's. A la fecha, el grupo Sanborns está formado por una cadena de 157 establecimientos con operaciones de restaurante y tienda, 31 Sanborns Café, 79 tiendas de música, 59 tiendas Sears, 35 cafeterías, 7 boutiques, 53 tiendas bajo formatos de Dorian's Tijuana y 1 Saks Fifth Avenue.

c) La *División Infraestructura y Construcción* que incluye al Grupo PC Constructores, Swecomex (dedicado a la fabricación de equipos de proceso y plataformas petroleras), CICSA (dedicado a instalaciones de ductos y radiobases), y CILSA (Constructora de Infraestructura Latinoamericana) cuyas actividades se enfocan a la construcción de proyectos de infraestructura, entre los que destacan carreteras, presas y plantas de tratamiento de agua.

d) La *División hotelería*, que incluye a Hotel Geneve, Calinda Beach, Hotel Racquet, Calinda Viva, Hotel Veracruz y Hotel Francia.

La participación en ventas en 2007 de las principales subsidiarias del Grupo Carso fue de: 42% el Grupo Condumex, 41% el grupo Sanborns y 17 % Cicsa.

Las erogaciones que ha realizado Grupo Carso en la ejecución de proyectos de I+D en años recientes han sido las siguientes (Tabla 52):

Tabla 52. Inversiones en proyectos de I+D por Grupo Carso (2005-2007)

	2005	2006	2007
Ventas netas de Grupo Carso y subsidiarias (miles de pesos)	64,883,097	74,270,251	74,973,084
Erogaciones realizadas en proyectos de I+D (miles de pesos) ¹⁸²	98, 237	103,096	97,374
% de ventas que se dedica a I+D	0.15	0.14	0.13

Fuente: Elaborado con cifras de Grupo Carso, Reporte Anual 2007 a la BMV, páginas 39 y 57.

Estas inversiones en investigación y desarrollo son reconocidos por la empresa como activos intangibles, que se reconocen contablemente como gastos del ejercicio en que incurren. Otros activos intangibles son¹⁸³: costos de desarrollo (o en la fase de desarrollo de un proyecto), patentes y marcas (pagos por derecho de uso), gastos de exploración minera y cesión de derechos.

La orientación de los proyectos y los criterios para su aprobación, la cartera de proyectos ejecutada, y el tamaño de sus inversiones en I+D delinean en la práctica la estrategia tecnológica de Carso, enfocada a soportar las estrategias de los

¹⁸² Dada las diferencias con los datos del Grupo Condumex, al parecer estos datos se refieren solo a la ejecución de proyectos.

¹⁸³ *Op. cit.*, p. 114.

diversos sectores del grupo mediante la realización de proyectos de desarrollo de nuevos productos, optimización de los procesos de producción, incremento a la productividad y protección ambiental.

El Grupo Condumex

Los orígenes de la empresa se remontan a 1952 cuando se constituyó la Empresa Nacional de Conductores Eléctricos con el fin de fabricar, comprar, vender y distribuir toda clase de conductores eléctricos. Conforme se fueron incorporando nuevas empresas su denominación social fue cambiando: en 1954 pasó a ser Conductores Eléctricos, S.A. de C.V.; Condumex, S.A. de C.V. en 1961; y Grupo Condumex, S.A. de C.V. en 1981, teniendo como socios a Grupo Pirelli de Italia y otros accionistas mexicanos vía la Bolsa Mexicana de Valores¹⁸⁴.

En 1982 comenzó a operar su Centro de Herramientales en Tlalnepantla, Estado de México, como “Área de Tableros”, dedicado al diseño y fabricación de *contras* para las plantas arneseras del grupo¹⁸⁵.

El Grupo Condumex creó su Centro de Investigación y Desarrollo en 1986 con el fin de crear nuevos productos, desarrollar materiales y perfeccionar los procesos de manufactura (PNT, 2002b, p.3). En 1990 inauguró en la Ciudad de Querétaro sus nuevas instalaciones de I+D que ocupa hasta la actualidad. A este centro se le adhirió en 2001 el Centro Técnico Condumex Autopartes.

En 1991 el Grupo Condumex, S.A. de C.V. contaba con 38 empresas distribuidas en tres grandes sectores, que a su vez se integraban por divisiones: autopartes, electromanufacturas y plásticos. Las ventas anuales del sector manufacturas ascendían a cerca de 300 millones de dólares. Los gastos que destinaban a investigación y desarrollo en ese año eran del orden de un 1 por ciento de las ventas anuales¹⁸⁶. En 1993, este porcentaje correspondía a un 3.5% sobre ventas netas dividido en 1% para actividades de asimilación, 1% para actividades de investigación y desarrollo y 1.5 % para compra de tecnología¹⁸⁷.

El Grupo Condumex fue adquirido por Grupo Carso en 1992, transformándose en la subsidiaria industrial del Grupo. Desde entonces, concentra la manufactura y

¹⁸⁴ Galán, Sierra y Solleiro, 1990, pp. 273-274.

¹⁸⁵ En 2001 este centro solicitó su primera patente, con el apoyo del centro de documentación y patentes del Cidec y al año siguiente la segunda. El nivel competitivo de este centro ha ido evolucionando de tal forma que en 2002 lograron la calificación de proveedor “A” por parte de las plantas arneseras (que fabrican arneses) del grupo Condumex con un Nivel de Calidad externo y un Nivel de Servicio del 100%. Para ello obtuvieron la Certificación interna en el Sistema de Calidad por parte del CIDECC con base en la norma ISO 9001:1994. Ver: <http://www.condumex.com.mx:80/>

¹⁸⁶ Ibid, p. 274.

¹⁸⁷ García, 1993.

comercialización de productos y servicios para los mercados de la construcción e infraestructura, energía, industria automotriz y telecomunicaciones; así como la participación de la Emisora en el sector minero. Está integrado por las siguientes divisiones, cuyos porcentajes de ventas en 2007 se indican entre paréntesis¹⁸⁸: 1) Telecomunicaciones (6.06%), 2) Construcción y Energía (35.39%), 3) Automotriz (17.02%), 4) Nacobre ¹⁸⁹(28.58%), y 5) Minera (12.95%)¹⁹⁰.

La estrategia de negocios de Condumex se orienta a “consolidar su mercado y enfocar el crecimiento hacia el suministro integral para las industrias de la construcción, energía y telecomunicaciones, buscando mantener la vanguardia tecnológica, eficiencia operativa y solidez financiera que le caracterizan”¹⁹¹. Para ello, Condumex “ofrece soluciones integrales o proyectos ‘llave en mano’, que contemplan ingeniería, diseño, manufactura, instalación y mantenimiento en sectores como energía y electrónica, que le han permitido continuar ganando mercado”.

Una de las principales fortalezas que la empresa muestra se debe al alcance y dominio que tiene de sus procesos productivos, tanto en términos tecnológicos, manufactureros como comerciales. Los principales productos y procesos productivos del Grupo Condumex se muestran en la Tabla 53.

Por política de la empresa, el trabajo de I+D+i de Cidec se ha orientado fundamentalmente a la optimización y mejora de dichos procesos productivos, además del desarrollo de nuevos productos que amplían la cartera de cada una de las divisiones del grupo.

Condumex comercializa sus productos a través de sus 61 oficinas de ventas regionales y bodegas que tiene en el país, sus oficinas de ventas y centros de distribución en Arlington, Texas, y un centro de servicios ubicado en Laredo, Texas. También tiene oficinas comerciales en Alemania, España, Shanghai, Chile y Brasil.

¹⁸⁸ Grupo Carso, Reporte Anual 2007, p. 16.

¹⁸⁹ A partir del 1 de junio de 2009 Nacobre ya no forma parte del Grupo Condumex, la empresa fue vendida a la compañía Elementia.

¹⁹⁰ Que se dedica a la exploración y explotación de lotes mineros en distintas regiones geográficas de México: Minera Tayahua, S. A. de C. V., que produce concentrados de plomo-plata y concentrados de zinc; Minera María, S. A. de C. V., que produce cobre en forma de cátodo y concentrados de molibdeno y cobre; y Minera San Francisco del Oro, S. A. de C. V., que produce concentrados de plomo-plata, zinc y cobre.

¹⁹¹ Grupo Carso, Reporte Anual 2007, p. 16.

Tabla 53. Principales productos y procesos productivos del Grupo Conдумex

División empresarial		Principales productos	Principales procesos productivos utilizados
Telecomunicaciones		Cable de fibra óptica, cable de cobre para la industria telefónica, coaxiales y cables electrónicos.	Estirado de cobre, esmaltado, entintado de fibra, estañado de cobre, cableado, enmallado, empapelado o encintado, forrado con cubierta final, la colocación de pines y terminales, la inspección de calidad y el empaque y embalaje.
Construcción y Energía		Cable de construcción, alambre magneto, así como cables de potencia, transformadores, calderas industriales y plantas de energía eléctrica de emergencia.	Refinación de cobre, la cual se inicia de blíster; y el proceso de colada continua, el cual se inicia de cátodo electrefinado o electrowon. Enrollamiento de solera para bobinas, barrenado, rolado y soldadura de placas metálicas, armado o ensamble de equipo de proceso, las pruebas hidrostáticas, troquelado y devanado de bobinas, ensamble, colocación de accesorios de conexión y alimentación, proceso de secado, inspección de calidad, empaque y embalaje.
Automotriz		Cable automotriz, arneses, amortiguadores, logística y secuenciado en punto de uso de módulos automotrices.	Corte de cable, aplicación de sellos y terminales, armado de subensambles de arneses eléctricos, ensamble de módulos, aplicación de molduras y juntas de cables, maquinado, ensamblado, sellado y pintado, la inspección de calidad, y el empaque o embalaje secuenciado y entrega en punto de uso.
Nacobre*	Sector Cobre	Tubos, lámina, alambres, perfiles, conexiones, válvulas, productos forjados y maquinados.	Extrusión de lingote de cobre para la fabricación de tubería, barra y perfiles; fundición continua para la fabricación de alambre, y laminación en caliente para cierto tipo de láminas.
	Sector Aluminio	Extruidos y laminados.	Fundición continua y laminación en frío, hasta obtener el espesor deseado. Extrusión de perfiles a partir del billet.
	Sector Plásticos	Tubería y conexiones de PVC, polietileno y polipropileno.	Mezclado de resinas con otros compuestos y extrusión hasta obtener las dimensiones deseadas de tubería. Las conexiones son fabricadas mediante el método de inyección.
Minera		Concentrados de plomo-plata y de zinc; cátodos de cobre y concentrados de molibdeno y cobre.	Exploración geológica, extracción a cielo abierto o en minas subterráneas, trituración, beneficio del mineral por flotación o lixiviación con ácido sulfúrico, extracción y des-extracción de valores de cobre.

Fuente: Elaborado con información de Grupo Carso, Reporte Anual 2007 a la BMV. / * Nacobre ya no pertenece al Grupo Carso. A partir del 1 de junio de 2009 forma parte de la empresa Elementia, antes Mexalit. A cambio, Grupo Carso participará con el 49% del capital social de Elementia.

Anexo V. Tabla para la identificación de técnicas y herramientas de gestión de tecnología y su uso

Tabla 54. Identificación de técnicas y herramientas de gestión de tecnología y su uso

No.	Técnicas y herramientas para la gestión de tecnología	¿Quiénes la utilizan en la empresa?	Frecuencia de uso
1	Asignación de costos ABC		
2	Análisis de valor		
3	Desarrollo y gestión de proyectos tecnológicos		
4	Elaboración de estudios estratégicos de mercado		
5	Identificación de necesidades y oportunidades		
6	Estudios de mercado		
7	Pruebas de producto		
8	Estudios de rentabilidad económica		
9	Diseño de producto		
10	Matriz de producto/mercado		
11	Desarrollo de la marca		
12	Análisis estratégico		
13	Formulación de proyectos I+D+i		
14	Curva S de tecnología		
15	Prospectiva tecnológica		
16	Diagnóstico tecnológico		
17	Análisis de posicionamiento		
18	Plan de innovación de producto		
19	Herramientas de creatividad		
20	Inteligencia competitiva		
21	Cadenas de valor		
22	Comercialización de tecnologías		
23	Gestión de patentes		
24	Análisis de patentabilidad		
25	Gestión de marcas		
26	Negociación de contratos tecnológicos		
27	Desarrollo de nuevos negocios		
28	Creación de <i>start-ups</i>		
29	Diseño de estrategias de vinculación		
30	Gestión de interfaces organizacionales		
31	Adaptación de tecnología		
32	Incubación de nuevos negocios		
33	Aprendizaje organizacional		

Fuente: Elaborado en base al documento *Check-List: Herramientas de gestión de tecnología e innovación*, documento de trabajo, Vitoria, España, febrero de 2003, propuesto por Fundación LEIA (2003) para la red INNRED del Programa CYTED. Esta red funcionó de 2003 a 2006. El autor de esta tesis fue miembro de la misma.

Anexo VI. Técnicas y herramientas de gestión de tecnología utilizadas en Cidec

Técnicas y herramientas de gestión de tecnología usadas en Cidec Carso

Se solicitó al Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada de Cidec que identificara las técnicas y herramientas de gestión de tecnología que utilizan en la empresa para lo cual se le presentó la tabla que se incluye en el Anexo V de esta tesis, y se le solicitó, además, que indicara quienes en la empresa utilizan esta técnicas o herramientas y con qué frecuencia. El entrevistado identificó a cinco tipos de usuarios de las técnicas y herramientas de gestión de tecnología dentro de Cidec: jefes de proyecto, equipos multidisciplinarios, comités de operación, gerencias, y la Dirección de Cidec Carso. Además, para cada técnica o herramienta señaló la frecuencia de uso de las mismas.

Como se observa en la Tabla 55, destaca la participación de la Dirección del Cidec en la coordinación, conocimiento y uso de casi la totalidad de las técnicas y herramientas de gestión de tecnología.

Por su parte, las gerencias que forma parte del Cidec participan como integrantes de los *Comités de operación* que igualmente utilizan la gran mayoría de las técnicas y herramientas enlistadas, excepto análisis de valor, pruebas de producto, desarrollo de marca, análisis de cadena de valor, y gestión de interfaces organizacionales. Estos comités se integran con personal de las diferentes gerencias del Cidec y con representantes de empresas de Carso. Como su nombre lo indica, están orientados a las operaciones que son clave para impulsar e implantar la innovación en la empresa: Dirección, I+D, Gestión de tecnología (I+D+i), Nuevos productos, Reducción de costos, Operación de plantas. Para cada uno de estos temas se han constituido comités. Los responsables de estos comités son nombrados por el Director de Cidec.

Los comités de operación utilizan técnicas y herramientas sobre análisis estratégico (diagnóstico, planeación) y prospectiva (observatorio de prospectiva tecnológica, curva S); conocimiento de mercados y clientes (análisis de posicionamiento, matriz producto/mercado, inteligencia competitiva); evaluación, formulación y gestión de proyectos tecnológicos; gestión de la propiedad industrial (patentes); desarrollo de nuevos productos (planeación, creatividad, diseño); innovación de procesos (análisis de cadenas de valor, técnica ABC); comercialización de tecnología (negociación de contratos tecnológicos, desarrollo de nuevos negocios, creación de *start-ups*, adaptación de tecnologías); y para la vinculación.

Las gerencias de Carso, externas al Cidec, que participan en las actividades de gestión de tecnología donde se utilizan estas técnicas o herramientas son Contraloría, Mercadotecnia, y las áreas comerciales. Fundamentalmente, participan en actividades que tienen que ver con el conocimiento del mercado, el desarrollo de nuevos negocios, la protección intelectual (patentes y marcas), la

formulación de proyectos de I+D+i, y el análisis del comportamiento de ciertas tecnologías y productos en el tiempo (curva S). Además participan en el taller anual de creatividad donde se utiliza el Modelo de Evaluación Previa¹⁹².

Los jefes (o líderes) de proyecto son investigadores del Cidec que “se encargan de la definición de las bases del proyecto a partir de las necesidades definidas con las plantas del Grupo o bien con la estrategia de investigación definida”¹⁹³. Son responsables también de la ejecución de los proyectos. Para ello utilizan técnicas de cálculo de la rentabilidad económica de los proyectos, de elaboración del plan de innovación de producto, de negociación de contratos, y de vinculación con instituciones de educación superior y centros públicos de I+D.

Los equipos multidisciplinarios se integran ocasionalmente, durante la realización de talleres diversos, durante el desarrollo y evaluación de los proyectos, y cuando se integra la cartera de proyectos de I+D+i. Se realizan talleres de análisis de valor cada dos meses, y talleres de creatividad y generación de ideas cada año. También se integran estos equipos multidisciplinarios durante el ejercicio anual de elaboración y revisión del plan de negocio del Cidec.

La frecuencia de uso varía en cada caso, pues hay algunas técnicas o herramientas que se utilizan cada año (la técnica de elaboración de estudios estratégicos de mercado, o la herramienta matriz de producto/mercado, por ejemplo); otras se utilizan semanal o mensualmente (gestión de marcas y patentes); mientras que otras se usan de acuerdo a los requerimientos de los proyectos (pruebas de producto, formulación de proyectos, y estrategias de vinculación, por ejemplo).

¹⁹² Ver pie de página 102.

¹⁹³ Premio Nacional de Tecnología, 2008b, p. 32.

Tabla 55. Uso de técnicas y herramientas de gestión de tecnología en Cidec Carso

No.	Técnicas y herramientas para la gestión de tecnología	Uso por nivel de responsabilidad organizacional					Frecuencia de uso
		Jefe de proyecto	Equipo multi-disciplinario	Comités de operación	Gerencias (*)	Dirección Cidec	
1	Asignación de costes ABC			●	●		Reportes diarios, semanales, mensuales y anuales.
2	Análisis de valor		●				Seis talleres por año.
3	Desarrollo y gestión de proyectos tecnológicos	●	●	●		●	Por evento, revisiones quincenales y mensuales.
4	Elaboración de estudios estratégicos de mercado			●		●	Anual, dentro del plan de negocio, y por proyecto.
5	Identificación de necesidades y oportunidades			●		●	Anual, dentro del plan de negocio.
6	Estudios de mercado			●	●	●	Anual y estudios especiales.
7	Pruebas de producto		●				De acuerdo al proyecto.
8	Estudios de rentabilidad económica	●		●		●	En la definición de nuevos productos y mercados.
9	Diseño de producto		●	●		●	Anual (de acuerdo a cartera de proyectos), y por proyecto.
10	Matriz de producto/mercado			●		●	Anual, en el plan de negocio.
11	Desarrollo de la marca				●	●	De acuerdo a estrategia comercial del producto.
12	Análisis estratégico			●		●	Anual.
13	Formulación de proyectos I+D+i		Participantes en talleres	●	●	●	En cartera de proyectos que se deriva de planeación y talleres de creatividad.
14	Curva S de tecnología			●	●	●	Por área tecnológica.
15	Prospectiva tecnológica (Observatorio de PT)			●			Trimestral y anual.
16	Diagnóstico tecnológico			●			Anual.

Fuente: Tabla construida en base a información proporcionada por personal gerencial de Cidec Carso.

Notas: Gerencias (*): Contraloría, Mercadotecnia, áreas comerciales. ● = Sí utilizan la técnica o herramienta de gestión de tecnología.

Tabla 55. Uso de técnicas y herramientas de gestión de tecnología en Cidec Carso (continuación)

No.	Técnicas y herramientas para la gestión de tecnología	Uso por nivel de responsabilidad organizacional					Frecuencia de uso
		Jefe de proyecto	Equipo multi-disciplinario	Comités de operación	Gerencias (*)	Dirección Cidec	
17	Análisis de posicionamiento		Participantes en el taller	●		●	Anual, en talleres de creatividad y en plan de negocio.
18	Plan de innovación de producto	●		●			De acuerdo a cartera de proyectos
19	Herramientas de creatividad		Participantes en el taller	●	●	●	Taller anual, con Modelo de Evaluación Previa.
20	Inteligencia competitiva			●		●	De acuerdo a <i>benchmarking</i> y estudios programados.
21	Cadenas de valor		●				De acuerdo a proyectos de modernización, procesos actuales y nuevos.
22	Comercialización de tecnologías			●		●	De acuerdo a programas de transferencia para clientes externos.
23	Gestión de patentes			●	●		Semanal y mensual, según se requiera.
24	Análisis de patentabilidad			●		●	Según se requiera.
25	Gestión de marcas				●	●	De acuerdo a plan de mercadotecnia corporativa.
26	Negociación de contratos tecnológicos	●		●		●	Cada vez que se negocia un contrato o convenio.
27	Desarrollo de nuevos negocios			●	●	●	Anual, en el plan de negocio.
28	Creación de <i>start-ups</i>		Participantes en el taller	●	●	●	Por taller de generación de ideas y plan de negocio.

Fuente: Tabla construida en base a información proporcionada por personal gerencial de Cidec Carso.

Notas: Gerencias (*): Contraloría, Mercadotecnia, Centro de Información Tecnológica (patentes), áreas comerciales. ● = Sí utilizan la técnica o herramienta de gestión de tecnología.

Tabla 55. Uso de técnicas y herramientas de gestión de tecnología Cidec Carso (continuación)

No.	Técnicas y herramientas para la gestión de tecnología	Uso por nivel de responsabilidad organizacional					Frecuencia de uso
		Jefe de proyecto	Equipo multi-disciplinario	Comités de operación	Gerencias (*)	Dirección Cidec	
29	Diseño de estrategias de vinculación	●		●		●	Se define por proyecto.
30	Gestión de interfaces organizacionales		●				Se realiza en cada proyecto.
31	Adaptación de tecnología			●		●	De acuerdo a planes de desarrollo de los proyectos.
32	Incubación de nuevos negocios				●	●	De acuerdo a plan de negocio y lista del taller MEP.
33	Aprendizaje organizacional		Personal de la organización.				Anual, o según se requiera

Fuente: Tabla construida en base a información proporcionada por personal gerencial de Cidec Carso.

Notas: Gerencias (*): Contraloría, Mercadotecnia, áreas comerciales. ● = Sí utilizan la técnica o herramienta de gestión de tecnología.

Anexo VII. Perfil del Grupo Modelo

La industria de la cerveza en México

Grupo Modelo y Fomento Económico Mexicano (Femsa) han constituido por muchos años un duopolio en el mercado de cerveza en México con capital mayoritariamente mexicano. La primera empresa, sin embargo, cuenta con participación accionaria de Anheuser-Busch InBev con un porcentaje de voto de 43.9% y con intenciones publicadas de incrementarlo para hacerse del control de la empresa; y la segunda (Femsa) fue adquirida el pasado 11 de enero de 2010 por la compañía holandesa Heineken en una transacción valuada en \$7,347 millones de dólares, en la que Femsa intercambió su negocio de cerveza por una participación accionaria equivalente a 20% en las firmas Heineken Holding y Heineken NV.

Según datos recientes Modelo controla 58 por ciento del mercado de cerveza de México (el sexto en el mundo), frente al 42 por ciento de Femsa, cuyas marcas Tecate, Sol e Indio representan un volumen mayor al 70% de sus ventas nacionales. Además, Grupo Modelo cuenta con 88 por ciento del mercado exportador de cerveza de México frente a 12 por ciento de Femsa.

Grupo Modelo tiene gran presencia comercial en los estados del centro, sur y pacífico del país, y una participación muy fuerte en la región metropolitana. Femsa por su parte mantiene una fuerte posición en los estados del norte del país, como Nuevo León y Baja California con el mayor consumo per cápita en México¹⁹⁴.

Según Irusta y Fernández (2000, p. 213):

Por una parte existe un fuerte interés en las presentaciones retornables. Lo que crea la necesidad de una crítica e importante presencia operativa local. Por otra parte, hay una gran dependencia en los contratos hechos con los detallistas. Estos factores, combinados con un bajo precio de la cerveza, desalientan la entrada de potenciales competidores. Ningún competidor doméstico o extranjero sería capaz de penetrar el mercado mexicano de forma independiente, a corto plazo, de una manera significativa.

La estrategia seguida entonces por los principales competidores extranjeros no es la de penetración del mercado nacional con sus propias marcas, sino la de adquisición de las empresas mexicanas para quedarse con la totalidad del mercado mexicano y de su presencia en mercados internacionales.

Perfil del Grupo Modelo

Grupo Modelo es una sociedad tenedora de acciones cuyo principal activo es la participación mayoritaria en un 76.75% del capital de Diblo, S.A. de C.V., subtenedora de acciones, que controla a un grupo de empresas dedicadas en su

¹⁹⁴ Irusta y Fernández (2000, p. 217).

mayoría a la producción, distribución, venta, exportación e importación de cerveza, a través de las cuales Modelo se consolida como el principal productor (en términos de volumen y ventas) y distribuidor de cerveza en México¹⁹⁵.

De acuerdo con información publicada por la empresa¹⁹⁶:

Grupo Modelo, S.A.B. de C.V. fue fundado en 1925, y es líder en la elaboración, distribución y venta de cerveza en México, con una participación de mercado total (nacional y exportación) al 31 de diciembre de 2008 del 63%. Cuenta con siete plantas cerveceras en la República Mexicana, con una capacidad instalada de 60 millones de hectolitros anuales de cerveza.

Actualmente tiene doce marcas, entre las que destacan Corona Extra, Modelo Especial, Victoria, Pacífico y Negra Modelo. Exporta cinco marcas con presencia en 159 países y es el importador en México tanto de las cervezas producidas por la compañía estadounidense Anheuser-Busch, como Budweiser, Bud Light y O'Doul's, como de la cerveza china Tsingtao y la danesa Carlsberg.

A través de una alianza estratégica con Nestlé Waters, produce y distribuye en México las marcas de agua embotellada Santa María y Nestlé Pureza Vital, así como las marcas para niños Kids natural y Kids sabores. Además, distribuye las marcas importadas San Pellegrino, Perrier y Aqua Panna.

Desde 1994 Grupo Modelo cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores, con la clave de pizarra GMODELOC.

La misión del Grupo Modelo es: “Establecer el modelo de liderazgo en el mercado global de bebidas y productos de consumo, con el fin de: Generar valor constante a nuestros clientes, accionistas, personal y la sociedad; desarrollar integralmente el mejor capital humano en la industria; alcanzar la excelencia en nuestros procesos, sistemas, productos y servicios, excediendo las expectativas de nuestros clientes y consumidores a través de la innovación constante; ser reconocida ampliamente como una empresa socialmente responsable”. Y su visión es: “Hacer de nuestra empresa un modelo a seguir que inspira orgullo, pasión y compromiso”.

Grupo Modelo fabrica, distribuye y vende doce marcas de cerveza, como se muestra en la Tabla 56. Estas marcas las tiene registradas en el IMPI en México y en los organismos equivalentes de los países donde comercializan sus productos.

¹⁹⁵ Según señalan en: Grupo Modelo, Reporte Anual 2006 a la BMV, p. 20.

¹⁹⁶ En: Grupo Modelo, *Acciones hacia metas concretas. Informe Anual 2008*, y en su página Web: <http://www.gmodelo.com/index-1.asp?go=hoy>, consultada el 14 de mayo de 2009.

Tabla 56. Marcas registradas del Grupo Modelo

Marca	Cobertura	Clase de cerveza
Corona Extra	Nacional y exportación	Pilsener
Modelo Especial	Nacional y exportación	Pilsener
Corona Light	Nacional y exportación	Light Lager
Modelo Light	Nacional	Light Lager
Negra Modelo	Nacional y exportación	Munich
Pacífico	Nacional y exportación	Pilsener
Estrella	Nacional	Pilsener
Victoria	Nacional	Viena
León	Nacional	Munich
Montejo	Nacional	Pilsener
Tropical	Nacional	Light Lager
Barrilito	Nacional	Pilsener

Fuente: Reportes anuales del Grupo Modelo.

De acuerdo con el proceso de producción utilizado, existen dos tipos de cerveza, Ale y Lager. Grupo Modelo fabrica únicamente cervezas tipo Lager. Según información de la empresa, las siguientes son las clases de cerveza tipo Lager producidas, y sus características principales¹⁹⁷:

- *Pilsener*. Es la cerveza Lager más clara y con menor grado de utilización de maltas especiales, con lo que se logra que su cuerpo y textura sean ligeros y balanceados.
- *Viena*. Es una cerveza Lager de color intermedio, similar a la cerveza Pilsener; sin embargo, su elaboración requiere de un mayor grado de utilización de maltas especiales.
- *Munich*. Es una cerveza Lager de color oscuro, que requiere de un mayor grado de utilización de maltas especiales, mayor cuerpo, mayor extracto y con un sabor más dulce. La obtención del color oscuro proviene del proceso de secado y tostado de las maltas que se efectúa a temperaturas más altas.
- *Light Lager*. Esta cerveza Lager contiene extractos, proteínas y carbohidratos más bajos que la cerveza tipo Lager en general.

Sus ventas nacionales fueron en 2008 de 36.3 millones de hectolitros, un aumento de 1.9% comparado con 2007. Los ingresos en el mercado nacional alcanzaron 38,821 millones de pesos, lo que representó un incremento de 6.4% con respecto al año anterior; y sus ventas internacionales llegaron a 16 millones de hectolitros, alcanzando ventas netas de exportación de un total de 2,774 millones de dólares.

En la Tabla 57 se muestran las ventas netas del Grupo Modelo en los últimos 5 años. Se puede observar que hay una tendencia de aumento de participación de las exportaciones en las ventas de la empresa. Alrededor del 88% de tales

¹⁹⁷ Reporte Anual 2006 a la BMV, pp. 23-24.

exportaciones van a Estados Unidos y Canadá, un 6.3% a Europa, 3.7% a Asia y Oceanía, y 2% a Latinoamérica.

Tabla 57. Ventas netas del Grupo Modelo de 2004 a 2008

Año	Mercado doméstico		Exportaciones		Ventas totales (millones de pesos)
	Millones de pesos	%	Millones de pesos*	%	
2004	30,941.00	71.6	12,272.69	28.4	43,214
2005	32,403.00	71.9	12,663.76	28.1	45,067
2006	35,334.00	70.6	14,714.16	29.4	50,048
2007	36,474.00	57.8	26,629.81	42.2	63,104
2008**	38,821.00	58.8	27,201.11	41.2	66,022

Fuente: Elaborado con base en: Grupo Modelo, *Informe Anual 2008*, páginas 16 y 26.

* Cifras de 2004 a 2007 en millones de pesos constantes al 31 de diciembre de 2007.

** Cifras de 2008 en millones de pesos históricos.

A partir de 2006 se incluyen las ventas de marcas importadas.

Las ventas de cerveza en volumen, ventas tanto nacionales como internacionales, se muestran en la Tabla 58, en millones de hectolitros. En ambos mercados ha tenido la empresa un crecimiento de un 19% en el mercado nacional y de un 31% en el mercado internacional durante los pasados 5 años. A partir del 2006, Grupo Modelo distribuye en México cada vez más cerveza producida por sus aliados, aunque en porcentajes pequeños, 1.56% de sus ventas domésticas en 2006, 1.9% en 2007 y 2.3% en 2008.

Tabla 58. Ventas del Grupo Modelo de 2004 a 2008 en volumen
(Millones de hectolitros de cerveza)

Mercado	Año				
	2004	2005	2006	2007	2008
Doméstico	30.59	31.80	33.45	34.93	35.44
Importadas	-	-	0.53	0.68	0.84
Total nacional	30.59	31.80	33.98	35.61	36.28
Exportación	12.23	13.74	15.89	15.94	16.03
Volumen total	42.82	45.54	49.87	51.55	52.31

Fuente: Informes anuales del Grupo Modelo.

Grupo Modelo cuenta con siete plantas cerveceras que se encuentran distribuidas en territorio mexicano y son: Cervecería Modelo (México, D.F.), Compañía Cervecería del Trópico (Tuxtepec, Oaxaca), Cervecería Modelo de Guadalajara (Guadalajara, Jalisco), Cervecería Modelo del Noroeste (Ciudad Obregón, Sonora.), Cervecería Modelo de Torreón (Torreón, Coahuila) Cervecería del Pacífico (Mazatlán, Sin.) y Compañía Cervecería de Zacatecas (Calera de Víctor Rosales, Zacatecas). La capacidad de producción de estas siete plantas se muestra en la Tabla 59. Su capacidad instalada a mediados de 2009 es de 60

millones de hectolitros de cerveza. Con la nueva planta en construcción en Piedras Negras, Coahuila, su capacidad subirá a 70 millones¹⁹⁸.

Tabla 59. Capacidad de producción del Grupo Modelo

Planta		Capacidad instalada (millones de hectolitros)
Cervecería Modelo	Ciudad de México	11.1
Compañía Cervecera de Zacatecas	Zacatecas	20.0
Compañía Cervecera del Trópico	Tuxtepec	16.0
Cervecería Modelo de Guadalajara	Guadalajara	5.05
Cervecería Modelo de Torreón	Torreón	2.85
Cervecería Modelo del Noroeste	Ciudad Obregón	3.0
Cervecería del Pacífico	Mazatlán	2.0
Total		60.0

Fuente: Informes anuales del Grupo Modelo.

En diciembre de 2008 trabajan en el Grupo Modelo 37, 598 empleados y obreros.

A fines de 2006, Grupo Modelo contaba con una red de distribución muy extensa, integrada por 362 Agencias y Sub-agencias que se encuentran integradas en 31 subsidiarias, lo cual permite llevar sus productos a más de 600,000 puntos de venta en más de 3,000 rutas para atender las necesidades del mercado nacional.

Estrategia de negocios del Grupo Modelo

La estrategia general de negocios del Grupo Modelo ha sido planteada en los siguientes términos¹⁹⁹:

- Ejecución de iniciativas que generan beneficios en el largo plazo.
- Crear valor año con año.
- Generar los flujos de efectivo y retornos que permitan un crecimiento continuo.
- Modelo de negocios orientado a contar con mejores prácticas operativas, brindar un servicio diferenciado a sus clientes para mantener su preferencia.
- Incrementar la rentabilidad para sus accionistas mediante la constante modernización e inversión.
- Proveer a los clientes con un servicio excelente.
- Consolidar y mantener el liderazgo de la industria cervecera en México.
- Segmentación de mercado y ejecución en el punto de venta.
- Consolidar y mantener el liderazgo de Modelo en el segmento de cervezas importadas en los diferentes países a los que exporta sus marcas.

¹⁹⁸ Se está construyendo una nueva planta cervecera en Piedras Negras, Coahuila, con capacidad de 10 millones de hectolitros, con una inversión inicial de aproximadamente 520 millones de dólares, que iniciará operaciones en 2010. Con esta planta el grupo alcanzará una capacidad de producción de 70 millones de hectolitros (Carlos Fernández, *Reforma*, 30 de noviembre de 2006).

¹⁹⁹ Reporte Anual 2006 a la BMV, p. 19 y Reporte anual 2007 a la BMV, p. 20.

- Continuar realizando inversiones para la modernización de sus siete plantas cerveceras y, en general, de todas las empresas integrantes de Modelo, así como para la construcción de la octava cervecería.
- Fortalecer su amplia red de distribución y ventas para mantenerla flexible y eficiente.
- Desarrollar en forma continua el potencial de sus empleados, mediante capacitación.
- Integración vertical y aseguramiento de la calidad de procesos.
- Incrementar el portafolio de productos con nuevas presentaciones.

Según sus señalamientos, Grupo Modelo es una empresa orientada hacia la rentabilidad, “que busca optimizar la estructura de costos a través del uso eficiente de los recursos, la generación de eficiencias en la producción y distribución, así como el logro de mejores negociaciones en el abasto puntual de insumos”²⁰⁰. La empresa busca expandir la presencia de sus marcas en los mercados internacionales. Además,

“...dado que es una Organización Focalizada en su Estrategia, Grupo Modelo trabaja en la efectiva difusión de la estrategia, la correcta alineación de los recursos y la suma de esfuerzos hacia una creación de valor económico de manera sostenida. Lo anterior ha creado sinergias entre las distintas áreas, con el propósito de buscar la excelencia en cada etapa de la operación de la empresa”²⁰¹.

El Grupo se ha enfocado a “fomentar un crecimiento orgánico sostenido”. El crecimiento orgánico lo ha completado a partir de 2007 con una alianza estratégica con Nestlé Waters para participar en el creciente negocio de agua embotellada.

Acorde con lo anterior, la empresa ha definido lo que denomina una *Estrategia Global Modelo Extremo* enfocada al crecimiento, pero con flexibilidad para adaptarse al cambiante entorno del mercado, que consta de seis puntos clave²⁰²:

- a) Integrar y desarrollar el capital humano.
- b) Brindar un servicio de excelencia a los clientes.
- c) Tener un profundo entendimiento de consumidores y mercados.
- d) Impulsar la mejora continua.
- e) Lograr una estructura de costos optimizada.
- f) Alcanzar un alto crecimiento en mercados internacionales.

²⁰⁰ Grupo Modelo, *Informe Anual 2008*, p. 19.

²⁰¹ *Ibid.*

²⁰² *Informe Anual 2008*, p. 17.

Para ello, utiliza la metodología de Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) desarrollado por Kaplan y Norton (1997). A esta forma de trabajo, le han denominado también *Modelo Extremo de Dirección Competitiva*, que considera la organización como un sistema, y “se enfoca en la mejora de procesos, su interacción y alineación con el mapa estratégico y todas las compañías que integran Modelo están alineadas con la actividad principal de fabricación, distribución y venta de cerveza y agua embotellada” (*Informe Anual 2006*, p. 19).

Anexo VIII. Antecedentes de Innovamédica

Antecedentes de Innovamédica

La empresa Innovamédica es una empresa dedicada al desarrollo de tecnologías disruptivas que sustenten la producción de nuevos productos (equipos médicos) que no existen actualmente en el mercado de la salud hospitalaria. Esta es su apuesta estratégica principal, y al parecer no tiene competidores en México pues las empresas que desarrollan equipos en el país para la industria farmacéutica lo hacen sobre patrones convencionales: produciendo equipos y maquinaria que generalmente ya existen en el mercado, que se utilizan para completar el proceso de producción, o para mejorar equipos y maquinaria ya existentes en planta. Estas empresas normalmente se consideran empresas de ingeniería, desarrollan equipos para diversos sectores industriales, tienden a trabajar bajo pedido de un cliente y desarrollan productos diferentes a Innovamédica. Ejemplo de estas empresas mexicanas son Mapisa Internacional, Maquinaria Jersa, Alfa Laval México, Westfalia Separator Mexicana y Arroba Ingeniería.

Ahora bien, de acuerdo con información proporcionada por el personal de la empresa, los eventos más significativos en la historia de Innovamédica, desde sus inicios hasta el año 2009, han sido los que se muestran en la Tabla 60 que se presenta enseguida.

Tabla 60. Antecedentes importantes de Innovamédica

Año	Principales eventos de la empresa
1989-1992	Solicitud de patente de Emilio Sacristán con otros inventores en USA. Otorgada en 1992.
1995	El Dr. Emilio Sacristán se incorpora a la UAM Iztapalapa como profesor e investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica, y profesor del área de procesamiento digital de señales e imágenes biomédicas. En ese entonces cuenta ya con dos patentes a su nombre (Inventor y propietario de las mismas) ²⁰³ . Desarrollo de los primeros prototipos en la UAM de un Espectrómetro de Impedancia Tisular (<i>Impedance Spectrometer Monitor</i> : ISMO, por sus siglas en inglés) y de un Sistema de Asistencia Ventricular.
2000	El proyecto “Espectrómetro de Impedancia Tisular” detona la creación de la empresa ²⁰⁴ . Esta es creada por Emilio Sacristán, con

²⁰³ Al respecto comenta el anterior Director de Operaciones y Finanzas: “De las 2 patentes existentes en ese momento se generaron cinco por estrategia de protección, gracias a recomendaciones de un bufete americano especializado en patentes”.

²⁰⁴ Como explica el Subdirector de I+D: “Estaba en la mesa el proyecto, estaba el experto, se contaba con la infraestructura de la universidad, y había un inversionista interesado en nuevos proyectos innovadores”.

	<p>el Grupo Vitalmex y Adrián Cervantes (hijo de los dueños de Vitalmex, dueño de Medicus)²⁰⁵. Con tres empleados: Emilio Sacristán, Javier Pinzón y Jazmín Aguado.</p>
2001	<p>El proyecto “Espectroscopía de impedancia para monitoreo de daño isquémico en la mucosa intestinal” ganó el Premio Ángel Zapata (Biomédico) que otorga el <i>II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica</i>; congreso que se realiza cada 2 años, y que ese año fue realizado en Cuba.</p> <p>Convenio entre Innovamédica-UAM-Iztapalapa para I+D y transferencia. “En los hechos, solo fue de I+D”.</p> <p>Convenio de Innovamédica con la Universidad de Yale para validar la técnica de medición del producto (Espectrómetro, un dispositivo que mide cambios en la impedancia de la mucosa gástrica). La Universidad de Yale puso la infraestructura. Emilio Sacristán realiza su sabático en Yale, realiza investigaciones en conejos. Se diseña el método de medición, las antenas, y se logran capturar imágenes y espectros.</p> <p>Convenio entre la UAM-Iztapalapa y el Instituto Nacional de Cardiología, “colgado de un convenio de la UAM, que era quien administraba el convenio”. A través de este convenio Innovamédica colabora con dicho Instituto.</p> <p>Trámite y obtención de patentes en México y USA.</p> <p>A través del Programa Paidec, el CONACYT apoya a Innovamédica con recursos económicos para la realización del proyecto Espectrómetro.</p>
2002	<p>Se da inicio al proyecto más grande de la empresa: <i>Ventrículo Artificial</i>, a petición de un cliente, empresa hermana: Grupo Vitalmex²⁰⁶. Con ello se satisfacen dos necesidades: 1) Que Vitalmex comience a invertir en sus propios productos, a vender en próximos años; b) Que Innovamédica comience a vender servicios de investigación y desarrollo²⁰⁷.</p> <p>Se firman convenios de colaboración con INC y el IMSS.</p>

²⁰⁵ En Innovamédica “nos concentramos en desarrollar propiedad intelectual, patentes, diseño y conceptos innovadores. Nuestro productos son ideas” (Sacristán, 2006b).

²⁰⁶ El desarrollo está en pruebas clínicas. Este año 2009 comienzan a realizar pruebas en humanos.

²⁰⁷ “Esto hace que el modelo de negocios de Innovamédica sea más flexible, pues le aporta flujo de efectivo” (Director de Operaciones y Finanzas).

2003	Certificación ISO 9001-2000.
2004	<p>El proyecto <i>Ventrículo Artificial</i> es apoyado por el Fondo Sectorial de Economía (CONACYT- Secretaría de economía).</p> <p>La empresa Endeavor México 2004 le otorga un Reconocimiento como emprendedor a Emilio Sacristán y a Innovamédica.</p> <p>Participan en la convocatoria del PNT pero no ganan el premio. Al parecer, por no tener innovaciones tecnológicas (nuevos productos en el mercado).</p>
2005	Reconocimiento de NAFIN, en su “Programa de Apoyo a Emprendedores” para aportación de capital.
2006	<p>Se retira como socio el Sr. Adrián Cervantes, y entra como socio Nacional Financiera que inyectó capital (a cambio de 2 sillas en el Consejo de Administración y un reacomodo de la participación accionaria, temporalmente). Con el dinero de NAFIN, en parte, se licencia la patente “madre”, que cubre toda la tecnología base para producir el Espectrómetro, se pagan \$50,000 USD por la licencia, más 10% de regalías sobre ventas netas -cuando las haya- a WPI (Worcester Polytechnic Institute en Massachusetts, cerca de Boston)²⁰⁸.</p> <p>Incorporación en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) del CONACYT.</p> <p>Co-organizador y Co-patrocinador de los Premios Innovamex a la Innovación en Salud y Alimentación, liderados por Merck Sharp & Dohme y Sigma Alimentos. Estos laboratorios lideraron los “Seminarios de innovación en ciencias de la vida”. La contribución de Innovamédica fue hacerles el plan de negocios a los cuatro ganadores del premio²⁰⁹.</p> <p>En octubre, American Express, Endeavor y la revista <i>Business Style</i> le otorgan a Innovamédica un reconocimiento en su concurso anual (1ª edición) llamado: <i>Premio Emprendedor del Año</i>, por el mejor proyecto emprendedor del año.</p>
2008	Nombramiento en enero de 2008 de Marcus Dantus como Director General, en lugar de Emilio Sacristán quien decide enfocarse a la I+D y asume el puesto de Director de I+D de la empresa.

²⁰⁸ Emilio Sacristán fue alumno del investigador principal del proyecto en dicho Instituto.

²⁰⁹ Además, Innovamédica está apoyando en la transferencia de una tecnología (Un anceolítico que se extrae de una planta autóctona mexicana, desarrollo ya patentado) de un investigador del IMSS a una empresa farmacéutica.

	<p>El nuevo Director General impulsa la creación de dos empresas de Innovamédica: Abdeo (como oficina de ventas en USA) y Critical Perfusion Incorporated (CPI), ambas con sede en Silicon Valley, en California, para captar inversionistas, clientes y proyectos.</p> <p>En marzo se realizan pruebas exitosas de desempeño en ovejas del Dispositivo de Asistencia Ventricular en el Texas Heart Institute.</p> <p>Obtiene Innovamédica el 2º lugar en Diseño Electrónico del Premio MexEEdev 2008 otorgado por el México Electronics & Embedded Developers Forum), Guadalajara con el proyecto “Espectrómetro de Impedancia Tisular”.</p> <p>Se forma el Comité Médico Científico del Grupo Vitalmex, con investigadores prestigiosos de diversas instituciones de salud en México, para validación de los protocolos científicos para desarrollar las pruebas alfa y beta del dispositivo de impedancia ventricular.</p> <p>En octubre, Innovamédica recibe el Premio INTEL® 2008 por su proyecto “Espectrómetro de Impedancia Tisular”.</p>
2009	<p>De enero de 2009 a diciembre de 2009, el Dr. Emilio Sacristán se traslada a CPI, donde es su científico principal. CPI contrata un director general, socio americano, encargado de recaudar capital para que se realicen todas las pruebas que exige la FDA en Estados Unidos para emitir el permiso de comercialización del equipo.</p> <p>Vitalmex está a punto de re-comercializar un nuevo producto, desarrollado por Innovamédica, denominado <i>Intrubag</i>.</p>

Fuente: Elaborado con información obtenida de las entrevistas, y del documento *Resumen Innovamédica en español (22 de octubre, 2008)*, también llamado *Perfil de la empresa*.

Anexo IX. Antecedentes de Caismex

Antecedentes de Caismex

Caismex es una microempresa mexicana que opera desde 1965 en el mercado de aislantes industriales en México en cuya oferta participan unas cuantas empresas mexicanas. Esta oferta es generada por cuatro fabricantes y por al menos 18 empresas más que se dedican a la venta y distribución de este tipo de productos.

Caismex produce y vende lana mineral, colchas de lana mineral y cemento aislante monolítico para el mantenimiento de instalaciones y ahorro de energía. También comercializa otros productos tales como fibras de vidrio y cerámica, perlita expandida, silicato de sodio y pastas impermeabilizantes.

Al preguntársele al Gerente General, fundador y principal accionista, cómo comenzaron la empresa, nos narró lo siguiente:

Las primeras pruebas que comenzamos a hacer fueron en Monterrey, N.L., en Topo Chico. Mi papá era el Administrador de unas pedreras, donde muelen el mármol y sacan arena. Ahí, con un compresor y un hornito se hicieron las primeras pruebas y sacamos fibra de vidrio. Esto fue a mediados de 1949. Mi papá se vino a la Ciudad de México en diciembre de 1949, yo me vine con él, a hacer fibra de vidrio. Empezamos a hacer fibra de vidrio, y fue un auge porque no había en toda América Latina quien produjera fibra de vidrio. Y había, como siempre, hieleras, paletas y refrigeradores, le metían aserrín, lo que encontraban. Entonces nos `arañaban´ el producto, era una fibra de vidrio fea, como cabello, pero todo se vendía. Yo llegué de hornero, de picador, tenía 16 años.

Entonces, de ahí nos fuimos nosotros y nos asociamos con un señor, Lic. Raúl Vásquez Pérez, allá en la Colonia Romero Rubio, pero ya como accionistas, ya no como empleados, porque yo era chofer, hornero, de todo le hacía. Mi papá era Superintendente de Producción. Creamos una empresa para producir fibra de vidrio, nos dieron 11% de las acciones, un mejor sueldo y con comisión.

A mí me habían dicho en Pemex que les produjéramos lana mineral. De ahí que le vimos futuro, y nos asociamos posteriormente con los señores Senosiain, más unos empleados de Pemex, y formamos Aislantes Vitrimex.

Compramos este terreno en 1960, aquí en Xalostoc. Mi papá decía, «yo ya estoy viejo, si quebramos quien me va a dar trabajo». Yo le decía que no íbamos a quebrar. «Tú lo produces, yo lo vendo, y hay clientes que nos compran». En cuatro años, del 1962 a 1965, bardeamos, techamos, construimos la planta, y conseguimos material a crédito con un señor que se llama Antonio Trujillo. Nos tuvo confianza, en ocho días nos dio el material, y nos dijo que se lo pagáramos cuando tuviéramos con qué pagarle.

Nos independizamos. En 1964 me salí de donde trabajaba. Le dije a don José Senosiain: «Mire, yo tengo 30 años, quiero hacer otra cosa, tengo un terreno», y éste señor tan bueno me dijo que si yo necesitaba algo le dijera, y como sabía que mi papá se iba a ir también, entonces él le vendió sus acciones muy rápido a un socio que teníamos, el Ingeniero Bustamante, de Oaxaca. Mi papá se salió en 1965.

El 12 de febrero de 1965 fundamos nuestra sociedad y seguimos con el mismo registro fiscal desde entonces. Casi estábamos solos en aquel entonces. Había una empresa en Monterrey de un gringo, que se llamaba MASA, pero ese señor vendía carísimo. Por poner un ejemplo, si nosotros vendíamos una lana mineral de dos pulgadas en 20 pesos, él la daba en 80 pesos. Claro, el regalaba avionetas, regalaba coches.

La empresa del señor Senosiain siguió trabajando como unos seis o siete meses después. Ahí se quedó trabajando un primo hermano mío, como encargado, pero tuvo un accidente, se quemó y se murió. Cerraron la planta. Estaba en un lugar muy bueno, en Norte 147 y Santa Lucía, exactamente frente a los mechones de Pemex, y pues con la venta del terreno sacaron todo lo que habían invertido.

Empezamos nosotros a trabajar aquí. Como a los 6 o 7 meses nos dieron un pedido grandísimo de Pemex, ya había cerrado la empresa de los señores Senosiain, y no teníamos competencia.

Seguíamos haciendo fibra de vidrio, pero la competencia de Vitrofibras, en Zacatenco, asociada con la Owens Corning Fiberglass, produciendo una fibra de buena calidad, nos hizo difícil seguir compitiendo, y ya no hicimos más fibra de vidrio²¹⁰. Ellos tienen el mercado nacional, y exportan muchísimo.

Entonces nos dedicamos a producir solo lana mineral, y el cliente principal, que nos compraba el 80%, era Pemex, con buenas utilidades. Y así nuestra empresa creció. Teníamos la misma calidad de lana mineral que Masa, la empresa de Monterrey, pero con costos más bajos. Masa quebró en 1985.

También, durante un tiempo, hicimos mosaico y laja veneciana. Mi papá era un químico empírico, hacía pruebas y pruebas, y logró hacer una mezcla chiclosa que evitaba que el material se nos astillara, a temperaturas de fundición adecuadas. Contábamos con el proceso de producción y con capacidad para producir los colores. Dejamos de producir porque se saturó el mercado, y porque los constructores no pagaban rápido, tardaban hasta seis meses en pagarnos, había que financiarlos, y eso no nos convenía (...).

²¹⁰ En abril de 2004 Corning Fiberglass, poseedora del 40% de las acciones desde 1957, adquirió el 60% restante de la empresa, que estaba en manos de Vitro.

Luego se instaló una empresa en el centro de México en 1986, con buena tecnología, mucho dinero y con influencias. Lograron que se estableciera una norma que especifica que el producto debe tener un color gris claro como el que ellos producen, en lugar del gris oscuro que producimos nosotros aunque con las mismas propiedades, y con eso nos han dificultado las ventas a Pemex. De entonces a la fecha, empezó una competencia muy dura, en precio, en color, y en relaciones (...) Seguíamos vendiendo, ya no le ganábamos tanto, porque bajamos precios y sólo con precio competíamos, pero seguíamos y seguimos vendiendo a toda la industria, a todos los que usan calor y aislantes térmicos.

Nosotros nos dedicamos a producir pura lana mineral, pues de la lana mineral salen muchas, cosas: cemento monolítico, colchonetas, cubiertas para tubería, lana para relleno.

Anexo X. Prácticas de gestión de tecnología en las cuatro empresas investigadas

X.1 Prácticas de gestión de tecnología en Cidec Carso

Como se muestra en la Tabla 61, en la empresa se utilizan permanentemente la mayoría de las prácticas de gestión de tecnología identificadas en el estudio exploratorio mencionado antes (Medellín, 2009).

Cidec Carso es una empresa que utiliza una gran cantidad de prácticas, técnicas y herramientas de gestión de tecnología, mismas que ha ido construyendo, o adquiriendo, desde su creación en 1986, lo que le da gran fortaleza gerencial en estos asuntos y potencia su capacidad de innovación.

Grado de desarrollo de las prácticas

Se les solicitó a los gerentes entrevistados de Cidec que identificaran el grado o nivel de madurez o desarrollo de las mismas prácticas de gestión de tecnología, considerando cuatro niveles de madurez: i) Realización por parte de la empresa de algunas acciones de gestión de tecnología, de vez en cuando; ii) Actividades que realizan continuamente; iii) Procesos sistemáticos y organizados, v) Sistema de gestión. Ellos aclararon que no utilizan el término *sistema* dentro de sus prácticas de gestión de tecnología, excepto la práctica de I+D, y que “desde la perspectiva de un sistema de gestión de calidad, algunos de estos procesos son definidos como *procedimientos*”. Los resultados de su evaluación se muestran en la Tabla 62.

Los entrevistados aclararon que todos los procesos de gestión de tecnología que usan forman parte de su *Sistema de Gestión de Tecnología*, único sistema que señalaron como tal. La mitad de las prácticas de gestión evaluadas fueron identificadas como procesos de gestión de tecnología, debidamente organizados, sistematizados y administrados: protección intelectual, planeación tecnológica, vigilancia tecnológica; innovación de producto; transferencia interna de tecnología; administración de proyectos tecnológicos; gestión de cartera de proyectos, e innovación de proceso.

Como actividades continuas señalaron el *benchmarking* que, de acuerdo al Gerente de Operaciones e Ingeniería Avanzada, “en realidad forma parte del proceso de vigilancia tecnológica”, y la evaluación de indicadores de proyectos, “que en realidad forma parte del proceso de administración de proyectos tecnológicos”.

Aquellas prácticas de gestión de tecnología en la cual solo llevan a cabo acciones puntuales, de vez en cuando, son: Vinculación con IES y centros de I+D, conocimiento estratégico de mercados y clientes, adquisición de tecnología, asimilación de tecnología, y escalamiento a nivel planta piloto.

Tabla 61. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en Cidec

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Frecuencia de uso		
		Uso permanente	Uso ocasional	Nunca se usa
1	Protección intelectual	X		
2	Planeación tecnológica	X		
3	Investigación y Desarrollo (le llaman Sistema de Gestión de Tecnología)	X		
4	Vigilancia tecnológica	X		
5	Innovación de producto y servicio	X		
6	Vinculación con IES y centros de I+D		X	
7	Transferencia de tecnología interna	X		
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes		X (depende del proyecto o servicio)	
9	Adquisición de tecnología		X	
10	Asimilación de tecnología		X	
11	Administración de proyectos tecnológicos	X		
12	Escalamiento		X (depende del proyecto)	
13	Benchmarking	X		
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos (cada mes): A nivel de cada área y a nivel del Cidec.	X		
15	Innovación de proceso (Laboratorio de Modernización).	X		
16	Otras: Evaluación de indicadores de proyectos.	X		

Fuente: Elaboración propia, con datos de entrevistas.

Tabla 62. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en Cidec Carso

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Nivel de madurez o desarrollo			
		Acciones de vez en cuando	Actividades continuas	Proceso	Sistema
1	Protección intelectual			X	
2	Planeación tecnológica			X	
3	Investigación y Desarrollo (le llaman Sistema de Gestión de Tecnología)				X
4	Vigilancia tecnológica			X	
5	Innovación de producto			X	
6	Vinculación con IES y centros de I+D	X			
7	Transferencia (interna) de tecnología. (Procesos de proyectos y transferencia de tecnología)			X	
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes	X			
9	Adquisición de tecnología	X			
10	Asimilación de tecnología	X			
11	Administración de proyectos tecnológicos			X	
12	Escalamiento	X			
13	Benchmarking		X (forma parte de un proceso)		
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			x	
15	Innovación de proceso			X	
16	Otras (especifique): Evaluación de indicadores de proyectos (incluye financieros)		X (forma parte de un proceso)		

Fuente: Elaboración propia, con datos de entrevistas.

Incidencia en las innovaciones

En relación a la *incidencia*, o *impacto*, que éstas prácticas de gestión de tecnología tienen sobre las innovaciones que produce la empresa, se les solicitó a los gerentes entrevistados que calificaran cada una de las prácticas usando para ello una escala de tres niveles de incidencia: Baja (Con poco impacto en innovaciones), Media (Ha impactado en la generación de algunas innovaciones), y Alta (Incide siempre en las innovaciones producidas). Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 63.

Tabla 63. Incidencia innovadora y grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en Cidec

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Incidencia en innovaciones (Impacto)			Grado de dominio por el personal*		
		Baja	Media	Alta	Bajo	Medio	Alto
1	Protección intelectual		X				X
2	Planeación tecnológica		X			X	
3	Investigación y Desarrollo (le llaman Sistema de Gestión de Tecnología)		X			X	
4	Vigilancia tecnológica		X		X		
5	Innovación de producto		X			X	
6	Vinculación con IES y centros de I+D		X				X
7	Transferencia de tecnología		X			X	
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes		X		X		
9	Adquisición de tecnología	X					X
10	Asimilación de tecnología	X					X
11	Administración de proyectos tecnológicos (es un proceso muy maduro, continuo)			X		X	
12	Escalamiento (depende del proyecto)			X		X	
13	Benchmarking	X			X		
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			X		X	
15	Innovación de proceso		X			X	
16	Otras (especifique): Evaluación de indicadores de proyectos (incluye financieros)			X			X

Fuente: Elaboración propia, con datos de entrevistas.

* El grado de dominio fue definido por los gerentes entrevistados como: 1) Competencia para hacerlo, 2) Experiencia, 3) Que se use de manera consistente.

Como se puede observar en la Tabla 63, las prácticas de gestión de tecnología que tienen mayor impacto en las innovaciones del Cidec son: a) Administración de proyectos tecnológicos, que como señala el Gerente de Electrónica y Nuevos Negocios: “Es un proceso muy maduro, continuo”; b) Escalamiento (dependiendo del proyecto); c) Gestión de cartera de proyectos tecnológicos; y, d) Evaluación de indicadores de proyectos (incluyendo los financieros).

Se les solicitó a los entrevistados que explicaran cómo inciden estas prácticas de “alto impacto” en las innovaciones, y señalaron que inciden en:

- El cumplimiento de las actividades, tiempos y costos.
- El cumplimiento de calidad, servicio y costo en proyectos y servicios.
- La medición anticipada del beneficio de los proyectos.

Se les preguntó por qué inciden estas prácticas en las innovaciones, y respondieron²¹¹, casi al unísono, lo siguiente:

- 1) Porque aseguras la implantación del producto o procesos; 2) Porque aseguras el cumplimiento de las metas; 3) Porque puedes acelerar la entrada al mercado de un nuevo producto; y, 4) Porque de esta manera puedes cumplir con las metas del negocio.

Además, si no se hace la evaluación financiera de los proyectos, puede llevar esto a que el beneficio esperado no se cumpla.

Como se muestra en la Tabla 63, las prácticas identificadas de gestión de tecnología que han tenido una incidencia media en la producción de innovaciones en el Cidec son: protección intelectual, planeación tecnológica, investigación y desarrollo, vigilancia tecnológica, innovación de producto, vinculación con IES y centros de I+D, transferencia de tecnología, e innovación de proceso.

Las prácticas que menos impacto han tenido en las innovaciones de la empresa son: adquisición de tecnología de fuentes externas, asimilación de tecnologías adquiridas, y *benchmarking*.

Grado de dominio de las prácticas de gestión

También se les inquirió sobre el *grado de dominio* de las mismas prácticas de gestión de tecnología por parte del personal del Cidec. Para ello se utilizó una escala de tres niveles de dominio: Bajo, Medio y Alto. Para realizar su evaluación cualitativa, los entrevistados definieron primero lo que ellos entienden por grado de dominio: 1) Competencia para realizar la práctica de gestión de tecnología, 2)

²¹¹ Ambos gerentes, de Operaciones e Ingeniería Avanzada y de Electrónica y Nuevos Negocios.

Experiencia en la práctica de gestión de tecnología, y 3) Que la práctica se use de manera consistente. Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 63.

Como se puede observar en dicha tabla, las prácticas de gestión de tecnología que el personal de Cidec domina en un alto grado son: protección intelectual, vinculación con IES y centros de I+D, adquisición de tecnología externas, asimilación de tecnologías y evaluación de indicadores de desempeño.

Con un grado medio de dominio, se encuentran las prácticas siguientes: planeación tecnológica, investigación y desarrollo, innovación de producto, transferencia de tecnología, administración de proyectos tecnológicos, escalamiento, gestión de cartera de proyectos, e innovación de proceso.

Y con un grado bajo de dominio, lo que indica una brecha de su gestión de tecnología por superar, resaltan tres prácticas: vigilancia tecnológica, conocimiento estratégico de mercados y clientes, y *benchmarking*.

X.2 Prácticas de gestión de tecnología en Cebadas y Maltas

Un aspecto importante sobre cómo se gestiona la tecnología tiene que ver las prácticas que utiliza la empresa con ese fin. Como ya se mencionó, en Cebadas y Maltas se llevan a cabo una buena cantidad de prácticas de gestión de tecnología. Al igual que en el caso anterior, para conocer mejor la frecuencia de uso, el nivel de madurez o desarrollo, el grado de dominio, y la incidencia que en las innovaciones de la empresa tienen estas prácticas de gestión de tecnología, se solicitó a los entrevistados que identificaran cada uno de estos aspectos en una tabla donde se mostraban las 15 prácticas de gestión de tecnología que más reportan empresas innovadoras en México. Además, se les solicitó a los entrevistados que agregaran a la tabla otras prácticas que considerasen relevantes. Los resultados de su apreciación se muestran en las tablas 64, 65, 66 y 67 que se incluyen en las siguientes páginas.

Como se enseña en la Tabla 64 en la empresa se utilizan permanentemente una decena de prácticas de gestión de tecnología: planeación tecnológica; vigilancia tecnológica; innovación de producto y servicio; conocimiento estratégico de mercados y clientes; adquisición y asimilación de tecnología, administración de proyectos tecnológicos; *benchmarking*; gestión de cartera de proyectos; e innovación de proceso.

Ocasionalmente realizan actividades de protección intelectual, investigación y desarrollo, vinculación con universidades y centros públicos de I+D, transferencia de tecnología, y escalamiento de resultados de I+D a nivel planta piloto.

Tabla 64. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en CyM

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Frecuencia de uso		
		Uso permanente	Uso ocasional	Nunca se usa
1	Protección intelectual		X	
2	Planeación tecnológica	X		
3	Investigación y Desarrollo		X	
4	Vigilancia tecnológica	X		
5	Innovación de producto y servicio	X		
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior y centros de I+D		X	
7	Transferencia de tecnología		X	
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes	X		
9	Adquisición de tecnología	X		
10	Asimilación de tecnología	X		
11	Administración de proyectos tecnológicos	X		
12	Escalamiento		X	
13	Benchmarking	X		
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos.	X		
15	Innovación de proceso	X		

Fuente: Elaborada con datos proporcionados por personal directivo de la empresa.

Nivel de desarrollo de las prácticas

Se les solicitó a los gerentes entrevistados de Cebadas y Maltas que identificaran el grado o nivel de madurez o desarrollo de las mismas prácticas de gestión de tecnología, considerando cuatro niveles de madurez: i) Realización por parte de la empresa de algunas acciones de gestión de tecnología, de vez en cuando; ii) Actividades que realizan continuamente; iii) Procesos sistemáticos y organizados, v) Sistema de gestión. Los resultados de su evaluación se muestran en la Tabla 65.

Una decena prácticas de gestión evaluadas fueron identificadas como sistemas de gestión de tecnología, a pesar de no contar con un sistema propiamente dicho de gestión de tecnología en la empresa: planeación tecnológica; vigilancia tecnológica; innovación de producto; conocimiento estratégico de mercados y clientes; adquisición de tecnología; asimilación de tecnología; administración de proyectos tecnológicos; *benchmarking*; gestión de cartera de proyectos, e innovación de proceso.

Como procesos de gestión de tecnología fueron señalados: Investigación y desarrollo –sin embargo, no cuentan con un área de I+D-, y transferencia de tecnología –algo que sí han hecho al interior del Grupo Modelo, pues han colaborado en el diseño y construcción de otras malteras del grupo.

Como actividades continuas señalaron la protección intelectual, la vinculación con universidades y centros de I+D y el escalamiento a nivel planta piloto.

Tabla 65. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en CyM

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Nivel de madurez o desarrollo*			
		Acciones de vez en cuando	Actividades continuas	Proceso	Sistema
1	Protección intelectual		X		
2	Planeación tecnológica				X
3	Investigación y Desarrollo			X	
4	Vigilancia tecnológica				X
5	Innovación de producto				X
6	Vinculación con IES y centros de I+D		X		
7	Transferencia de tecnología.			X	
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes				X
9	Adquisición de tecnología				X
10	Asimilación de tecnología				X
11	Administración de proyectos tecnológicos				X
12	Escalamiento		X		
13	Benchmarking				X
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos				X
15	Innovación de proceso				X

Fuente: Elaborada con datos proporcionados por personal directivo de la empresa.

Incidencia en las innovaciones

En relación a la *incidencia*, o *impacto*, que éstas prácticas de gestión de tecnología tienen, o han tenido, sobre las innovaciones que produce Cebadas y Maltas, se les solicitó a los gerentes de la empresa que calificaran cada una de las prácticas usando para ello una escala de tres niveles de incidencia: Baja (Con poco impacto en innovaciones), Media (Ha impactado en la generación de algunas

innovaciones), y Alta (Incide siempre en las innovaciones producidas). Los resultados de la evaluación se exponen en la Tabla 66, a continuación.

Tabla 66. Incidencia innovadora de la gestión de tecnología en CyM

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Incidencia en innovaciones (Impacto)*		
		Baja	Media	Alta
1	Protección intelectual		X	
2	Planeación tecnológica			X
3	Investigación y Desarrollo (I+D)		X	
4	Vigilancia tecnológica			X
5	Innovación de producto			X
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior y centros de I+D		X	
7	Transferencia de tecnología			X
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			X
9	Adquisición de tecnología			X
10	Asimilación de tecnología			X
11	Administración de proyectos tecnológicos			X
12	Escalamiento		X	
13	Benchmarking			X
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			X
15	Innovación de proceso			X

Fuente: Elaborada con datos proporcionados por personal directivo de la empresa.

Como se puede ver en la Tabla 66, en opinión de los entrevistados, prácticamente todas las prácticas de gestión de tecnología han tenido un alto impacto en las innovaciones de Cebadas y Maltas, con la excepción de: a) Protección intelectual; b) Investigación y desarrollo; c) Vinculación; y d) Escalamiento, que por cierto son actividades que la empresa realiza esporádicamente.

Se les solicitó a los entrevistados que explicaran cómo inciden estas prácticas de “alto impacto” en las innovaciones, y su respuesta fue:

El impacto se ha referido al incremento en la competitividad de productos, procesos y servicios, incremento en la eficiencia y productividad, y optimización de costos directos e indirectos.

Grado de dominio de las prácticas de gestión

También se les inquirió a los gerentes de Cebadas y Maltas que respondieron el cuestionario sobre el *grado de dominio* de las mismas prácticas de gestión de

tecnología por parte del personal de la empresa. Con ese fin se utilizó una escala de tres niveles de dominio: Bajo, Medio y Alto. Se solicitó que entendieran por grado de dominio, lo siguiente: 1) Competencia del personal en la práctica de gestión de tecnología, 2) Experiencia del personal en la práctica de gestión de tecnología respectiva, 3) Que la práctica de gestión de tecnología se utilice de manera consistente. Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 67.

Como se puede observar en la Tabla 67, según la opinión de los gerentes de la empresa el personal de Cebadas y Maltas domina en un alto grado la mayoría de las prácticas de gestión de tecnología que se incluyen en la tabla: planeación tecnológica, vigilancia tecnológica, innovación de producto, transferencia de tecnología, conocimiento estratégico de mercados y clientes, adquisición y asimilación de tecnología, administración de proyectos tecnológicos, *benchmarking*, gestión de cartera de proyectos e innovación de proceso.

Con un grado medio de dominio, se encuentran las prácticas siguientes: protección intelectual, investigación y desarrollo, vinculación con IES y centros de I+D, y escalamiento a nivel planta piloto.

Tabla 67. Grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en CyM

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Grado de dominio por el personal		
		Bajo	Medio	Alto
1	Protección intelectual		X	
2	Planeación tecnológica			X
3	Investigación y Desarrollo (I+D)		X	
4	Vigilancia tecnológica			X
5	Innovación de producto			X
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior y centros de I+D		X	
7	Transferencia de tecnología			X
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			X
9	Adquisición de tecnología			X
10	Asimilación de tecnología			X
11	Administración de proyectos tecnológicos			X
12	Escalamiento (a nivel planta piloto)		X	
13	Benchmarking			X
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			X
15	Innovación de proceso			X

Fuente: Elaborada con datos proporcionados por personal directivo de la empresa.

X.3 Prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica

Un aspecto importante sobre cómo se gestiona la tecnología en Innovamédica tiene que ver las prácticas que utiliza la empresa con ese fin. Como ya se mencionó, Innovamédica realiza algunas prácticas de gestión de tecnología. Para conocer mejor la frecuencia de uso, el nivel de madurez o desarrollo, el grado de dominio, y la incidencia que en las innovaciones de la empresa tienen estas prácticas de gestión de tecnología, se solicitó a los entrevistados que identificaran cada uno de estos aspectos en una tabla donde se mostraban las 15 prácticas de gestión de tecnología que más reportan empresas innovadoras en México. Además, se les solicitó a los entrevistados que agregaran a la tabla otras prácticas que considerasen relevantes. Los resultados de su apreciación se muestran en las tablas 68, 69, 70 y 71 que se incluyen en las siguientes páginas. Dado que la evaluación fue hecha por tres profesionistas de la empresa, hay ligeras diferencias de apreciación entre ellos sobre algunas de las prácticas. Se resaltarán, si es el caso, sólo aquellas donde haya diferencias significativas (evaluaciones en extremos opuestos).

Como se enseña en la Tabla 68 - que muestra las apreciaciones del Director de Operaciones y Finanzas (DOF), de un Subdirector de I+D (SID) y de la Subdirectora de Administración de Proyectos de I+D (SAPID)-, en la empresa se utilizan permanentemente una decena de prácticas de gestión de tecnología: protección intelectual; Investigación y Desarrollo; vigilancia tecnológica (de patentes y artículos científicos y técnicos); desarrollos tecnológicos para producir nuevos productos; vinculación; conocimiento estratégico de mercados y clientes, para cada proyecto; administración de proyectos tecnológicos; gestión de cartera de proyectos, que realiza el Director General. Y, agregados por los entrevistados; el desarrollo de planes de negocio (desarrollo en paralelo del proyecto y de la patente); y evaluación de tecnologías.

Ocasionalmente realizan actividades de planeación tecnológica; transferencia de tecnología a terceros; *benchmarking*, pero como un servicio que venden a sus clientes; e innovación de proceso, aunque con esto se refieren más bien a prácticas administrativas que han desarrollado o mejorado.

Y actividades que nunca realizan son el escalamiento y la asimilación de tecnología.

Tabla 68. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Frecuencia de uso								
		SID			SAPID			DOF		
		UP	UO	NU	UP	UO	NU	UP	UO	NU
1	Protección intelectual	X			X			X		
2	Planeación tecnológica		X		X			X		
3	Investigación y Desarrollo	X			X			X		
4	Vigilancia tecnológica (patentes y artículos científicos y técnicos)	X				X		X		
5	Innovación de producto (desarrollos tecnológicos)	X			X			X		
6	Vinculación con IES y centros de I+D	X			X			X		
7	Transferencia de tecnología	X				X			X	
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes.	X			X			X		
9	Adquisición de tecnología		X			X			X	
10	Asimilación de tecnología		X							
11	Administración de proyectos tecnológicos	X			X			X		
12	Escalamiento (pruebas piloto):		X				X			X
13	<i>Benchmarking</i>		X			X			X	
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos.	X			X			X		
15	Innovación de proceso			X		X			X	
16	Desarrollo del plan de negocio	X								
17	Evaluación de tecnología				X			X		

Claves: UP =Uso permanente; UO = Uso ocasional; NU = Nunca se usa.

Nivel de desarrollo de sus prácticas de gestión

Se les solicitó al Director de Operaciones y Finanzas (DOF) y a la Subdirectora de Administración de Proyectos de I+D (SAPID), que identificaran el nivel de madurez o desarrollo de las mismas prácticas de gestión de tecnología, considerando cuatro niveles de madurez: i) Realización por parte de la empresa de algunas acciones de gestión de tecnología, de vez en cuando; ii) Actividades que realizan continuamente; iii) Procesos sistemáticos y organizados, iv) Sistema de gestión. Los resultados de su evaluación se enseñan en la Tabla 69.

Los entrevistados consideran que cuentan con un sistema de I+D y con un sistema de administración de proyectos. Además, comparten la opinión de cuentan con seis procesos de gestión de tecnología: protección intelectual, vigilancia tecnológica, sobre todo de patentes y artículos científicos; vinculación con universidades y centros de I+D: “es una fortaleza de Innovamédica”; *benchmarking*, innovación de producto y evaluación de tecnología.

Como actividades continuas señalaron la planeación tecnológica, el conocimiento estratégico de mercados y clientes, y la transferencia de tecnología. La negociación de contratos es considerada por la subdirectora como una actividad continua, pero el Director de Operaciones opina que es un proceso. Aquellas prácticas de gestión de tecnología en la cual solo realizan acciones de vez en cuando son: adquisición de tecnología e innovación de proceso. Hubo una diferencia marcada de apreciación en el caso de la gestión de cartera de proyectos, pues mientras que para uno es un sistema, para otro es solo una actividad continua.

Tabla 69. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Nivel de madurez o desarrollo*			
		Acciones de vez en cuando	Actividades continuas	Proceso	Sistema
1	Protección intelectual			X, (X)	
2	Planeación tecnológica		X, (X)		
3	Investigación y Desarrollo				X, (X)
4	Vigilancia tecnológica			X, (X)	
5	Innovación de producto			X	(X)
6	Vinculación con IES y centros de I+D		X	(X)	
7	Transferencia de tecnología	X	(X)		
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes		X, (X)		
9	Adquisición de tecnología	X, (X)			
10	Asimilación de tecnología (No aplica)				
11	Administración de proyectos tecnológicos				X, (X)
12	Escalamiento (No aplica)				
13	<i>Benchmarking</i>			X, (X)	
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos		X		(X)
15	Innovación de proceso	X, (X)			
16	Evaluación de tecnología			X, (X)	
17.	Negociación de contratos		X	(X)	

* Evaluación de SAPID y DOF (X, entre paréntesis).

Incidencia de las prácticas de gestión de tecnología en las innovaciones

En relación a la *incidencia, o impacto*, que éstas prácticas de gestión de tecnología tienen sobre las innovaciones que produce Innovamédica, se les solicitó a los entrevistados que calificaran cada una de las prácticas usando para ello una escala de tres niveles de incidencia: Baja (Con poco impacto en innovaciones), Media (Ha impactado en la generación de algunas innovaciones), y Alta (Incide siempre en las innovaciones producidas). Los resultados de la evaluación se exponen en la Tabla 70. En la evaluación coincidieron plenamente ambos entrevistados, e hicieron la aclaración de que esta evaluación refleja solo opiniones que necesitan ser verificadas, pues la empresa aún no cuenta con innovaciones en el mercado.

Tabla 70. Incidencia innovadora de las prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Incidencia (potencial) en innovaciones					
		SAPID*			DOF*		
		Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
1	Protección intelectual			X			X
2	Planeación tecnológica		X			X	
3	Investigación y Desarrollo			X			X
4	Vigilancia tecnológica			X			X
5	Innovación de producto			X			X
6	Vinculación con IES y centros de I+D			X			X
7	Transferencia de tecnología			X			X
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			X			X
9	Adquisición de tecnología		X			X	
10	Asimilación de tecnología		X			X	
11	Administración de proyectos tecnológicos			X			X
12	Escalamiento (No lo llevan a cabo)						
13	Benchmarking			X			X
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			X			X
15	Innovación de proceso (No la llevan a cabo)						
16	Evaluación de tecnología			X			X

* SAPID = Subdirectora de Administración de Proyectos de I+D; DOF= Director de Operaciones y Finanzas:

Como se puede ver en la Tabla 70, en opinión de los entrevistados, prácticamente todas las prácticas de gestión de tecnología tienen un alto impacto en las innovaciones de Innovamédica, con la excepción de: a) Planeación tecnológica; b) Adquisición de tecnología; y c) Asimilación de tecnología.

Se les solicitó a los entrevistados que explicaran cómo inciden estas prácticas de “alto impacto” en las innovaciones, y el Director de Operaciones y Finanzas señaló que:

Son fundamentales para que la innovación se dé. Si no se llevan a cabo éstas prácticas, no hay innovación.

Se le preguntó al Director de Operaciones y Finanzas por qué inciden estas prácticas en las innovaciones, y respondió: “Esto es muy peculiar de la empresa, por las características de su negocio”.

Grado de dominio de las prácticas de gestión

También se les inquirió a los dos empleados de Innovamédica mencionados en el apartado anterior sobre el *grado de dominio* de las mismas prácticas de gestión de tecnología por parte del personal de la empresa. Con ese fin se utilizó una escala de tres niveles de dominio: Bajo, Medio y Alto. Para realizar su evaluación cualitativa, los entrevistados definieron primero lo que ellos entienden por grado de dominio: 1) Que todos los empleados busquen que el producto sea innovador; 2) Conocimiento en el campo; 3) Experiencia previa de todos los empleados; 4) Formación en Innovamédica. Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 71.

Como se puede observar en la Tabla 71, las prácticas de gestión de tecnología que el personal de Innovamédica domina en un alto grado son: protección intelectual (tienen dos personas dedicadas a búsqueda de patentes y contratan bufetes para tramitación); planeación tecnológica; I+D; vigilancia tecnológica; búsqueda de literatura científica para integrar protocolos; innovación de producto (etapas iniciales e intermedias); y *benchmarking*²¹².

Con un grado medio de dominio, se encuentran las prácticas siguientes: vinculación con IES y centros de I+D (los encargados de esta actividad no están ya en el negocio; y evaluación de tecnología, considerando aspectos técnicos, financieros, comerciales, legales, potencial de innovación, factibilidad técnica-científica, y protección intelectual.

²¹² “Si no conocemos a la competencia, no tenemos criterios para competir” (SAPID).

Y con un grado bajo de dominio, lo que indica una brecha por superar, resaltan tres prácticas: adquisición de tecnología, asimilación de tecnología e innovación de proceso.

Hay una diferencia relativa de apreciación con respecto a la transferencia de tecnología, pues mientras para un entrevistado se tiene bajo dominio de esta práctica, para el otro el grado de dominio es medio. Encontramos también diferencias de apreciación en cuanto a conocimiento estratégico de mercados y clientes (planes de negocio), administración de proyectos y de cartera de proyectos tecnológicos.

Tabla 71. Grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en Innovamédica

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Grado de dominio por el personal					
		SAPID *			DOF*		
		Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
1	Protección intelectual			X			X
2	Planeación tecnológica			X			X
3	Investigación y Desarrollo			X			X
4	Vigilancia tecnológica			X			X
5	Innovación de producto			X			X
6	Vinculación con IES y centros de I+D		X			X	
7	Transferencia de tecnología	X				X	
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes.			X		X	
9	Adquisición de tecnología	X			X		
10	Asimilación de tecnología	X			X		
11	Administración de proyectos tecnológicos		X				X
12	Escalamiento (No realizan)						
13	<i>Benchmarking</i>			X			X
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos		X				X
15	Innovación de proceso	No opinó			X		
16	Evaluación de tecnología		X			X	

* SAPID = Subdirectora de Administración de Proyectos de I+D; DOF= Director de Operaciones y Finanzas:

X.4 Prácticas de gestión de tecnología en Caismex

Un aspecto importante sobre cómo se gestiona la tecnología en Caismex tiene que ver las prácticas que utiliza la empresa con ese fin. Como ya se mencionó, Caismex cuenta con una persona, el Gerente Comercial, que realiza algunas actividades de gestión de tecnología. Para conocer mejor la frecuencia de uso, el nivel de madurez o desarrollo, el grado de dominio, y la incidencia que en las innovaciones de la empresa tienen estas prácticas de gestión de tecnología, se solicitó al entrevistado que identificara cada uno de estos aspectos en una tabla donde se le mostraban 15 prácticas de gestión de tecnología que más reportan empresas innovadoras en México. Además, se le solicitó que agregaran a la tabla otras prácticas que considerase relevantes. Los resultados de su apreciación se muestran en las tablas 72, 73, 74 y 75 que se incluyen en las siguientes páginas.

Como se enseña en la Tabla 72, en Caismex se realizan permanentemente actividades de: vigilancia tecnológica de competidores, clientes, innovaciones, nuevos productos que hagan los competidores, nuevas soluciones, productos sustitutos, todo lo que tenga que ver con lo que va a elegir el cliente a final de cuentas; conocimiento estratégico de mercados y clientes; y actividades de revisión y mejora continua de procesos comerciales.

Ocasionalmente realizan en la empresa actividades de registro de marcas; de vinculación con universidades (aunque hasta ahora solo se la limitado a participación en seminarios y cursos y la elaboración de casos por parte del Gerente Comercial) ; de adquisición de tecnología; de asimilación de tecnología, “esto lo estamos haciendo con una persona, que es un instrumentista, que de alguna manera nos está capacitando para hacer uso del nuevo equipo que se está instrumentando”; y de *benchmarking*, “para conocer costos y tiempos de respuesta de los competidores, y poder así compararnos con ellos”.

Y actividades que nunca realizan son: Planeación tecnológica, Investigación y Desarrollo, innovación de producto y servicio, transferencia de tecnología, administración de proyectos tecnológicos, escalamiento a nivel piloto, y gestión de cartera de proyectos tecnológicos.

Tabla 72. Frecuencia de uso de prácticas de gestión de tecnología en Caismex

No.	Prácticas de gestión tecnológica	Frecuencia de uso		
		Uso permanente	Uso ocasional	Nunca se usa
1	Protección intelectual (marca)		X	
2	Planeación tecnológica			X
3	Investigación y Desarrollo			X
4	Vigilancia tecnológica	X		
5	Innovación de producto y servicio			X
6	Vinculación con universidades y centros de I+D		X	
7	Transferencia de tecnología			X
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes	X		
9	Adquisición de tecnología		X	
10	Asimilación de tecnología		X	
11	Administración de proyectos tecnológicos			X
12	Escalamiento			X
13	Benchmarking		X	
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos.			X
15	Mejora continua de procesos comerciales	X		

Fuente: Entrevista al Gerente Comercial de la empresa.

Nivel de desarrollo de sus prácticas de gestión

Se les solicitó al Gerente Comercial de Caismex que identificara el nivel de madurez o desarrollo de las mismas prácticas de gestión de tecnología, considerando cuatro niveles de madurez: i) Realización por parte de la empresa de algunas acciones de gestión de tecnología, de vez en cuando; ii) Actividades que realizan continuamente; iii) Procesos sistemáticos y organizados, iv) Sistema de gestión. Los resultados de su evaluación se enseñan en la Tabla 73.

El entrevistado considera que no cuentan ni con sistemas ni con procesos de gestión de tecnología. Como actividades continuas identificó: la protección intelectual, pero solo por su registro de marca; la vigilancia tecnológica y, como parte de esta, el conocimiento estratégico de mercados y clientes, y el *benchmarking*; y actividades de revisión y mejora de procesos comerciales.

Aquellas prácticas de gestión de tecnología en la cual solo realizan acciones, de vez en cuando, son: vinculación, adquisición y asimilación de tecnología (“Estamos construyendo nuestros manuales de procesos”).

Tabla 73. Nivel de desarrollo de las prácticas de gestión de tecnología en Caismex

No	Prácticas de gestión tecnológica*	Nivel de madurez o desarrollo*			
		Acciones de vez en cuando	Actividades continuas	Proceso	Sistema
1	Protección intelectual (marca)		X		
2	Planeación tecnológica				
3	Investigación y Desarrollo				
4	Vigilancia tecnológica		X		
5	Innovación de producto				
6	Vinculación con IES y centros de I+D	X			
7	Transferencia de tecnología				
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes		X		
9	Adquisición de tecnología	X			
10	Asimilación de tecnología	X			
11	Administración de proyectos tecnológicos				
12	Escalamiento				
13	<i>Benchmarking</i>		X		
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos				
15	Innovación de proceso		X		

Fuente: Entrevista al Gerente Comercial de la empresa.

* El entrevistado solo identificó las prácticas marcadas con una cruz. Las demás no aplican, en su caso.

Grado de dominio de las prácticas de gestión

También se les inquirió al entrevistado sobre el *grado de dominio* de las mismas prácticas de gestión de tecnología que tiene él, y algún otro empleado de la empresa. Con ese fin se utilizó una escala de tres niveles de dominio: Bajo (“realizado a un nivel muy empírico”, como lo definió el entrevistado), Medio y Alto.

Antes de realizar la evaluación cualitativa, se estableció que el grado de dominio tiene que ver con: 1) Que se cuente con herramientas que soporten la práctica de gestión de tecnología²¹³; 2) Competencia del personal en la práctica de gestión; 3)

²¹³ Ejemplos de herramientas de gestión que utiliza la empresa son: Mapeo de procesos para soportar las actividades comerciales; utilización de bases de datos de la OMPI para buscar y obtener patentes de artefactos o dispositivos para fabricar lo que ellos hacen; cálculo de retorno de inversión en las actividades de adquisición de tecnología.

Experiencia del personal en la práctica de gestión de tecnología; 4) Que la práctica de gestión se utilice de manera consistente. Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 74.

Como se puede observar en la Tabla 74, la empresa no cuenta con personal que domine con un grado alto las prácticas de gestión de tecnología. Con un grado medio de dominio se encuentran las prácticas de adquisición de tecnología, en particular el cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto de inversión a realizar; y la revisión y mejora de procesos comerciales. Las actividades no calificadas no se realizan en la empresa.

Tabla 74. Grado de dominio de las prácticas de gestión de tecnología en Caismex

No.	Prácticas de gestión tecnológica*	Grado de dominio por el personal		
		Bajo	Medio	Alto
1	Protección intelectual (marcas)	X Empírico		
2	Planeación tecnológica			
3	Investigación y Desarrollo			
4	Vigilancia tecnológica	X Empírico		
5	Innovación de producto			
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior y centros de I+D	X Empírico		
7	Transferencia de tecnología			
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			
9	Adquisición de tecnología		X	
10	Asimilación de tecnología	X Empírico		
11	Administración de proyectos tecnológicos			
12	Escalamiento (a nivel planta piloto)			
13	Benchmarking	X Empírico		
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			
15	Innovación de proceso		X	

Fuente: Entrevista al Gerente Comercial de la empresa.

* El entrevistado solo calificó las prácticas marcadas con una cruz. Las demás no aplican: son prácticas que no se realizan en su empresa.

Y con un grado bajo de dominio, que el entrevistado denominó como *empírico*, (esto es, que son actividades o acciones que se llevan a cabo de forma empírica), se encuentran el resto de las prácticas identificadas: protección intelectual

(marcas), vigilancia tecnológica, vinculación, asimilación de tecnología y *benchmarking*. Las actividades no calificadas no se realizan en la empresa.

Incidencia en las innovaciones

En relación a la *incidencia, o impacto*, que éstas prácticas de gestión de tecnología tienen sobre las innovaciones que produce Caismex, se les solicitó al entrevistado que calificara cada una de las prácticas usando para ello una escala de tres niveles de incidencia: Baja (Con poco impacto en innovaciones), Media (Que ha impactado en la generación de algunas innovaciones), y Alta (Que incide siempre en las innovaciones producidas). Los resultados de la evaluación se exponen en la Tabla 75.

Tabla 75. Incidencia innovadora de las prácticas de gestión de tecnología en Caismex

No.	Prácticas de gestión tecnológica*	Incidencia en innovaciones (Impacto)		
		Baja	Media	Alta
1	Protección intelectual (trámite de marca)	X		
2	Planeación tecnológica			
3	Investigación y Desarrollo			
4	Vigilancia tecnológica	X		
5	Innovación de producto			
6	Vinculación con Instituciones de Educación Superior y centros de I+D			
7	Transferencia de tecnología			
8	Conocimiento estratégico de mercados y clientes			
9	Adquisición de tecnología			X
10	Asimilación de tecnología			
11	Administración de proyectos tecnológicos			
12	Escalamiento			
13	Benchmarking			
14	Gestión de cartera de proyectos tecnológicos			
15	Mejora de procesos			X

Fuente: Entrevista al Gerente Comercial de la empresa.

* El entrevistado solo calificó las prácticas marcadas con una cruz. Las demás no aplican.

El entrevistado sugirió que sería interesante considerar no solo lo anterior, sino también el impacto relativo que han tenido las prácticas de gestión de tecnología en los objetivos principales que define la alta dirección, “porque al final de cuentas, eso es lo que nos llamaría más la atención”.

Como se puede ver en la Tabla 75, en opinión del entrevistado, sólo las actividades de adquisición de tecnología y de mejora de procesos tienen un alto impacto en las innovaciones de Caismex. Y con baja incidencia en sus innovaciones identificó las prácticas de protección intelectual y de vigilancia tecnológica. Las demás actividades no se realizan en la empresa.

Se les solicitó al entrevistado que explicara cómo inciden estas prácticas de “alto impacto” en las innovaciones y en los objetivos marcados por el Gerente General, y señaló que la mejora de procesos impactó en la disminución entre 10 y 15 del costo de producción de la lana mineral. Y que al mejorar el *proceso de surtido de pedido* se incrementaron las ventas entre un 70 y un 80%.

Anexo XI. Condiciones y contexto para la innovación en las empresas investigadas

XI.1 Condiciones y contexto para la innovación en Cidec Carso

Se solicitó a los entrevistados de la empresa que calificaran de mayor a menor importancia una serie de condiciones necesarias para la innovación que se les presentó por el autor de este trabajo, condiciones reportadas en la literatura, solicitándoles que agregaran otras condiciones que en su opinión deben tomarse en cuenta. El resultado se muestra en la Tabla 76, a continuación. En la sección 4.5 de este trabajo se incluyeron algunas conclusiones del análisis de esta tabla que aquí se complementa.

Tabla 76. Condiciones para la innovación en la empresa Cidec Carso

Condiciones necesarias para la innovación en la empresa	Importancia
Estrategia tecnológica (o de innovación) definida	1
Capacidad de respuesta a las demandas del mercado	2
Carta de proyectos tecnológicos aprobados de acuerdo a la relación Beneficio/Costo fijado por la empresa (con beneficio económico).	3
Cultura de la empresa favorable a la innovación	4
Personal capacitado para realizar tareas de I+D	5
Capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i	6
Personal capacitado para gestionar tecnología	7
Infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos, plantas piloto – muy importante-)	8
Personal capacitado para realizar tareas de escalamiento y transferencia	9
Líderes que impulsan la innovación en la empresa	10
Inversión en I+D	11
Existencia de Gerencia o Departamento de I+D	12
Existencia de Gerencia o Departamento de Ingeniería	13

Fuente: Entrevista en la empresa.

Las condiciones menos importantes son en opinión de los gerentes entrevistados aquellas referidas a la existencia de una gerencia o departamento de I+D o de Ingeniería. Al hacer la evaluación de las condiciones que se le mostraron, uno de los gerentes comentó: “La evaluación de estas condiciones la estamos haciendo tomando como referencia básica la misión de la empresa”.

Cuando se les cuestionó sobre cómo se han generado en la empresa estas condiciones y sobre quiénes han participado en generarlas, la respuesta de otros de los entrevistados fue:

Estas condiciones se generaron a partir de reconocer la necesidad de contar con un centro de I+D propio, para evitar la dependencia de un socio tecnológico al cual ya no le estábamos sacando mucho provecho. Con esa decisión se arrancó la creación del centro de investigación y desarrollo de Condumex.

Y al preguntárseles sobre por qué la empresa se mantiene innovadora en las condiciones actuales, la respuesta fue:

Se mantiene porque los resultados de Cidec Carso han redundado en beneficio de las plantas, que son nuestros clientes, y porque han aumentado el patrimonio tecnológico de la empresa.

Influencia del entorno

Se solicitó también a los entrevistados que calificaran de mayor a menor importancia una serie de factores del entorno que influyen, de forma positiva o negativa, en la capacidad de innovación de la empresa. Los entrevistados coincidieron que los factores externos que más influyen son:

- 1) La rentabilidad del sector: “sin duda, el más importante pues hay sectores industriales que son más estratégicos que otros”, afirmó uno de los gerentes.
- 2) El tamaño del mercado.
- 3) La diversificación de productos en algunos sectores en los que compite la empresa; y, ligado al anterior.
- 4) La dinámica innovadora del sector. Con menor importancia identificaron la competencia elevada en sus mercados, el potencial inventivo de los competidores, el ciclo de vida de los productos en autopartes, las regulaciones gubernamentales, y la existencia cercana de universidades y centros de I+D con los cuales vincularse.

En su opinión, la estructura de precios y la disponibilidad de financiamiento no tienen impacto en la capacidad de innovación de la empresa. En la Tabla 77 se muestra la totalidad de los factores calificados y el tipo de influencia que ejercen sobre la empresa.

Tabla 77. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de Cidec

Factores del entorno	Influencia (positiva o negativa)	Importancia
Rentabilidad del sector	Positiva	1
Tamaño del mercado	Positiva	2
Diversidad de productos	Positiva	3
Dinámica innovadora del sector	Positiva	4
Competencia elevada	Positiva	5
Patentes de la competencia	Positiva	6
Ciclo de vida de los productos (solo en autopartes)	Positiva	7
Regulaciones gubernamentales	Positiva	8
Universidades y centros de I+D cercanos	Positiva	9
Estructura de precios del sector	No impacta	No impacta
Disponibilidad de financiamiento	No impacta	No aplica

Fuente: Entrevista en la empresa.

XI.2 Condiciones y contexto para la innovación en Cebadas y Maltas

Se solicitó a los directivos de la empresa que calificaran de mayor a menor importancia una serie de condiciones necesarias para la innovación, solicitándoles que agregaran otras condiciones que en su opinión deberían tomarse en cuenta. El resultado de sus impresiones fue el que se muestra en la Tabla 78.

Tabla 78. Condiciones para la innovación en Cebadas y Maltas

Condiciones necesarias para la innovación en la empresa	Calificaciones
Líderes que impulsan la innovación en la empresa	1
Cultura de la empresa favorable a la innovación	2
Personal capacitado para realizar tareas de I+D	3
Infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos, plantas piloto – muy importante-)	3
Existencia de Gerencia o Departamento de Ingeniería	3
Existencia de Gerencia o Departamento de I+D	3
Inversión en I+D	4
Personal capacitado para gestionar tecnología	4
Capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i	4
Estrategia tecnológica (o de innovación) definida	5
Capacidad de respuesta a las demandas del mercado	5
Personal capacitado para realizar tareas de escalamiento y transferencia	No calificado

Fuente: Opiniones de directivos de la empresa.

En opinión de los entrevistados contar con líderes convencidos que impulsan la innovación, y estar soportados por una cultura organizacional favorable a la innovación, son las condiciones más importantes para la innovación en la empresa. Señala el Gerente de Planta:

Para Cebadas y Maltas, la cultura de la innovación es un proceso fundamental para ofrecer productos y servicios competitivos. Para ello se han establecido metodologías y estrategias para poder innovar, realizar estudios de los factores que intervienen en el proceso para la innovación y de las oportunidades existentes en los diferentes escenarios. Estas son herramientas que se aplican fundamentalmente para obtener siempre los mejores resultados de ello.

Los gerentes entrevistados están convencidos de que hay cuatro condiciones importantes, que colocan en tercer lugar en sus apreciaciones: contar con personal capacitado para realizar tareas de I+D, contar con infraestructura adecuada y con gerencias o departamentos de I+D e Ingeniería. En menor grado de importancia colocaron las inversiones en I+D, contar con personal capacitado para gestionar tecnología, y tener capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i.

Las condiciones menos importantes son, en su opinión, aquellas referidas al hecho de contar con una estrategia tecnológica definida, y la capacidad de respuesta a las demandas al mercado.

Cuando se les cuestionó sobre cómo se han generado en la empresa estas condiciones, la respuesta fue:

Cuando se tiene una necesidad de mejorar de acuerdo a los esquemas competitivos, es cuando se busca la innovación y mejora.

Y, sobre quiénes han participado en generar estas condiciones favorables a la innovación, respondieron:

Existe en Grupo Modelo la Dirección de Ingeniería, quien analiza anualmente los Proyectos de Inversión para la innovación y/o mejora. En cada Planta se tiene definido al personal que participa directamente en los Proyectos de Inversión, y todo el Comité Directivo de Competitividad.

Ellos reafirman lo dicho:

A través del Comité Directivo de Competitividad se generan las condiciones para la innovación.

Se solicitó también a los entrevistados que calificaran de mayor a menor importancia una serie de factores del entorno que influyen, de forma positiva o negativa, en la capacidad de innovación de la empresa. Calificaron de forma distinta a los entrevistados de las otras empresas, pues no identificaron un factor de importancia 1, calificaron seis factores con importancia 2 y con influencia positiva sobre la capacidad de innovación de la empresa, tres factores con importancia 5 e influencia negativa, y uno con muy poca importancia (9) e influencia negativa. Además, consideraron que el factor ciclo de vida del producto no aplica en su sector.

Los entrevistados coincidieron que los factores externos que más influyen de forma positiva, aunque con una misma importancia son: Competencia elevada, rentabilidad del sector, regulaciones gubernamentales, estructura de precios del sector, disponibilidad de financiamiento y dinámica innovadora del sector. Con menor valor, pero igual importancia, y ejerciendo un impacto negativo, identificaron tres factores del entorno: Diversidad de productos, tamaño del mercado y la existencia cercana de universidades y centros de I+D con quienes vincularse. En su opinión, las actividades de protección industrial de los competidores no tienen impacto en la capacidad de innovación de la empresa. En la Tabla 79 se muestra la totalidad de los factores calificados y el tipo de influencia que ejercen sobre la empresa.

Tabla 79. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa

Factores del entorno	Influencia (positiva, negativa)	Calificaciones
Competencia elevada	Positiva	2
Rentabilidad del sector	Positiva	2
Regulaciones gubernamentales	Positiva	2
Estructura de precios del sector	Positiva	2
Disponibilidad de financiamiento	Positiva	2
Dinámica innovadora del sector	Positiva	2
Diversidad de productos	Negativa	5
Tamaño del mercado	Negativa	5
Universidades y centros de I+D cercanos	Negativa	5
Patentes de la competencia	Negativa	9
Ciclo de vida de los productos	No aplica	No aplica

Fuente: Opiniones de directivos de la empresa.

XI.3 Condiciones y contexto para la innovación en Innovamédica

Los resultados de la evaluación (impresiones) de los directivos de Innovamédica se presentan a continuación.

Como se indica en la Tabla 80, tomando en cuenta que la condición 1 es de la más alta importancia y la 13 es la menos importante.

Puede observarse, y era de esperarse, que las valoraciones no coinciden salvo en la apreciación que tienen de la cultura organizacional favorable a la innovación, que los tres entrevistados ubican en segundo lugar en importancia.

Resalta, por ejemplo, la importancia que se le da a la capacidad de respuesta a las demandas del mercado, pues mientras para el Director General ésta es la condición para la innovación número 1, para el Director de Operaciones ocupa la y Finanzas posición 4, y para el Subdirector de I+D es una de las últimas condiciones (la 9). Esto tiene que ver, sin duda, con sus responsabilidades. El Director General es el responsable de las ventas y de la rentabilidad de la empresa, y eso sin duda determina sus puntos de vista sobre las condiciones para la innovación.

Tabla 80. Condiciones para la innovación en la empresa Innovamédica

Condiciones necesarias para la innovación en la empresa	Calificación		
	DG	DOF	SID
Capacidad de respuesta a las demandas del mercado	1	4	9
Cultura de la empresa favorable a la innovación	2	2	2
Personal capacitado para realizar tareas de I+D	3	1	4
Líderes que impulsan la innovación en la empresa	4	3	1
Estrategia tecnológica (o de innovación) definida	5	5	3
Infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos).	6	7	11
Inversión en I+D.	7	12	10
Existencia de Dirección de I+D	8	8	12
Existencia de Gerencia o Departamento de Ingeniería	9	11	13
Capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i	10	6	7
Personal capacitado para gestionar tecnología	11	9	8
Personal capacitado para realizar tareas de escalamiento (pruebas piloto) y transferencia	12	10	6
Capacidad de Vinculación con IES, Centros de I+D y hospitales	No la calificó	10	5

Fuente: Elaborado con opiniones de entrevistados.

Una opinión cercana tienen el Director General y el Director de Operaciones y Finanzas sobre la necesidad de contar con infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos), pero en ello difiere Subdirector de I+D. Para el segundo, ese es “otro coco de la empresa, Innovamédica se vincula para resolverlo”.

En cuanto a la condición referida a inversión en I+D, el Director General le da una importancia más alta (7), que sus dos colaboradores, que la colocan en las posiciones 10 y 12. Esto puede deberse, a que mientras el Director General valora el hecho de que invertir en I+D implica recursos que podrían utilizarse para otras actividades, sus colaboradores valoran más bien el hecho de que el dinero se puede obtener de fuentes externas. Como opina el Director de Operaciones y Finanzas: “Si tienes todo lo demás, la inversión en I+D es fácil de conseguirla”.

Otra diferencia, de tres a cuatro puntos, puede encontrarse en la importancia que le dan a la capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i, y al hecho de contar con personal capacitado para gestionar tecnología. En ambos casos, el Director General le otorga una importancia menor.

El Director General, a diferencia de sus colaboradores, piensa que la capacidad de vinculación es una condición necesaria para incrementar el número de proyectos de la empresa, pero no para innovar.

Cuando se les cuestionó sobre cómo se han generado en la empresa estas condiciones, y sobre quiénes han participado en generarlas, la respuesta del Subdirector de I+D fue la siguiente:

Todo parte del liderazgo y la visión de Emilio Sacristán, el fundador. La premisa de formación de esta empresa ha sido la innovación, de ahí su nombre. Parte de estas condiciones se han aprendido sobre la marcha. Las políticas generales y la cultura de innovación de la empresa han partido de dicha visión y liderazgo. Esta se ha arraigado. Desde luego que ha habido cambios y modificaciones a cosas que no han funcionado.

Y al preguntársele a éste último sobre por qué la empresa se mantiene innovadora en las condiciones actuales, su respuesta fue:

Porque ha habido mucha insistencia y perseverancia de mantenerse, quizá hasta la exageración, de no claudicar en la innovación, y de no tomar copias o mejoras poco significativas o incrementales. Insistencia en buscar innovaciones radicales. De hecho, en su detrimento financiero, la empresa ha dejado pasar muchos proyectos porque no han sido suficientemente innovadores.

Y, de acuerdo a su información, en la generación de condiciones necesarias para la innovación en la empresa han participado todos los involucrados:

Todos han participado, en general, pero principalmente su fundador y primer Director General (Emilio Sacristán). Y, sobre todo, los primeros colaboradores de la empresa: Javier Pinzón y Bibiana Suárez Medina (la de mayor antigüedad de la empresa, después de Emilio)²¹⁴.

Factores del contexto

Se solicitó también a los entrevistados que calificaran de mayor a menor importancia (del 1 al 12) una serie de factores del entorno que influyen, de forma positiva o negativa, en la capacidad de innovación de la empresa. Hubo cinco factores donde coincidieron: los dos importantes, dos de importancia media, y uno de importancia mínima, como se puede ver en la Tabla 81.

Los entrevistados coincidieron que los factores externos que más influyen son: 1) Universidades y centros de I+D cercanos, que no sorprende pues la vinculación está en la base de modelo de negocio; y, 2) La dinámica innovadora del sector, que está dominado por grandes empresas que realizan inversiones muy fuertes en I+D cada año. Con una importancia media (4 a 6) identificaron la disponibilidad de financiamiento y la rentabilidad del sector. Y los tres coincidieron en que la estructura de precios del sector no tiene impacto en la capacidad de innovación de la empresa.

Tabla 81. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de la empresa

Factores del entorno	Influencia (positiva o negativa)	Calificación		
		DG	DOF	SID
Universidades y centros de I+D cercanos	Positiva	1	2	2
Dinámica innovadora del sector	Positiva	2	3	3
Ciclo de vida de los productos	Positiva	3	10	9
Tamaño del mercado	Positiva	4	1	8
Disponibilidad de financiamiento	Positiva	5	6	5
Rentabilidad del sector	Positiva	6	4	6
Patentes de la competencia	Positiva	7	8	1
Competencia	Positiva	8	12	11
Diversidad de productos	Positiva	9	11	4
Estructura de precios del sector	Positiva	10	9	10
Regulaciones gubernamentales	Negativa	11	7	7
Aversión al riesgo en México. Sugerida por el DOF.	Negativa	No la calificó	5	No la calificó

Fuente: Elaborado con opiniones de entrevistados.

²¹⁴ “Emilio, todos, las cabezas de los departamentos principalmente”, opinó el Director General..

Hay dos factores con un impacto negativo sobre la capacidad de innovación de la empresa: las regulaciones ambientales, en cuya calificación media coinciden los mandos medios, pero no el Director General que le da menor importancia; y, la aversión al riesgo, como parte de la cultura de innovación existente en México, que sugirió el Director de Operaciones y Finanzas de la empresa.

Llama la atención la diferencia de apreciación que existe sobre el factor *Ciclo de vida de los productos*, pues mientras el Director General le asigna un valor alto (de 3), los otros dos entrevistados consideran que tiene poco impacto en la capacidad de innovación de la empresa (calificaciones de 9 y 10). En este caso, el Subdirector de I+D, opinó sin embargo que si el producto es una patente, entonces sí es importante “aprovechar al máximo su tiempo de vida”, que como se sabe es de 20 años a partir de su solicitud ante las oficinas de propiedad industrial.

Otro factor que llama la atención, por su importancia, es el tamaño del mercado, en cual también existe diferencias de apreciación, de hasta siete puntos entre el Director de Operaciones y el Subdirector de I+D. En un punto intermedio se encuentra la calificación del Director General. Esta diferencia de apreciación tal vez se deba a que estén pensando en mercados distintos, pues si se trata del mercado mexicano, en opinión de uno de ellos, “no existen competidores en México para Innovamédica”.

XI.4 Condiciones y contexto para la innovación en Caismex

En la Tabla 82 se muestran los resultados de las apreciaciones del Gerente Comercial de Caismex sobre condiciones para la innovación, tomando en cuenta que la condición 1 es de la más alta importancia y la 12 es la de menor importancia.

Como se puede ver en la Tabla 82 solo dos condiciones que favorecen la innovación se han podido generar recientemente esta pequeña empresa. En primer lugar, contar con personas que impulsan la innovación en la empresa (en este caso, la hija y el hijo del gerente general que se han incorporado a la empresa una vez que han terminado sus estudios de licenciatura); y la generación, poco a poco, de una cultura que favorezca los cambios incrementales en los procesos de la empresa “que está en construcción y desarrollo”.

Tabla 82. Condiciones para la innovación en Caismex

Condiciones necesarias para la innovación en la empresa	Calificación
Personas que impulsan la innovación en la empresa	1
Cultura de la empresa favorable a la innovación (en proceso de construcción y desarrollo)	2
Estrategia tecnológica (o de innovación) definida	No la definen
Capacidad de respuesta a las demandas del mercado	No la calificó
Inversión en I+D	No realizan I+D
Infraestructura adecuada (laboratorios, talleres, equipos, plantas piloto – muy importante-)	No tienen
Personal capacitado para realizar tareas de I+D	No tienen
Personal capacitado para realizar tareas de escalamiento y transferencia	No tienen
Personal capacitado para gestionar tecnología	No tienen gestores de tecnología
Capacidad de formulación y ejecución de proyectos de I+D+i	No realizan I+D
Existencia de Gerencia o Departamento de I+D	No tienen
Existencia de Gerencia o Departamento de Ingeniería	No tienen

Fuente: Elaborado con opiniones del entrevistado.

Las demás condiciones no se han generado en la empresa, dado que no realiza actividades de I+D, y por lo tanto no cuenta con infraestructura, ni con personal especializado en I+D, ni con capacidades organizacionales para ello.

Cuando se les cuestionó sobre cómo se han generado en la empresa estas dos condiciones, y sobre quiénes han participado en generarlas, la respuesta del actual Director General fue:

Por la necesidad de responder a lo que está sucediendo en el mercado. Ese ha sido en realidad el detonante, lo de allá afuera. Clientes, competencia: esas dos figuras son las que han estimulado, que aquí se generen cambios.

Y, por la incorporación de dos familiares de la tercera generación en la empresa: en 1998 una Administradora de Empresas (hija), que estuvo trabajando en la empresa hasta 2004; y en 2003 un Ingeniero Industrial (hijo), y de mi colaboradora Angélica, que es asistente comercial.

Las personas que han participado en generar dichas condiciones necesarias para la innovación en la empresa son el Gerente General (“que tiene un pensamiento muy flexible, y si le justificas la necesidad del cambio, en términos del negocio, lo impulsa de una manera muy comprometida”), la Administradora de Empresas (hija), y el Ingeniero Industrial (hijo).

Factores del contexto

Se solicitó también al Gerente Comercial que calificara de mayor a menor importancia (del 1 al 10) una serie de factores del entorno que influyen, de forma positiva o negativa, en la capacidad de innovación de la empresa, siendo el número 1 el más importante, y 10 el menos importante.

Los resultados de su evaluación se muestran en la Tabla 83. El entrevistado identificó solo cinco factores externos que influyen en su negocio, que calificados en orden de importancia, son los siguientes: 1) La competencia elevada: “Nos ha motivado, nos ha estimulado”, ha sido una influencia positiva, “para que estemos diciendo: Pues esto hay que mejorarlo, a fuerzas”; 2) Disponibilidad de financiamiento; 3) Estructura de precios del sector, “que va muy ligado con la competencia elevada”; 4) Regulaciones gubernamentales; y, 5) Vinculación con universidades.

Tabla 83. Factores del entorno que influyen en la capacidad de innovación de Caismex

Factores del entorno	Influencia	Calificación
Competencia elevada	Positiva	1
Disponibilidad de financiamiento	Negativa	2
Estructura de precios del sector	Positiva	3
Regulaciones gubernamentales	Negativa	4
Vinculación	Negativa	5
Dinámica innovadora del sector	No la calificó	No la calificó
Patentes de la competencia	No la calificó	No la calificó
Rentabilidad del sector	No la calificó	No la calificó
Diversidad de productos	No la calificó	No la calificó
Ciclo de vida de los productos	No la calificó	No la calificó
Tamaño del mercado	No la calificó	No la calificó
Universidades y centros de I+D cercanos	No la calificó	No la calificó

Fuente: Elaborado con opiniones del entrevistado.

De los identificados, hay tres factores con un impacto negativo sobre la capacidad de innovación de la empresa: *las regulaciones ambientales*, “que no favorecen el desarrollo de los negocios lícitos”; *la disponibilidad de financiamiento*, pues no hay apoyos gubernamentales, “esto ha influido mucho en nuestra incapacidad”; y la *vinculación*, pues, señala el entrevistado:

No hay una cultura, aunque ya va creciendo, ni casos muy sonados, ni las formas muy transparentes en las que nos muestren los proyectos que han existido entre universidades o centros de I+D y la empresa. Eso lo hemos visto más allá de los límites del Río Bravo, entre los más cercanos (...) Falta mejor conocimiento, promoción, pero eso va ligado con la disponibilidad de financiamiento, qué tanto el gobierno promueve eso; no hay promoción (...) Claro, uno tiene la responsabilidad de buscarle.