



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

**“PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
PLANEACIÓN TECNOLÓGICA EN EL INSTITUTO
MEXICANO DEL PETRÓLEO”**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS-INNOVACIÓN
Y ADMINISTRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

P R E S E N T A:

I.Q. SANDRA HERMOSO BERRUECOS

TUTOR:

M.I. MARIA GEORGINA ORTIZ GALLARDO

México, D.F.

2012



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.

JURADO ASIGNADO

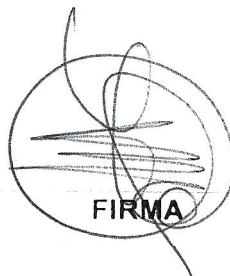
Presidente: ING. NIETO COLÍN FRANCISCO JERÓNIMO
Secretario: Dr. SAMANO CASTILLO JOSÉ
Vocal: M. en C. CASTILLO CORONA AMPARO
1er. Suplente: M.I. VEGA GONZÁLEZ LUIS ROBERTO
2do. Suplente: M.I. ORTIZ GALLARDO MARIA GEORGINA

Sitio en donde se desarrolló el tema:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO E
INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

TUTOR DE TESIS:

M.I. MARÍA GEORGINA ORTIZ GALLARDO


FIRMA

***“Planee para el futuro; no estaba lloviendo
cuando Noé construyo el arca”***

Autor (N.D.)

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, por darme fe en lo que parecía muy difícil de realizar y mantener en mí la esperanza y confianza para poder realizar y cumplir la meta que anhelaba al iniciar la carrera en la universidad

A la Universidad Nacional Autónoma de México, la Facultad de Química y el Posgrado de Ingeniería por la oportunidad de realizar los estudios de maestría. Y donde pasé los mejores momentos de mi vida.

A mis profesores de la maestría de Innovación y Administración de la Tecnología a quienes expreso mi más profundo agradecimiento y admiración por compartir su conocimiento y experiencia profesional.

A la M.I. María Georgina por permitirme realizar éste trabajo de investigación en el Instituto Mexicano del Petróleo, por su paciencia, por sus consejos y apoyo incondicional.

Al M.I. Ricardo Ortiz Eleveño por apoyar las actividades relacionadas con mi trabajo de investigación.

A los miembros del jurado, quienes amablemente dedicaron tiempo para hacer observaciones y dar consejos invaluable para mejorar la claridad del trabajo de tesis.

Al CONACYT por la beca recibida para realizar los estudios de maestría en Innovación y Administración de la Tecnología y desarrollar la tesis para la obtención de grado. Mi agradecimiento más sincero a este tipo de instituciones que promueven y apoyan la formación de profesionistas en México

**"Espere lo mejor, planee para lo peor,
y prepárese para ser sorprendido."**

Denis Waitley

DEDICATORIAS:

A mi madre y mi padre:

Porque les debo mucho de lo que ahora soy; sin su apoyo esta experiencia no se hubiera concluido. Gracias por todo su amor, sus consejos y su sabiduría, sobre todo les doy las gracias por ser su Sandy. **Los AMO**

A mis hermanas Kary y Ale:

Sin ellas el mundo sería muy complicado; ustedes me han apoyado y sé que cuento con ustedes incondicionalmente así como ustedes cuentan conmigo. **Las AMO**

A mi familia (tíos, abuelos, primos, etc.):

Porque están a mi lado cuando más los necesito en las buenas y en las malas.

A mi Ale:

Porque no hay un día, del tiempo que has pasado a mi lado, que no me digas “Te Amo” como yo a ti.

A mis amigos:

Dianita, Elena, Guz, Serch, Pris, Nata, Vane a todos mis demás amigos que aunque aquí no los nombre saben muy bien que me acuerdo de Ustedes y que no los olvido.

A mi trixie:

Qué me hace los días más divertidos, o yo a ella. Es una amiga muy especial...

Propuesta de una metodología para la planeación tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

Contenido

Resumen.....	12
Introducción	14
Objetivos de la investigación.....	16
Metodología de la investigación	17
Estructura de la tesis.....	18
1 Instituto Mexicano del Petróleo.....	20
1.1 Origen.....	20
1.2 Misión.....	21
1.3 Visión.....	21
1.4 Valores institucionales	21
1.5 Estructura orgánica del IMP	22
1.6 Direcciones de especialidad	24
1.6.1 Dirección de exploración y producción.....	24
1.6.2 Dirección de ingeniería de proceso.....	24
1.6.3 Dirección de Ingeniería de Proyecto	25
1.6.4 Dirección de Seguridad y Medio Ambiente.....	26
1.7 Investigación y Desarrollo en el Instituto Mexicano del Petróleo	27
2 Marco teórico.....	32
2.1 Planeación	32
2.2 Estrategia.....	32
2.3 Planeación estratégica	33
2.4 Tecnología	34
2.5 Caracterización de la tecnología	34
2.6 Tecnología y competitividad	36
2.7 Planeación tecnológica.....	39
2.8 Estrategia tecnológica	40
2.9 Modelos, métodos y procesos de planeación tecnológica	43

2.9.1	Giral y González (1986)	43
2.9.2	Carlos Benavides (1998).....	46
2.9.3	Escorsa y Valls (2001)	56
2.9.4	Agustín González (2005).....	58
2.9.5	Victoria Erosa (2007)	63
2.10	Comentarios sobre el marco teórico.....	70
2.11	Modelos, procesos y herramientas de planeación tecnológica.....	75
2.11.1	Evolución cronológica de las publicaciones en administración de la tecnología.....	75
2.11.2	Evolución cronológica de las publicaciones en planeación tecnológica	76
2.11.3	Modelos, procesos y herramientas de planeación tecnológica	78
2.11.4	Philip D. Metz (1996).....	82
2.11.5	Darla Dernovsek (2003).....	83
2.11.6	David J Waldron (2005)	85
2.11.7	Hyungu Kang (2005)	86
2.11.8	Philip J. Whalen (2007).....	87
2.11.9	Arnoud de Meyer (2008).....	90
2.12	Aspectos relevantes de los documentos analizados.....	92
3	Planeación tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo.....	94
3.1	Planeación tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo.....	94
3.1.1	Programa institucional estratégico (PIE).....	94
3.1.2	Proceso de desarrollo de nuevos productos.....	99
3.1.3	Modelo de administración por procesos	102
3.1.4	Análisis de las actividades de planeación tecnológica en el IMP	109
4	Bases de la metodología propuesta para realizar la planeación tecnológica en el IMP	111
4.1	Bases para el desarrollo de una metodología para realizar la planeación tecnológica en el IMP	111
4.2	Definir el contexto estratégico tecnológico del IMP.....	116
4.3	Desarrollar la estrategia tecnológica del IMP	120
4.4	Definir la cartera de proyectos tecnológicos	124
4.5	Integrar el plan tecnológico	127
4.6	Monitoreo y control de los proyectos tecnológicos	127
5	Conclusiones.....	132

Bibliografía	134
Anexos	137
Anexo 1. Metodología para el desarrollo del estudio bibliométrico	137
Anexo 2 Tabla de estrategias de búsqueda referentes a temas de administración de la tecnología.....	137
Anexo 3 Registro de publicaciones referentes a temas de planeación de la tecnología.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura orgánica del Instituto Mexicano del Petróleo.....	22
Figura 2.1 Actividades de la cadena de valor de las empresas y tecnología	39
Figura 2.2 Árbol de clasificación de las estrategias	41
Figura 2.3 Matriz tecnologías-productos.....	49
Figura 2.4 Árbol de decisión para la clasificación de las tecnologías.....	50
Figura 2.5 Proceso de dirección estratégica de la tecnología	55
Figura 2.6 El proceso de elaboración de la estrategia tecnológica	57
Figura 2.7 El proceso iterativo de elaboración de las estrategias corporativa y tecnológica	57
Figura 2.8 Modelo conceptual del sistema de gestión de tecnología	59
Figura 2.9 Integración de la tecnología en la planeación estratégica.....	60
Figura 2.10 Modelo conceptual del subsistema: planear la estrategia tecnológica.....	61
Figura 2.11 Proceso de planeación tecnológica	64
Figura 2.12 Etapas de la planeación tecnológica	65
Figura 2.13 Proceso de toma de decisiones.....	67
Figura 2.14 Evolución cronológica de las publicaciones en administración de la tecnología	75
Figura 2.15 Temas que abordan los registros en administración de tecnología	76
Figura 2.16 Evolución cronológica de las publicaciones en planeación tecnológica.....	77
Figura 2.17 Temáticas abordadas con mayor frecuencia en los registros de planeación tecnológica	77
Figura 2.18 Frecuencia de áreas temáticas que se abordan en las publicaciones de planeación tecnológica por año	78

Figura 2.19 Proceso de planeación tecnológica	82
Figura 2.20 Flujo del proceso de planeación tecnológica en diferentes áreas	89
Figura 2.21 Selección de elementos que soporten las iniciativas estratégicas	89
Figura 2.22 Interrelaciones entre las diferentes funciones de la empresa	90
Figura 2.23 Descripción simplificada de la aplicación de la estrategia tecnológica	91
Figura 3.1 Proceso de etapas y compuertas	101
Figura 3.2 Catálogo de macroprocesos del IMP	103
Figura 3.3 Acciones en materia de planeación tecnológica identificadas en los programas estratégicos del IMP en el tiempo	106
Figura 4.1 Proceso general de planeación tecnológica	112
Figura 4.2 Etapas de la metodología de planeación tecnológica con entradas y salidas	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Descripción de las direcciones de especialidad del IMP	22
Tabla 2.1 Actividades de planeación tecnológica	43
Tabla 2.2 Matriz de atractivo tecnológico/posición tecnológica de la empresa	51
Tabla 2.3 Matriz de inversión en tecnología	53
Tabla 2.4 Elementos a considerar en una auditoría tecnológica	66
Tabla 2.5 Subprocesos para la actualización de una estrategia tecnológica	68
Tabla 2.6 Aspectos importantes de planeación tecnológica, estrategia tecnológica y plan tecnológico identificados en la literatura.	71
Tabla 2.7 Etapas propuestas para el proceso de planeación tecnológica	73
Tabla 2.8 Modelos, procesos y herramientas de planeación tecnológica identificados.	79
Tabla 3.1 Actividades de los macroprocesos de MAP relacionadas con el proceso de planeación tecnológica	108
Tabla 4.1 Etapas del proceso de planeación tecnológica para el IMP	114
Tabla 4.2 Áreas involucradas por rol en la etapa definir el contexto estratégico tecnológico del IMP	117
Tabla 4.3 Acciones propuestas para desarrollar la etapa definir el contexto estratégico del IMP .	118
Tabla 4.4 Contenido de las fichas de descripción de las necesidades tecnológicas	120

Tabla 4.5 Rol por área involucrada en la etapa desarrollar la estrategia tecnológica del IMP	121
Tabla 4.6 Acciones propuestas para la etapa desarrollar la estrategia tecnológica del IMP (se deben realizar para cada negocio).....	122
Tabla 4.7 Implicaciones de las estrategias tecnológicas	122
Tabla 4.8 Rol por área involucrada en la etapa definir la cartera de proyectos tecnológicos	124
Tabla 4.9 Actividades y acciones de la etapa definir la cartera de proyectos tecnológicos (se deben realizar para cada negocio).....	125
Tabla 4.10 Contenido de las fichas de información por proyecto	126
Tabla 4.11 Rol por área involucrada en la etapa monitoreo y control de los proyectos tecnológicos	127
Tabla 4.12 Actividades a realizar en la etapa monitoreo y control de proyectos tecnológicos y plan tecnológico	129
Tabla A.0.1 Estrategias de búsqueda referentes a temas de administración de la tecnología.	137
Tabla A.0.2 Registros recuperados para el análisis de publicaciones de la investigación documental	139

Resumen

La manera de incorporar tecnología en Petróleos Mexicanos (Pemex) ha evolucionado a través del tiempo por lo que Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) ha hecho diversas actividades para adaptarse a la nueva relación con Pemex, en muchos casos de cliente (Pemex)- Proveedor (IMP). Varias de éstas actividades se enfocan en alinear los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) con las necesidades tecnológicas de Pemex. Sin embargo, en el IMP sigue existiendo un alto índice de propuestas y proyectos de IDT que se llevan a cabo, cuyos resultados no son de alto impacto para Pemex.

El Grupo de Inteligencia Tecnológica Competitiva (ITC) del IMP, ha desarrollado estudios de inteligencia en apoyo a las propuestas y proyectos de IDT que se realizan en la organización. Los estudios muestran en las propuestas, novedad técnica y alineación con las necesidades de Pemex sin embargo, se observa como oportunidad de mejora, fortalecer su planteamiento en aspectos competitivos y de negocio. El grupo de ITC con base en la experiencia que posee en Gestión de Tecnología, considera que el desarrollo de herramientas y metodologías para la planeación tecnológica aplicables al IMP, pueden apoyar a mejorar la alineación de las propuestas y proyectos de IDT con los objetivos de negocio de la institución. El presente trabajo muestra los resultados de una investigación tendiente a desarrollar las bases de una metodología de planeación tecnológica aplicable al IMP a partir del análisis de literatura especializada.

Entre las actividades de la metodología de investigación se encuentran, búsqueda, identificación y análisis de información sobre temas de administración y planeación de tecnología para identificar documentos relacionados con modelos, métodos y metodologías de planeación tecnológica; análisis de información relacionada con las actividades de planeación tecnológica del IMP; identificación de elementos para la construcción de una metodología de planeación tecnológica aplicable al IMP.

Palabras Clave: Planeación tecnológica, Instituto Mexicano del Petróleo, Metodología, Bibliometría, Inteligencia tecnológica.

Abstract

The way to incorporate technology into Petroleos Mexicanos (Pemex) has evolved over time so the Mexican Petroleum Institute (IMP) has made various efforts to adapt to the new relationship with Pemex, in many cases customer (Pemex) - Supplier (IMP). Several of these activities focus on aligning research and technological development (RTD) with the technological needs of Pemex. However, in IMP remains a high index of RTD proposals and projects being carried out, whose results are not high impact for Pemex.

The Competitive Technology Intelligence Group (ITC) of IMP, has conducted studies of intelligence in support of RTD proposals and projects taking place in the organization. Studies show in the proposals, technical innovation and alignment with the needs of Pemex however, is seen as an opportunity to improve, strengthen its approach to business and competitive aspects. The ITC group based on the experience it provides in Management of Technology, believes that the development of tools and methodologies for technology planning applicable to IMP can support better alignment of RTD proposals and projects with business objectives of the institution. This paper shows the results of an investigation to develop the foundations of a technology planning methodology applicable to the IMP from the analysis of literature.

Among the activities are research methodology, research, identification and analysis of information on management and technology planning to identify documents related to models, methods and technology planning methodologies, analysis of information related to technology planning activities IMP, identification of elements for the construction of a technology planning methodology applicable to the IMP.

Keywords: technology planning, Mexican Petroleum Institute, Methodology, Bibliometrics, Intelligence technology.

Introducción

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) ha sido, desde su creación, una importante plataforma para la investigación científica, el desarrollo humano y tecnológico al servicio de la industria petrolera nacional. A lo largo de su historia, ha generado tecnología y productos que ha incorporado en los servicios que ofrece o aplicado de manera directa en Pemex, su principal cliente. Las tecnologías de proceso, los catalizadores y productos químicos son algunas áreas en las que podemos encontrar varios ejemplos de éxito. El Instituto Mexicano del Petróleo no recibe ningún tipo de subsidio del Gobierno Federal ni por parte de Pemex, por lo que tiene que obtener sus ingresos a partir de la comercialización de productos y servicios.

La mayor parte de las actividades de investigación y desarrollo que lleva a cabo el Instituto Mexicano del Petróleo, se enfocan en resolver problemas de la industria petrolera nacional, en específico para Petróleos Mexicanos (Pemex). Sin embargo, la forma de incorporar tecnología en Pemex ha evolucionado a lo largo del tiempo y por lo tanto, la relación Pemex-IMP también ha cambiado, llegando a ser esta relación en muchos casos de Cliente (Pemex)- Proveedor (IMP). Derivado de lo anterior, el IMP ha buscado establecer acciones que le permitan adaptarse a la nueva relación con Pemex, entre estas acciones se encuentra la transferencia de los resultados de los proyectos de IDT de las áreas de investigación, a las de especialidad con el fin de que sean incorporados y/o aplicados dichos resultados en productos y servicios que se venden directamente a Pemex. Otro de los aspectos que ha sido prioritario para el IMP es la alineación de los proyectos de investigación y desarrollo con las necesidades tecnológicas de Pemex. En este sentido es importante comentar que el IMP participa activamente en el diseño de diversos procesos de negocio de Pemex y éste a su vez, forma parte del Comité de Investigación Innovación y Soluciones (CIIS), entidad que aprueba y lleva a cabo el seguimiento de los proyectos de investigación y desarrollo del IMP. Sin embargo, se siguen generando propuestas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que se llevan a cabo, cuyos resultados son de bajo impacto para Pemex.

El grupo de Inteligencia Tecnológica Competitiva (ITC) del Instituto Mexicano del Petróleo, ha realizado actividades encaminadas a apoyar la toma de decisiones en los ámbitos científico, tecnológico y competitivo en diferentes niveles de la organización (estratégico y

operativo) para todas sus áreas de actividad (Exploración, Ingeniería, Proceso, etc.). Como parte de dichas actividades el grupo de ITC, ha llevado a cabo numerosos estudios de inteligencia asociados a las propuestas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Los resultados de dichos estudios muestran novedad técnica en las propuestas que se presentan a evaluación, así como alineación con las necesidades de Pemex, sin embargo, se observa como oportunidad de mejora fortalecer su planteamiento en aspectos competitivos y de negocio. Por mencionar un ejemplo, supongamos que la perforación de pozos es adquirida por Pemex a través de servicios integrales de perforación, y que dichos servicios los ofrecen diversas empresas tanto nacionales como internacionales. Si el IMP quisiera competir en ese negocio debería ofrecer servicios equivalentes o mejores a los que proporcionan las otras compañías; y las propuestas de proyectos de investigación y desarrollo deberán estar dirigidas a cumplir este objetivo.

Es en este sentido que el grupo de ITC considera que el desarrollo de herramientas, modelos o metodologías de planeación tecnológica aplicables al contexto actual del IMP, (relación tipo cliente-proveedor con Pemex, principalmente) pueden apoyar a mejorar la alineación de las propuestas y proyectos de investigación con los objetivos de negocio de las cinco Direcciones de Especialidad de IMP y las necesidades tecnológicas de Pemex.

Adicionalmente, otro motivo que tiene el Grupo de Inteligencia Tecnológica del IMP para profundizar en el estudio de temas específicos de Gestión de Tecnología es el de mejorar sus procesos de análisis y fortalecer su base de conocimiento en apoyo a los procesos de negocio del IMP.

La planeación tecnológica es un proceso sistemático en donde se lleva a cabo el desarrollo de un marco estratégico tecnológico que le permite a la organización, seleccionar líneas de acción que deriven en ventajas competitivas y se concreten en una cartera de proyectos tecnológicos. Dicha cartera se incluye como parte del plan tecnológico que será el documento rector para el planteamiento, seguimiento y evaluación de propuestas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

Cabe señalar que la principal razón por la que se deben intensificar en una organización las actividades de planeación tecnológica están relacionadas con mantener o mejorar la posición en relación con los competidores, lo que incluye incrementar la competitividad,

no solo a través del desarrollo de nuevos productos sino de la mejor administración de procesos en relación con proveedores, canales de distribución, uso de tecnologías de información, etc.

Justificación

Es con base en lo anterior, que se planteó desarrollar una investigación tendiente a establecer las bases de una metodología para la realización de la planeación tecnológica aplicable al IMP, que permita mejorar la alineación de las propuestas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con los objetivos de negocio del IMP y su entorno competitivo.

Objetivos de la investigación

- Desarrollar las bases de una metodología de planeación tecnológica aplicable al Instituto Mexicano del Petróleo que describa las etapas, las actividades que deben realizarse, el personal participante y las herramientas por emplear.
- Desarrollar las bases de una metodología a partir del análisis de modelos, métodos, metodologías y herramientas de planeación tecnológica reportadas en la literatura especializada.
- Presentar los beneficios para desarrollar las actividades de planeación tecnológica con base en los fundamentos teóricos analizados.

Asociado a este objetivo se estableció un alcance de la investigación el cual es:

“Identificar los elementos que debería incluir una metodología para realizar la Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo”

Metodología de la investigación

En resumen la metodología que se siguió para la realización del presente trabajo consistió en términos generales de los siguientes pasos (Figura A.):

1. Búsqueda y colecta de información en bases de datos y literatura especializada (En el anexo I se presenta el detalle de la búsqueda realizada).
 - a. Identificación de documentos especializados en administración de tecnología. El periodo de búsqueda fue de 1967 a 2009. (Total de registros obtenidos 2507).
 - b. Identificación de documentos específicos en el tema de planeación tecnológica. El periodo de búsqueda fue de 1990 a 2012. (Total de registros obtenidos 149).
2. Análisis de la información colectada.
 - a. En una primera etapa, el análisis de la información colectada se realizó a través de técnicas bibliométricas.
 - b. En una segunda etapa, se analizó el contenido de los documentos identificados a partir del análisis bibliométrico como relevantes. Lo anterior, a fin de identificar modelos, metodologías, procesos y herramientas, para desarrollar la planeación tecnológica. (El análisis se realizó en dos etapas, la primera consistió en un estudio de 41 registros y la segunda en un análisis detallado de 12 documentos en texto completo).
3. Análisis de los modelos, métodos, metodologías y herramientas para realizar planeación tecnológica encontrados en la literatura, tendiente a la identificación de elementos de planeación tecnológica.
 - 3a. Lo anterior, permitió establecer las etapas del proceso general de planeación tecnológica.
4. Identificación y análisis de las actividades de planeación tecnológica en el IMP. Para ello se consultaron documentos internos de la organización en el periodo comprendido entre 1996 y 2012, entre los cuales destacan programas institucionales, planes de negocio, modelos, informes, entre otros.
5. Identificación de los elementos para la construcción de una metodología de planeación tecnológica aplicable al IMP.
6. Establecer las bases de la metodología de planeación tecnológica aplicable al IMP.

En la figura A se muestran de manera esquemática las etapas referidas

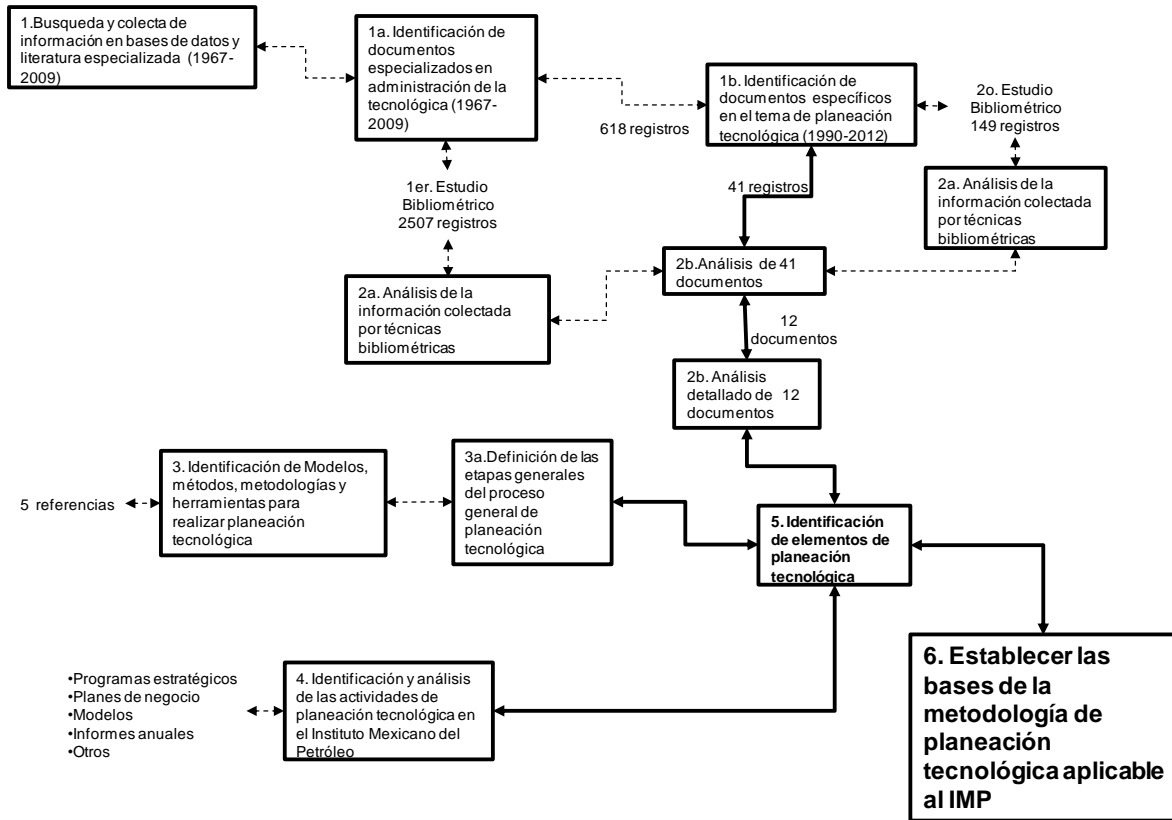


Figura A. Metodología de Investigación

Estructura de la tesis

El presente trabajo, se encuentra estructurado en cinco capítulos, cuya descripción se presenta a continuación:

El capítulo uno contiene la descripción de algunos aspectos y características importantes del Instituto Mexicano del Petróleo entre los que destacan, su origen, su estructura orgánica, sus direcciones de especialidad, sus actividades generales, entre otros.

El capítulo dos contiene los conceptos y definiciones que se emplean durante el desarrollo del trabajo, tales como: Planeación, Planeación Estratégica, Tecnología, Competitividad, Planeación Tecnológica, Estrategia Tecnológica, Modelos, Metodologías, Procesos y herramientas de planeación tecnológica además en un segundo apartado se presentan los resultados obtenidos de los estudios bibliométricos y la revisión y análisis de literatura en el tema de planeación tecnológica en bases de datos especializadas.

El capítulo tres contiene el análisis de las actividades de planeación tecnológica que se han llevado a cabo en el IMP durante el periodo comprendido entre 1996 y 2012.

En el capítulo cuatro, se presenta la propuesta de las bases de una metodología para la planeación tecnológica en donde se establecen las etapas identificadas del proceso general de planeación tecnológica y las actividades propuestas a desarrollar en la metodología, dichas actividades surgieron a partir del análisis de la información presentada en los tres capítulos anteriores.

Finalmente en el capítulo cinco se presentan las conclusiones y beneficios resultantes del trabajo de tesis.

1 Instituto Mexicano del Petróleo

1.1 Origen

En este capítulo se presenta una descripción de los aspectos generales del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), entre ellos su función, organización y estructura.

La creación del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), fue declarada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de agosto de 1965, bajo el gobierno del presidente Gustavo Díaz Ordaz con la siguiente declaratoria:

“Se crea el Instituto Mexicano del Petróleo como Organismo público Descentralizado, el documento básico al cual debe alinearse este principio es del Decreto de creación del Instituto, que señala como objeto fundamental la investigación y el desarrollo tecnológico; la ingeniería y la prestación de servicios técnico, así como la capacitación. Además, con la modificación de 2001, se le confieren atribuciones para otorgar grados académicos, comercializar los resultados de la investigación y desarrollo tecnológico y suscribir alianzas estratégicas y tecnológicas”.

El IMP es un organismo público, sectorizado en la Secretaría de Energía, es el centro de investigación de México dedicado al área petrolera, es una institución moderna y competitiva, orientada a la industria petrolera y en especial para apoyar a Petróleos Mexicanos “PEMEX”, por medio de la investigación y desarrollo tecnológico, así como para proporcionar servicios especializados dirigidos a resolver las necesidades estratégicas y operativas¹. El Instituto Mexicano del Petróleo no recibe ningún tipo de subsidio del Gobierno Federal ni por parte de PEMEX, por lo que tiene que obtener sus ingresos a partir de la comercialización de productos y servicios.

El programa institucional estratégico 2010-2017 establece como la misión y visión del IMP las siguientes:

¹ Programa Institucional Estratégico 2010-2017

1.2 Misión

Transformar el conocimiento en tecnología y servicios de valor para la industria petrolera

1.3 Visión

En 2017: Es un centro público de investigación de clase mundial con personal reconocido, tecnologías y servicios que contribuyen al desarrollo de la industria petrolera.

La visión implica que:

- Los resultados de la investigación y desarrollo tecnológico (IDT) con orientación de negocio son aplicados por la industria petrolera. Algunos, inclusive se utilizan en el ámbito internacional.
- El conjunto de productos y servicios que ofrece impactan directamente en la cadena de valor de la industria petrolera.
- Proporciona soluciones integrales por la sinergia lograda entre las diferentes especialidades del IMP.
- Cuenta con centros regionales con infraestructura de vanguardia, que facilitan la interacción con la industria petrolera.
- Son una comunidad comprometida, capacitada y reconocida; suficiente para contribuir al desarrollo tecnológico de la industria petrolera.
- Son una organización sustentable técnica y financieramente.

En el programa institucional estratégico también se declaran los siguientes valores institucionales:

1.4 Valores institucionales

1. Integridad y congruencia. Tiene un comportamiento ético basado en acciones y decisiones, con honestidad, respeto, confianza, compromiso y responsabilidad.
2. Liderazgo. Apoyan el logro de la misión y visión con el ejemplo personal, promoviendo tanto la innovación y creatividad, como el sentido de pertenencia, identidad y lealtad de la comunidad.

3. Calidad. Sus esfuerzos están basados en el conocimiento y están orientados a la satisfacción de nuestros clientes, actuando de manera efectiva con oportunidad y competitividad.

1.5 Estructura orgánica del IMP

Referente a la estructura orgánica del IMP, se puede observar en la figura 1.1 que el instituto cuenta con una dirección general, cuatro direcciones regionales: centro, marina, norte y sur; tres direcciones corporativas: de operación, de finanzas y administración y de planeación y desarrollo institucional y una dirección de Investigación y Posgrado. También cuenta con cinco direcciones de especialidad: Exploración y Producción, Ingeniería de Proceso, Ingeniería de Proyecto, Seguridad y Medio Ambiente; y Capacitación.

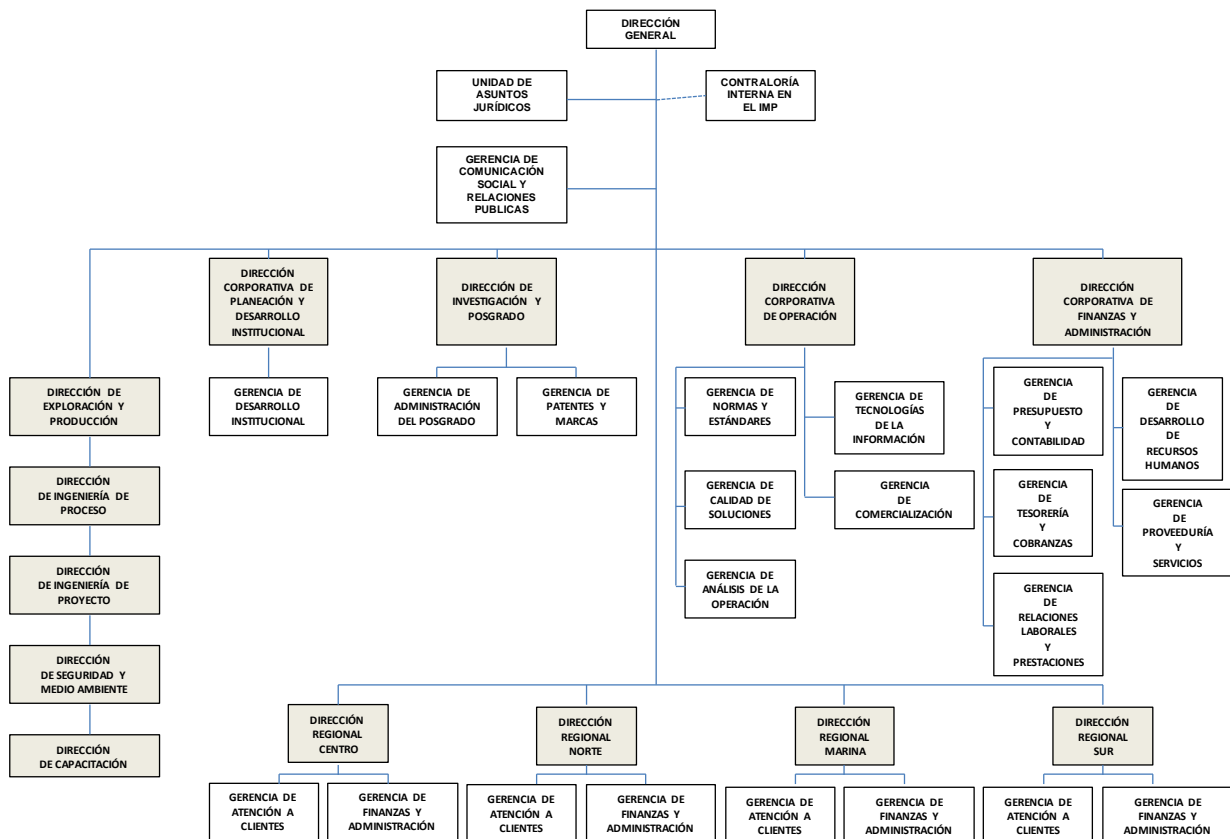


Figura 1.1 Estructura orgánica del Instituto Mexicano del Petróleo

A continuación en la tabla 1.1 se presenta la descripción resumida de las actividades que realizan las cinco direcciones de especialidad².

Tabla 1.1 Descripción de las direcciones de especialidad del IMP

² Negocios del instituto mexicano del petróleo

Dirección de especialidad	Principales actividades
Dirección de exploración y producción	Proporciona soluciones y servicios tecnológicos para coadyuvar a la incorporación de reservas y explotación óptima de yacimientos
Dirección de ingeniería de proceso	Proporciona servicios de diseño de proceso, de operación y seguridad, diseño de equipos e ingeniería de instrumentación y control tanto en el área de producción, como para plantas industriales
Dirección de ingeniería de proyecto	Proporciona servicios para proyectos de instalaciones industriales, explotación costa afuera y terrestre, almacenamiento y transporte, que incrementan y mantienen la planta productiva de PEMEX, atendiendo a las áreas de “Ingeniería de Construcción” así como a las de “Operación y Mantenimiento de Instalaciones
Dirección de seguridad y medio ambiente	Proporciona soluciones integrales a los problemas de seguridad y deterioro del ambiente de la industria petrolera, transformando el conocimiento en aplicaciones y soluciones innovadoras a través de servicios y tecnologías que le permiten mantener e incrementar la seguridad de sus instalaciones y personal, así como armonizar sus actividades productivas con la protección y conservación del ambiente
Dirección de capacitación	Diseña, desarrolla e implementa soluciones de aprendizaje y desarrollo, oportunas y rentables que desarrollan las competencias y habilidades requeridas para mejorar el desempeño y los resultados del negocio en la industria petrolera
Dirección de investigación y posgrado	Se ocupa de la investigación básica y su aplicación en la industria petrolera. En ésta dirección se promueve el aprendizaje, se evalúa y da seguimiento y control a la cartera de proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico, así también se transfieren los resultados de la evaluación de la cartera de proyectos para su comercialización.

1.6 Direcciones de especialidad

A continuación se presenta una descripción de las actividades que realizan las cinco direcciones de especialidad junto con sus líneas de producto y sus principales competidores

1.6.1 Dirección de exploración y producción

La Dirección de exploración y producción orienta estratégicamente sus esfuerzos para el desarrollo de diferentes servicios y productos por medio del fortalecimiento del factor humano, la infraestructura, la rentabilidad de sus productos y el soporte de un equipo de investigadores y especialistas para elevar el desempeño de la industria petrolera en un marco sostenible y sustentable a partir de las distintas líneas de productos.

- Geociencias
- Prospección geofísica
- Evaluación de yacimientos
- Recuperación de hidrocarburos
- Productividad de pozos
- Sistemas e instalaciones de producción
- Prevención y control de la corrosión
- Perforación, terminación y mantenimiento de pozos
- Sistemas y herramientas para la adquisición y procesamiento de información de pozos de instalaciones
- Sistemas de información para exploración y producción

Entre los competidores de ésta dirección se encuentran: Schlumberger, PGS, IFP-Beicip, CGG-Veritas, Halliburton, Weatherfor, Corrosión y P Ing., DWPG, ICSI.

1.6.2 Dirección de ingeniería de proceso

La dirección de ingeniería de proceso es una dirección que principalmente trabaja en soluciones integrales y estratégicas que apoyan a Pemex en sus procesos de producción de crudo y gas, refinación, procesamiento de gas y petroquímicos, dentro de los

estándares de calidad, en un marco de seguridad y protección al medio ambiente, con un enfoque que permite generar valor tanto a Pemex como al IMP.

Los productos y servicios que se generan en cada área de Ingeniería de Proceso están sustentados en la investigación y desarrollo, para ofrecer y comercializar servicios y productos de calidad con alto contenido tecnológico. Para cubrir con dichas actividades éste negocio cuenta con distintas líneas de productos como:

- Diseño de procesos para plantas industriales y de explotación
- Catalizadores
- Ingeniería de control y operación
- Ingeniería económica
- Inspección y análisis de fallas en materiales
- Tratamientos químicos
- Ingeniería de Software

Esta dirección tiene competidores como: Nalco, Apollo, PYPESA, COMIMSA, ICA, VIGENSA, COMESA, Jacobs Grous por mencionar algunas

1.6.3 Dirección de Ingeniería de Proyecto

La dirección de Ingeniería de proyecto realiza actividades de ingeniería tanto para proyectos de instalaciones industriales, explotación costa afuera y terrestre, como para almacenamiento y transporte, que incrementan y mantienen la planta productiva, agregando valor mediante la aplicación de soluciones con tecnología de vanguardia.

Los servicios inciden de manera preponderante en los proyectos de inversión enfocados a la producción de hidrocarburos, la refinación del petróleo y la producción de petroquímicos básicos y secundarios, áreas en las que la experiencia, compromiso y conocimientos de nuestro personal son determinantes.

Las líneas de producto de la dirección de ingeniería de proyecto son:

- Estudios
- Ingeniería
- Apoyo técnico

- Asesoría
- Desarrollo y asimilación de tecnología

La dirección de ingeniería de proyectos tiene agrupados a los competidores como Competidores Nacionales, Competidores Internacionales e Instituciones de Educación Superior (IES).

1.6.4 Dirección de Seguridad y Medio Ambiente

La dirección ofrece soluciones integrales y estratégicas a los problemas ambientales y de seguridad que enfrenta la industria petrolera, logrando armonizar sus actividades con la protección y conservación del ambiente además de adelantarse a los cambios regulatorios y a las exigencias sociales, agregando con ellas valor económico al negocio del cliente.

Entre las líneas de productos se encuentran: Evaluación de la contaminación atmosférica, Responsabilidad social y sistemas de gestión ambiental, Evaluación ambiental del agua, Diagnóstico y remediación de suelos contaminados y manejo de residuos, Análisis de riesgo, planeación y respuesta a emergencias y Seguridad e higiene industrial.

Algunos de los competidores de ésta dirección son: Chesterton Mexicana; Aimex; Ingeniería y Construcción; Tecno Ingeniería Ambiental; Laboratorio de Química del Medio e Industrial; Laboratorios ABC; Química, Investigación y Análisis; ITESM; Servicios Tecnológicos Especializados; Southwest Research Institute de San Antonio Texas; Nalco de México, Facultad de Química; y muchos otros

Entre los principales productos y servicios que se ofrecen en las líneas de negocios se encuentran: estudios, modelados, análisis, evaluaciones, asistencia técnica, desarrollos, procesamientos, cálculos, caracterizaciones, simulaciones, aplicaciones, planeaciones, optimizaciones, prevención y control, reingeniería, desarrollo de sistemas de información, ingeniería básica, desarrollo de software, gestión de productos, creación de diagnósticos, creación de manuales, mantenimiento preventivo y correctivo, consultoría técnica, inspección administración, supervisión, certificación, servicios de laboratorio, aplicaciones, análisis, diseño, cursos, entrenamientos, entre otros.

1.7 Investigación y Desarrollo en el Instituto Mexicano del Petróleo

Como consecuencia de la transformación industrial del país y de la necesidad de incrementar la tecnología relacionada con el desarrollo de las industrias petrolera, petroquímica básica, petroquímica derivada y química, el 23 de agosto de 1965 fue creado el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

1970

En los años de 1970 a 1978, en el instituto mexicano del petróleo, incursionó en el desarrollo científico y tecnológico en diversas áreas de la industria petrolera. Entre el periodo mencionado las funciones básicas del mismo estaban comprendidas dentro de tres grandes campos de actividad las cuales eran:

1. Suministro de servicios tecnológicos a empresas petroleras, así como a las industrias químicas y petroquímicas.
2. Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para las industrias petrolera y petroquímica, incluyendo la asimilación, adaptación y mejoramiento de tecnologías existentes
3. Adiestramiento de personal en todos los niveles y formación de investigadores de alto nivel académico para el propio instituto

El instituto mexicano del petróleo en ese momento estaba integrado por:

- Un consejo Directivo, un Director General y un Subdirector General
- Las subdirecciones de:
 - Investigación Básica de procesos, Tecnología de Exploración, Tecnología de Explotación, Tecnología de Refinación y Petroquímica, Estudios Económicos y Planeación Industrial, Ingeniería de Proyecto, Promoción Industrial y Asistencia Técnica y Capacitación
- Una gerencia de Administración
- Las divisiones de:
 - Promoción Académica, Información y Difusión, Tecnología de Materiales, Computación y Electrónica

- Un departamento de Talleres e Instalaciones de Servicio y cinco Centros foráneos en: Tampico-Zona Norte, Coatzacoalcos-Zona Sur, Poza Rica, Salamanca y Tula

En este lapso de tiempo el instituto del petróleo desarrolló un fuerte sustento de ingeniería básica y de detalle que le permitió al mismo tiempo adquirir una base de experiencia que creó las bases centrales para iniciar y establecer una capacidad e infraestructura técnica y científica.

1980

En la década de los ochenta todo el país se vio afectado como consecuencia de las dificultades financieras. En este periodo la capacidad de ingeniería nacional se contrae y la desagregación de proyectos no es propicia para un mayor enlace de la investigación y el desarrollo tecnológico con las necesidades productivas. Por ello la investigación también se contrae y concentra en los medios académicos.

En este periodo, el esfuerzo, recursos y tiempo se orientaron, en gran parte, a los estudios técnicos y servicios, dedicándose un bajo porcentaje a los trabajos de investigación y desarrollo.

Por su parte el director del IMP consideró a los primeros años de esta década como el mejor periodo de la industria ya que se habían inyectado recursos para una mayor y mejor investigación, principalmente en petroquímica y refinación.

Para ese entonces había diversos campos de actividad en investigación y desarrollo, entre las cuales se encuentran:

- Tecnología de Exploración y Explotación
- Tecnología de Transformación Industrial
- Ingeniería de Proyecto
- Capacitación y Desarrollo Profesional
- Promoción y Producción Industrial
- Investigaciones Económicas
- Servicios Técnicos
- Administración

A finales de ésta década y principios de la siguiente, el director a cargo inició la reestructuración de las actividades involucradas en la investigación básica y tecnológica mismo que dio origen a la subdirección de investigación científica, así que con el conocimiento de las necesidades de la industria y con el arribo de nuevos investigadores y especialistas, éstos se fueron formando y transformando en más claramente orientados hacia la aplicación y el desarrollo de tecnología. Para principios de los años noventas las actividades técnicas de investigación le permitieron al instituto contribuir significativamente al desarrollo de varios de los muy diversos procesos.

La experiencia y capacidad de los grupos de investigadores contribuyeron a la actualización tecnológica que permanentemente se demandaba, así como incursionar y explorar campos afines o tecnologías novedosas.

1990

Algunas de las áreas con las que contaba el instituto mexicano del petróleo a principios de los años noventa eran las siguientes:

- Investigación para la prospección petrolera
- Investigación para la producción
- Investigación para la transformación industrial
- Computación en la investigación
- Desarrollos tecnológicos en: Procesos, Catalizadores, Productos, Simuladores, Equipos electrónicos,
- Ingeniería de proyecto.
- Servicios técnicos como: Servicios de evaluación, Servicios analíticos, Servicios de inspección y supervisión y otros
- Formación de recursos humanos
- Comercialización, en esta área se encontraba el área de propiedad intelectual

En éste mismo se transformó la ley Orgánica de Pemex y se optó por separar las tareas industriales y comerciales de la paraestatal. Con ello surgieron Pemex Exploración y Producción; Pemex Refinación; Pemex Gas y Petroquímica Básica; Pemex Petroquímica, de carácter técnico, industrial y comercial, con personalidad jurídica y patrimonio propios.

La nueva estructura de la industria petrolera dio pauta al Instituto mexicano del petróleo para delinear otras actividades de investigación y desarrollo de tecnologías y entre 1992 y

1995 se impulsaron nuevas áreas estratégicas de la institución y se implantaron medidas administrativas para mejorar su posición financiera.

El IMP formuló una nueva forma de organización estructurada por unidades de negocio para el fortalecimiento de diversas áreas de investigación, desarrollo tecnológico, ingeniería básica de proceso y servicios técnicos especializados

En 1995 se promovió en el IMP el mejoramiento de la calidad de los recursos humanos y el desarrollo de proyectos de investigación de interés para las subsidiarias de Pemex.

En el periodo comprendido entre 1990 y 2003 el IMP alcanzo cierta posición competitiva misma que se encuentra en un proceso de mejoramiento de su estructura que le permitirá contar con una administración de negocios integral, eficiente y flexible, sustentada en cuatro plataformas de desempeño: Investigación y Desarrollo Tecnológico; Negocios Integrados en Soluciones; Competencias Institucionales y Atención a Clientes.

Cabe resaltar que las actividades comprendidas entre este periodo (1990-2003), el Instituto Mexicano del Petróleo contaba con cinco programas de apoyo que contribuían al cumplimiento de sus tareas sustantivas los cuales son: el Sistema Integral de Información; el Sistema Institucional de Calidad; el programa de Administración del Conocimiento e Inteligencia Tecnológica; el Programa de Trabajo en Equipo y el programa de Desarrollo Humano.

El IMP se ocupa de la investigación básica y su aplicación en la industria petrolera y actualmente existe una Dirección de Investigación y posgrado para formar investigadores y especialistas de excelencia con orientación a la industria petrolera; promover el aprendizaje; dar seguimiento y control a la cartera de proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico para su comercialización.

Las anteriores actividades la dirección de investigación y posgrado las lleva a cabo a partir de distintos programas como son: Programas de investigación, Posgrado, Programa de administración del conocimiento y patrimonio intelectual (ACPI), Proyectos de innovación, Programa de innovación y de los laboratorios de microscopía, electrónica de ultra alta resolución y sistemas de combustión. Los objetivos por programa se presentan a continuación:

- **Programas de investigación.** Destacados científicos se ocupan de la investigación básica y su aplicación en la industria petrolera.
- **Posgrado.** Se forman investigadores y especialistas de excelencia con orientación a la industria petrolera.
- **Programa de administración del conocimiento y patrimonio intelectual (ACPI).** Promueve que el aprendizaje sea un hábito inseparable de las labores institucionales
- **Proyectos de innovación.** Se difunden los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico más relevantes que repercuten en beneficio de la industria petrolera
- **Programa de innovación.** Se evalúan, se da seguimiento y control a la cartera de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, así como la transferencia de sus resultados para su comercialización.

2 Marco teórico

En este capítulo se presentan los conceptos y definiciones básicas que se emplearon para el desarrollo de la tesis, cabe mencionar que en la literatura se encuentran numerosos trabajos con diferentes enfoques de distintos autores sobre los conceptos y definiciones manejados en éste capítulo. Por lo que solo se muestran algunos de los conceptos y definiciones que se consideraron tenían un enfoque más específico en materia de administración de tecnología.

2.1 Planeación

El concepto de planeación es definido por distintos autores y a continuación se presentan dichos conceptos.

- Pinto Villatoro (2000), en un sentido general considera “la planeación como la función y primera fase del proceso administrativo, que tiene como finalidad la determinación del curso concreto de las acciones que habrán de efectuarse en una actividad; lo cual involucra, entre otros aspectos, el establecimiento y selección de diversas alternativas, la determinación de las normas y políticas que las orientarán, así como, la secuencia en las operaciones y tareas a realizar, expresadas en términos de tiempo, recursos y medios necesarios para su puesta en marcha”.
- La planeación es para Reyes Ponce (1995), “fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y las determinaciones de tiempos y de recursos, necesarios para su realización”.
- Miklos T. y Tello (1993) entienden la planeación como “un proceso de reflexión sobre, qué hacer para pasar de un presente conocido a un futuro deseado”.

2.2 Estrategia

El término estrategia no es un concepto del cual se encuentre una sola definición, por lo que se pueden mencionar las siguientes que han sido planteadas por diferentes autores.

Estrategia es:

- “Fijar los objetivos a medio y largo plazo y las acciones necesarias para alcanzarlos” (Hidalgo, 2001).
- “La elección reflexiva de las grandes opciones tomadas por la dirección de una empresa, a fin de asegurar los objetivos de la misma” (Benavides, 1998).

- “Cualquier acción que persiga un fin” (Bill Richardson y Roy Richardson, 1996).

2.3 Planeación estratégica

El concepto de planeación y el de estrategia pueden ser enfocados de distintas formas por diversos autores y lo mismo sucede con el término planeación estratégica. A continuación se enlistan las definiciones de la planeación estratégica para distintos autores.

- “La planeación estratégica es un programa general de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos, los recursos para conseguir estos objetivos y las políticas que gobiernan la adquisición, uso y disposición de estos recursos y la determinación de los objetivos básicos a largo plazo de una empresa así como la adopción de cursos de acción y asignación de recursos necesarios para lograr estas metas”. Cruz (2004); Koontz (1991).
- “La planeación estratégica es un proceso que no pronostica el futuro, pero para un gerente puede ayudar a enfrentarse con efectividad a las contingencias futuras, proporcionarle una primera oportunidad para corregir errores inevitables, ayudarlo a tomar decisiones respecto a las cosas adecuadas en el momento adecuado y se enfoca en las acciones que se deben tomar para dar forma al futuro según se desea” Cruz (2004); Terry (1990).
- La planeación estratégica significa para George A. Steiner, “diseñar un futuro deseado o identificar las formas para lograrlos”. Asimismo nos dice: “la planeación estratégica es el esfuerzo sistemático y más o menos formal de una compañía para establecer sus propósitos, objetivos, políticas y estrategias básicas para desarrollar planes detallados con el fin de poner en práctica las políticas y estrategias y así lograra los objetivos y propósitos básicos de la compañía. Hace mención, que también es un proceso para decidir de antemano que tipo de esfuerzos de planeación debe hacerse cuando y como deben realizarse, quien los llevará a cabo y que se hará con los resultados” (Valencia, 2001).
- La planeación estratégica para Roberto Pinto (2000) es el “diseño de nuevos sistemas o procesos o la transformación de los existentes que afecta en su planteamiento a toda una organización o a una división de ella, por ejemplo, comercialización, recursos humanos, finanzas, producción y servicios. Además indica otros niveles de la planeación como la planeación táctica y planeación operativa.

2.4 Tecnología

Actualmente no existe una definición aceptada universalmente de lo que es la tecnología, puesto que es definida muy particularmente de acuerdo con el ámbito en la que es aplicada. (Ortiz, 2009). La tecnología es definida, por diversos autores, como:

- “Un cuerpo de conocimientos sobre: a) principios y descubrimientos científicos, b) procesos industriales previos y actuales, recursos de poder y materiales, así como métodos de comunicación y transmisión considerados relevantes para la producción y mejora de bienes y servicios” (Burns, 1969).
- “El sistema de conocimientos y de información derivado de la investigación, de la experimentación o de la experiencia y que, unido a los métodos de producción, comercialización y gestión que le son propios, permite crear o generar nuevos o mejorados productos, procesos o servicios” (Benavides, 1995).
- “Algo que se desarrolla predominantemente en las organizaciones, en general, y en las empresas, en particular, a través de conocimientos acumulados y desarrollados sobre el significado y ejecución de tareas “know-how” y por sus manifestaciones físicas consecuentes (máquinas, equipos, instalaciones) que constituyen un enorme complejo de técnicas utilizadas en la transformación de los insumos recibidos por la empresa en resultados, esto es, en productos o servicios” (Chiavenato, 1987).
- “Un paquete de conocimientos organizados de distintas clases (científicos, técnico, empírico, etc.) provenientes de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc.) a través de métodos diferentes (investigación, desarrollo, adaptación, copia, espionaje, expertos, etc.) para producir un bien o un servicio” (Sábato y Mackenzie, 1982).

2.5 Caracterización de la tecnología

A continuación se presentan las descripciones de algunas formas de caracterizar la tecnología. a) Por elemento predominante, b) por impacto competitivo y c) por su importancia para la organización.

a) Por el elemento predominante en: producto, equipo, proceso y operación;

Giral (1986), Gonzalez (2005) y Erosa (2007) proponen que la tecnología se puede clasificar de acuerdo al elemento predominante en cuatro tipos:

- Tecnología de equipo. Se caracteriza porque el desarrollo lo hace el fabricante de equipo y/o el proveedor de materia prima; la tecnología está implícita en el equipo mismo, y generalmente se refiere a industrias de transformación.
- Tecnología de producto. El conocimiento está centrado en la estructura física y química del objeto fabricado; esta tecnología la desarrolla por lo general el fabricante del producto.
- Tecnología de proceso. El desarrollo original es reciente y se lleva a cabo por firmas de ingeniería a grandes empresas productivas; su evolución es dinámica y la clave de los conocimientos está en las variables del proceso y en sus rangos de operación.
- Tecnología de operación³. Es la que resulta de largos períodos de evolución; los conocimientos son producto de observación y experimentación de años en procesos productivos. En este tipo de tecnología es frecuente la incidencia de tecnología de equipo y de proceso, por lo que a veces se utiliza como una condición en la compra de éstas.

b) Por su impacto competitivo en: base, clave, que marcan la pauta y emergentes

Arthur D. Little en uno de sus trabajos clasificó a la tecnología de acuerdo a su impacto competitivo en: emergentes, las que marcan la pauta, clave y base. Dicha clasificación tiene concordancia con las establecidas por Roussel, 1991, Bulgelman, 1988, Gonzalez, 2005 y Erosa 2007.

- Las tecnologías emergentes son aquellas que aún no han demostrado el potencial para cambiar las bases de la competencia.
- Las tecnologías que marcan la pauta "*pacings*" son aquellas que ya han demostrado su potencial para cambiar en forma completa las bases de la competencia, pero aún no se encuentran incluidas en un producto o proceso. Estas tecnologías frecuentemente evolucionan a tecnologías clave.
- Las tecnologías clave son aquellas que ya se encuentran incorporadas y disponibles en productos y procesos. Estas tecnologías son las más importantes debido a que ofrecen una oportunidad significativa de diferenciar productos o procesos, produciendo una ventaja competitiva. Tienen un gran impacto en el valor agregado (costo, funcionamiento, calidad) y permiten posiciones para proteger y patentar.

³ Se infiere que la tecnología de operación es equivalente a la nombrada por Erosa V como tecnología del proceso administrativo

- Las tecnologías base son aquellas que, aunque es necesario y esencial practicarlas bien, ofrecen poco potencial como ventaja competitiva. Estas tecnologías son prácticamente comunes a todos los competidores, por lo que son consideradas como “*commodities*”.

c) Por su importancia en la organización

- Tecnologías distintivas. Proveen la base tecnológica para la diferenciación. Son conocidas como “*core technology*”, considerando su impacto material como una ventaja a nivel unidad de negocio.
- Tecnología básica. Son fundamentales para el producto o servicio que se ofrece, pero como ellas son ampliamente compartidas, no son fuente de ventaja competitiva.
- Tecnología emergente. Son las nuevas tecnologías que todavía no tienen un significado competitivo, pero que pueden reemplazar a la actual tecnología básica y, entonces, proveer la base de la ventaja competitiva.
- Tecnología dinámica/estable. El elemento crítico para crear y mantener la ventaja competitiva es la innovación tecnológica. La naturaleza dinámica de los avances tecnológicos sigue dos patrones: el cambio radical y el cambio incremental
- Tecnología complementaria. Es la tecnología que apoya actividades de soporte requeridas para la operatividad de la organización.
- Tecnología propia/externa. El término se refiere a las tecnologías que se generan dentro de la empresa o aquellas que las empresas adquieren para tener control y exclusividad de su uso, aquí aparecen las figuras conocidas de áreas de investigación y desarrollo y los mecanismos de subcontratación en universidades y centros de investigación públicos y privados.

2.6 Tecnología y competitividad

El ambiente de negocios de finales del siglo XX está caracterizado por la globalización de la economía y por el creciente papel de la tecnología en la competitividad, la cual anteriormente había sido considerada un componente estable con largos ciclos de vida que había que operar eficientemente más que administrar; era asunto y tema de la ingeniería, quien se responsabilizaba del diseño, innovación, instalación, puesta marcha, operación y mantenimiento de equipos, maquinaria, procesos, refacciones y componentes (Erosa, 2007).

La tecnología pasó a ser foco de interés del sector público y de la alta dirección de las empresas para transformarse en un factor muy importante de competitividad, en fuente de ventaja competitiva, en plataforma de vinculación de cadenas de valor entre clientes y proveedores, en el medio para realizar negocios en tiempo real y en una nueva fuente de creación de valor para las empresas (Erosa, 2007).

Entonces el interés por la tecnología, dentro de la administración, es relativamente reciente, ya que su consideración como variable determinante en la acción organizacional y la administración de empresas no se da hasta el surgimiento de la llamada Teoría de la Contingencia⁴ (Idalberto Chiavenato, 1987).

La competitividad, por otro lado, es el proceso mediante el cual una entidad se esfuerza para tener un mejor desempeño que otros. A nivel de empresa, para que una compañía sea competitiva implica que debe tener la habilidad de producir un producto o proporcionar un servicio de una manera efectiva en términos de costo, servicio y calidad.

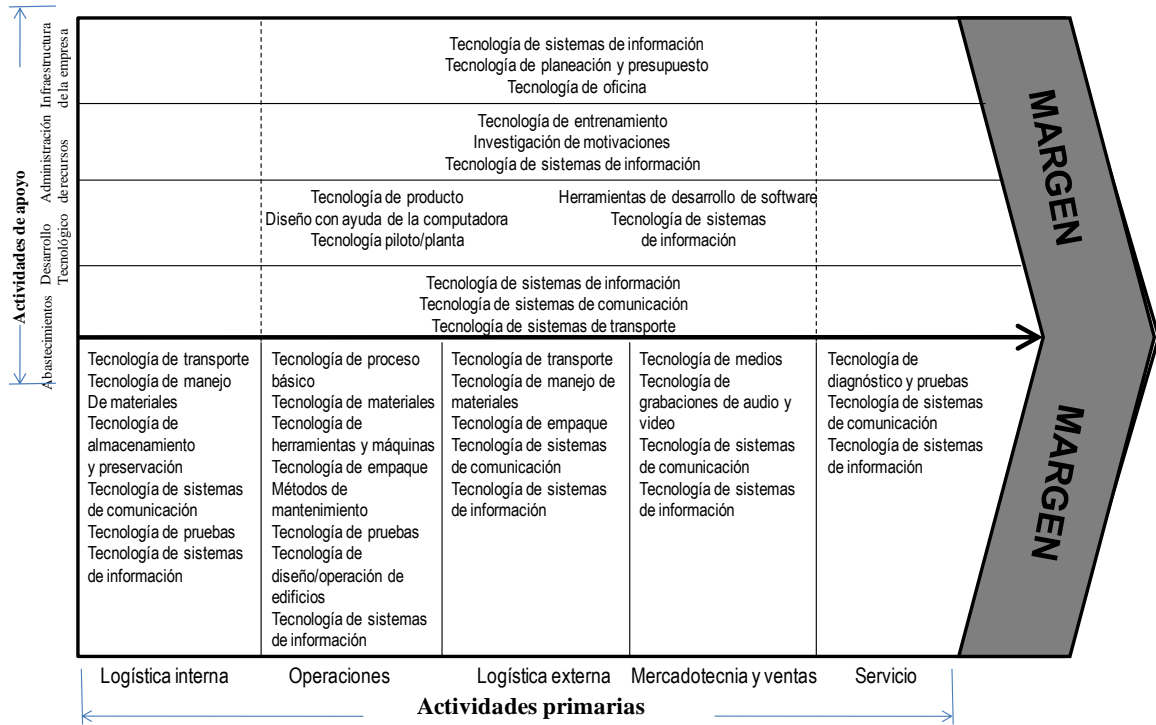
Erosa (2007), menciona que una organización debe manejar diferentes tipos de tecnología para ampliar su competitividad, y la estrategia tecnológica es el instrumento para vincular la tecnología con los objetivos generales de la organización que están definidos en la estrategia general de negocio.

Por otro lado Michel Porter (1987) menciona que todo lo que una empresa hace, implica tecnología de algún tipo, una empresa emplea un gran número de tecnologías mismas que pueden tener un impacto importante en la competitividad de la misma. Lo anterior indica que en el momento en que la tecnología que está contenida en cada actividad de valor en una empresa, afecta de manera significativa la ventaja competitiva de la empresa o la estructura del sector industrial, puede afectar a la competitividad de la empresa a través de su impacto en cualquiera de sus actividades.

Porter en 1991 realiza una síntesis en la cual señala que la tecnología puede provocar efectos sobre tres ámbitos diferentes como son:

⁴ La más notable contribución de los autores del enfoque de la contingencia está en la identificación de las variables que producen mayor impacto sobre la organización, como el ambiente y la tecnología, para, entonces, predecir las diferencias entre la estructura y el funcionamiento de las organizaciones debidas a las diferencias en estas variables

- a) La estructura de un sector industrial. La tecnología puede modificar la estrategia de una industria al incidir sobre sus actividades y sobre la evolución del sector. Las actividades pueden verse afectadas a lo largo de todo su ciclo de vida, acelerándose o desacelerándose cualquiera de sus fases. Es posible que aparezcan nuevas actividades o que desaparezcan algunas. En relación con la evolución del sector, ésta puede verse alterada como consecuencia de la aparición de nuevos segmentos estratégicos, cuyo origen se encuentra en unas nuevas tecnologías, así como por el reagrupamiento o desaparición de segmentos ya existentes, debido a la pérdida de especificidad de ciertas tecnologías como consecuencia del cambio tecnológico.
- b) La estructura de la competencia. Se refiere a los cambios tecnológicos que proceden del exterior del sector y, por consiguiente, inciden sobre todas las empresas existentes en el mismo. El cambio tecnológico puede afectar a cada una de las cinco fuerzas competitivas del sector descritas por proveedores, compradores, competidores potenciales, competidores internos y productos sustitutivos. Estas fuerzas se pueden alterar como consecuencia del impacto de la tecnología sobre:
- El poder negociador de los compradores.
 - El poder negociador de los proveedores.
 - Las barreras de movilidad, tanto barreras de entrada como de salida.
 - Las bases de rivalidad en que se fundamenta la competencia interna.
 - Las posibilidades de sustitución de productos.
- c) La posición competitiva de la empresa. Cada empresa realiza un conjunto de actividades para diseñar, llevar al mercado, entregar y apoyar sus productos. Porter representa todas estas actividades de la cadena de valor, agrupándolas en dos grandes categorías: actividades primarias y actividades de apoyo. Cada una de las actividades de la cadena de valor presenta una estructura de costes y unas peculiaridades determinadas, además, a cada actividad de la cadena de valor se le puede asociar una tecnología concreta, con la que se combinan las entradas de una actividad para obtener las salidas correspondientes, tal y como se presenta en la figura 2.1.



Fuente: Benavides, 1998

Figura 2.1 Actividades de la cadena de valor de las empresas y tecnología

La figura anterior muestra cada actividad de valor que usa alguna tecnología para combinar los insumos comprados y los recursos humanos para producir alguna salida. Dicha tecnología puede ser tan mundana como un simple conjunto de procedimientos para personal, e implica disciplinas científicas o tecnologías secundarias.

2.7 Planeación tecnológica

Hasta el momento, el concepto de planeación tecnológica no se encuentra definido universalmente, por lo que se infiere que en general, es tomada como “El desarrollo de un marco estratégico tecnológico que le permite a la organización seleccionar líneas de acción que deriven en ventajas competitivas que impliquen la elaboración y revisión de un plan tecnológico que se concreta en una cartera de proyectos tecnológicos”.

Las principales razones por las que las organizaciones intensifican las actividades de planeación tecnológica están relacionadas con:

1. Mantener o mejorar su posición en relación con sus competidores, lo que incluye incrementar su competitividad, no solo a través del desarrollo de nuevos productos

sino de la mejor administración de procesos de relación con proveedores, canales de distribución, uso de tecnologías de información, etc.

2. Administrar el gasto y la inversión asociados con la tecnología, lo que implica que la empresa deberá presupuestar los gastos anuales a efectuar en tecnología, así como mostrar información respecto a la rentabilidad que ésta deberá generar.
3. Elaborar o desarrollar un plan tecnológico que soporte la adecuada administración de la tecnología, el cual es un amplio documento que debe ser utilizado como instrumento para fundamentar las inversiones en tecnología y para evaluar los resultados de las decisiones de negocio o de inversión (Erosa, 2007).

Agustín González (2005) menciona que la planeación tecnológica es “el establecimiento de un proceso estructurado que permite la incorporación racional de tecnología a través de las funciones de la organización, lo que conduce a la creación de sinergia entre las capacidades de diversas unidades organizacionales orientando el quehacer hacia el logro de los objetivos de negocio”, entre los objetivos del proceso de planeación se encuentran:

- a) Orientar al diseño de estrategias tecnológicas y a la cuantificación de recursos para su instrumentación, lo cual se apoya en técnicas de auditoría tecnológica y en la conformación del portafolio tecnológico de las organizaciones.
- b) Determinar el plan tecnológico de la organización. El plan tecnológico se inicia identificando el papel que tendrá la tecnología en la instrumentación de la estrategia de negocios de la organización.

De acuerdo con el Premio Nacional de Tecnología (PNT), la planeación tecnológica se refiere al análisis y definición de objetivos tecnológicos, y a la organización de los recursos (procesos de gestión) económicos, materiales, humanos y tecnológicos (PNT, 2006).

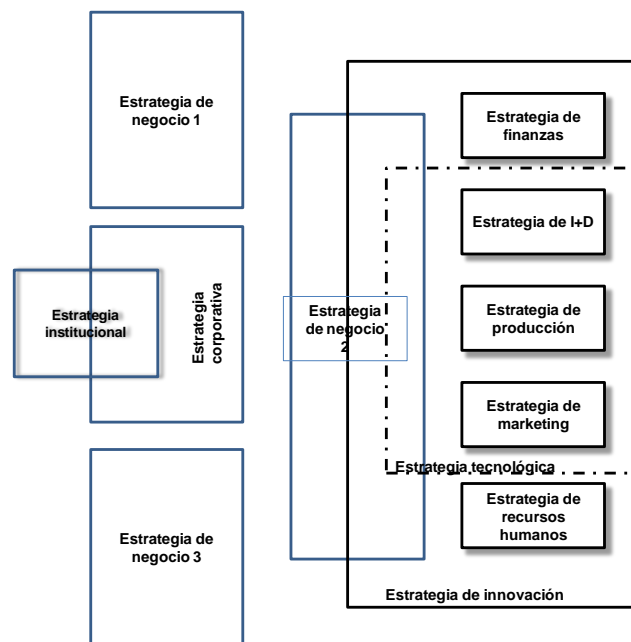
2.8 Estrategia tecnológica

El concepto de estrategia tecnológica es una pieza clave en la elaboración y desarrollo de la planeación tecnológica tal y como se describe a continuación:

- Benavides, (1998) destaca que la estrategia tecnológica, ocupa un nivel superior al de las estrategias funcionales, incidiendo sobre la de producción, marketing y desarrollo de nuevos productos, la de I+D. Al determinar la base tecnológica en la que se fundamentan las innovaciones de proceso y producto de la empresa, la estrategia

tecnológica está actuando como plataforma en la que deberán basar sus estrategias de innovación, de negocio y corporativa como se muestra en la figura 2.2.

- Escorsa y Valls (2001) definen a la estrategia tecnológica como: un espacio en donde en un plan de desarrollo tecnológico se incluyen los distintos programas de acción (programas internos de I+D, compra de tecnologías externas, alianzas, etc.)
- “El aspecto de la estrategia relacionada con la explotación, mantenimiento y desarrollo de la suma total de los conocimientos (“*know-how*”) de la organización” y consiste en políticas, planes y procedimientos para adquirir conocimientos y habilidades, administrar esos conocimientos y habilidades al interior de la organización, y explotarlos para obtener utilidades. (Erosa, 2007).



Fuente: Benavides, 1998

Figura 2.2 Árbol de clasificación de las estrategias

Tipos de estrategia tecnológica

La definición del tipo de estrategia tecnológica, está asociada a las acciones de instrumentación de la estrategia, dentro de las que destaca el método de adquisición de la tecnología (investigación y desarrollo, alianza, licenciamiento, adquisición, etc.) las formas de utilización racional y las técnicas para la administración de la tecnología durante la operatividad. Erosa hace referencia a diferentes tipos de estrategias tecnológicas y sus implicaciones, éstas se presentan a continuación:

- Líder tecnológico. La organización que elige una estrategia tecnológica de liderazgo tecnológico está haciendo un compromiso con su futuro, es decir, se apoya en la investigación y desarrollo para cruzar las fronteras del conocimiento y generar los cambios radicales que conducen al desarrollo de las tecnologías dominantes en el mercado. Esta estrategia se caracteriza por su intensidad de capital y por la presencia de una capacidad tecnológica ya consolidada en sus recursos humanos. Las organizaciones que optan por el liderazgo tecnológico asumen el riesgo de inversiones a largo plazo que pueden no resultar productivas por su lenta difusión, y desarrollar mercados no imaginados, sin embargo, están ciertos de que al desarrollar una tecnología que cambie las reglas de la competitividad, estas inversiones se justifican plenamente.
- Comprador tecnológico. La organización que opta por una estrategia de compra de tecnología omite los costos del proceso de investigación y desarrollo, obteniendo también ventajas en tiempo de adopción, ya que está ante tecnología disponible. Es claro que la estrategia de comprador tecnológico establece una relación de dependencia con el proveedor y con sus tendencias de desarrollo futuro. En estos casos, la tecnología puede transformarse en una necesidad estratégica para la organización, útil para sostener una posición de liderazgo en el mercado.
- Seguidor de R&D (Investigación y desarrollo). La finalidad es obtener ventajas de la exclusividad del uso de una tecnología, la organización opta por desarrollar sus propias aplicaciones de resultados de líneas de investigación científicas, o bien, forma alianzas o participa en grupos de investigación. La organización en este caso refleja un comportamiento de desarrollo tecnológico pudiendo conducir a la estandarización de métodos, procesos y/o productos, al desarrollo de nuevos productos sustitutos o complementarios propios de la naturaleza de su rama o industria.
- Seguidor tecnológico. La organización que define su posición en el mercado como la segunda después del líder, opta por una estrategia de seguidor tecnológico para superar requerimientos de capital financiero o intelectual que caracteriza al liderazgo tecnológico. Esta estrategia sólo es posible cuando la tecnología está disponible en el mercado, y frecuentemente presenta problemas en la adopción por dificultades para entender, instrumentar, operar o adaptar la tecnología. También puede estar vinculada a intensos esfuerzos de mercado, lo cual supone el uso de tecnologías maduras, estandarización de productos y proceso, aprovechamiento de economías de escala, e

inclusive descentralización de la producción por insumo, producto o área geográfica del mercado.

- Capacidad tecnológica mínima. La decisión de optar por una estrategia de capacidad tecnológica mínima, puede ser adecuada en situaciones de abasto externo (“outsourcing”), empresa dedicadas al ensamble, siendo usada en algunas ocasiones para operar con flexibilidad y actuar como seguidor inicial en casos de alto dinamismo de la tecnología básica para la competitividad de la organización. Para los casos de las empresas conservadoras con alta aversión al riesgo o baja intensidad tecnológica, esta estrategia se asocia con seguidores tardíos.

2.9 Modelos, métodos y procesos de planeación tecnológica

En el siguiente apartado se describen los modelos, procesos, metodologías y herramientas encontrados en la literatura estudiados por algunos autores como: Giral y González (1986), Carlos Benavides (1998), Escorsa y Vallsm (2001), Agustín Ortiz (2005) y Victoria Erosa (2007) referentes al proceso de planeación tecnológica.

2.9.1 Giral y González (1986)

Giral y González entienden a la planeación tecnológica como un proceso continuo de actividades que forman parte de la planeación estratégica de la empresa y se auxilia de varias herramientas de análisis.

En la Tabla 2.1 se ilustra la secuencia de actividades típicas que Giral y González consideran de relativa importancia para la generación de la planeación tecnológica de producto o proceso que consiste en el establecimiento de objetivos cuantificables.

Tabla 2.1 Actividades de planeación tecnológica

ACTIVIDAD TECNOLÓGICA	HERRAMIENTA TECNOLÓGICA APLICABLE	FUENTE DE INFORMACIÓN PARA ACTUAR
Identificación de retos tecnológicos	Dimensionamiento y prospectiva tecnológica	Estrategia global de la empresa
Evaluación de la capacidad de respuesta de los retos tecnológicos	Diagnóstico Tecnológico	Grado de asimilación de tecnología
Evaluación de la forma de afrontar los retos tecnológicos	Posicionamiento tecnológico	Grado de asimilación de tecnología
Determinación de riesgos tecnológicos	Madurez de tecnología y mercado	Análisis de línea de producto

ACTIVIDAD TECNOLÓGICA	HERRAMIENTA TECNOLÓGICA APLICABLE	FUENTE DE INFORMACIÓN PARA ACTUAR
Plan tecnológico Maestro	Tipificación y formulación de proyectos	Recursos para desarrollo tecnológico
Seguimiento a los proyectos de desarrollo tecnológico	Manual de control de proyectos	Ejecutores y usuarios

Fuente: Giral y González 1986

A continuación se presenta una lista de preguntas aplicables al esquema de diagnóstico tecnológico que funcionan dentro del modelo de Giral y González en las actividades del proceso de planeación tecnológica.

Preguntas típicas de ubicación tecnológica

- ¿Se conoce el uso que se hace del producto en las etapas subsecuentes de industrialización o consumo final?
- ¿Se conocen las variables del proceso, distinguiendo las críticas?
- Las decisiones en cuanto a procedimientos y métodos de manufactura del producto, ¿están en manos del responsable de la producción?
- ¿Se realizan adaptaciones y sustituciones en materia prima, diseño y especificaciones?
- ¿Se realizan cambios menores en la operación de la planta?
- ¿Se generan productos y procesos nuevos?
- ¿Se compite o podría competir con el licenciatarlo de la tecnología en nuestro mercado?
- ¿Se tiene dependencia de materia prima, equipo, refacciones y servicios con el proveedor?
- ¿Se busca saber lo que quiere el usuario, mediante el producto?
- ¿Se dominan las especificaciones que dan valor en uso al producto, en nuestro mercado?
- ¿Se dominan las aplicaciones y uso del producto?
- ¿La productividad se mide cuantitativamente en forma desglosada?
- ¿Existen programas continuos de mejora de costos?
- ¿Se tiene imagen de líder en el mercado nacional?
- ¿Se compite a nivel mundial en cuanto a producto, precio y comercialización?
- ¿Se exporta sistemáticamente (más del 30 por ciento)?

El resultado de las fases anteriores lleva a la formulación de un plan tecnológico maestro en el cual Giral y González deben detallarse las acciones técnicas con un programa y un presupuesto.

Las acciones técnicas o proyectos tecnológicos se pueden clasificar como se ilustra a continuación:

1. Por el desarrollo de tecnología.
 - Innovación de producto.
 - Proceso.
 - Equipo o maquinaria.
2. Por la optimización.
 - Mejoras de producto.
 - Proceso.
 - Equipo y maquinaria.
3. Por el incremento de capacidad.
4. Por el incremento de productividad.
5. Por el aseguramiento de calidad.
6. Por el incremento de cultura técnica.

Giral y González mencionan que en las últimas etapas del proceso de planeación se encuentran el diseño e implantación de procedimientos para proveer y detectar errores y/o desviaciones durante la ejecución del plan tecnológico maestro, éstas etapas tienen como propósito la corrección de dichos errores de manera continua, así como evaluar durante períodos de tiempo previamente determinados, los resultados cualitativos y cuantitativos de los proyectos.

Así mismo el control durante la ejecución y seguimiento de los proyectos según Giral y González es de tres tipos:

- A. Técnicos: son todos los elementos que permiten medir los avances físicos del proyecto, mediante el calendario de actividades descrito y prever posibles modificaciones y/o cambios, sin desviar los objetivos para el que fue creado.

- B. Financiero: son los elementos económicos que identifican claramente las inversiones y reasignaciones presupuestales, justificando las ampliaciones necesarias y previendo desviaciones al presupuesto original.
- C. Administrativo: registra los cambios del personal involucrado en los proyectos de desarrollo tecnológico, garantizando la formación de verdaderos cuadros técnicos mediante la difusión del conocimiento y documentación de la información.

Giral y Gonzalez señalan también que el seguimiento se verifica vigilando cuidadosamente el cumplimiento de las diferentes etapas previas a su implementación a nivel comercial, así como a través de la revisión de los supuestos cualitativos esperados contra los obtenidos.

2.9.2 Carlos Benavides (1998)

Para Benavides (1998), el estudio de la dirección estratégica de la tecnología requiere de una conceptualización de:

1. El enfoque estratégico de la empresa, que es un sistema de conocimientos que permite integrar en un modelo de planificación, el conjunto de decisiones para resolver los problemas estratégicos de la empresa o asegurar la adaptación permanente de ésta a su entorno competitivo.
2. Las estrategias tecnológicas (que fueron indicadas en el punto 1.8) que actúa como plataforma en la que la empresa deberá basar sus estrategias de innovación, de negocio y corporativa.

La ejecución y desarrollo de las funciones de la dirección estrategia de la tecnología para Benavides son parte del proceso de gestión de los recursos tecnológicos⁵ entre las funciones de ambas se encuentran:

- La determinación de la posición tecnológica de la empresa en el mercado. Trata de expresar el dominio conseguido por la empresa sobre cada tecnología particular.
- La elaboración y selección de una cartera de tecnologías que suministren la máxima ventaja competitiva. En dicha cartera se analizan las tecnologías de producto y proceso y se tratan de identificar las tecnologías núcleo.

⁵ Se entiende a la Gestión de los recursos tecnológicos como la Administración de la Tecnología y a la Dirección estratégica de la tecnología como la Planeación Tecnológica

- La asignación de los recursos tecnológicos de la empresa. Consiste en distribuir los recursos tecnológicos, asignándolos a los distintos programas de la empresa, clasificándolos por líneas de producto y según un orden de prioridades.
- La elección de las vías de acceso óptimas a las nuevas tecnologías. Su objetivo consiste en decidir la vía que se utilizará para incorporar las nuevas tecnologías.
- La determinación del momento más idóneo para la introducción de tecnologías en la empresa.
- El análisis de la posible comercialización de la tecnología desarrollada y su protección mediante los mecanismos previstos en la legislación sobre propiedad industrial, de manera especial por medio de las patentes.

Entonces, Benavides al definir la dirección estratégica de la tecnología supone la implantación en la empresa de los instrumentos de gestión necesarios para poder responder a la complejidad y la incertidumbre en que se desenvuelven hoy día las empresas, dentro de un entorno cambiante que le exige una integración de la tecnología en su estrategia, no solo como arma competitiva, sino como instrumento de supervivencia.

En resumen para Benavides la Dirección estratégica de la tecnología:

1. Permite a la empresa anticipar la evolución y desarrollo de la tecnología que va a experimentar.
2. Hace que se considere a la tecnología como un activo empresarial sobre el que puede incidirse, y no como una variable externa crítica.
3. Permite asegurar la congruencia entre las inversiones en tecnología y las estrategias de negocio y corporativa optimizando así los recursos de la empresa.

Benavides menciona que la empresa al elaborar su Plan Estratégico Global, deberá integrar en el mismo su “Plan de Desarrollo Tecnológico”⁶, en el que habrá plasmado su estrategia tecnológica y en el que además incluirá los cursos de acción necesarios para la Dirección estratégica de la tecnología.

A continuación se describen las fases de la Dirección estratégica tecnológica propuestas por Benavides:

⁶ Se entiende como plan tecnológico al plan de desarrollo tecnológico

1. Análisis estratégico:

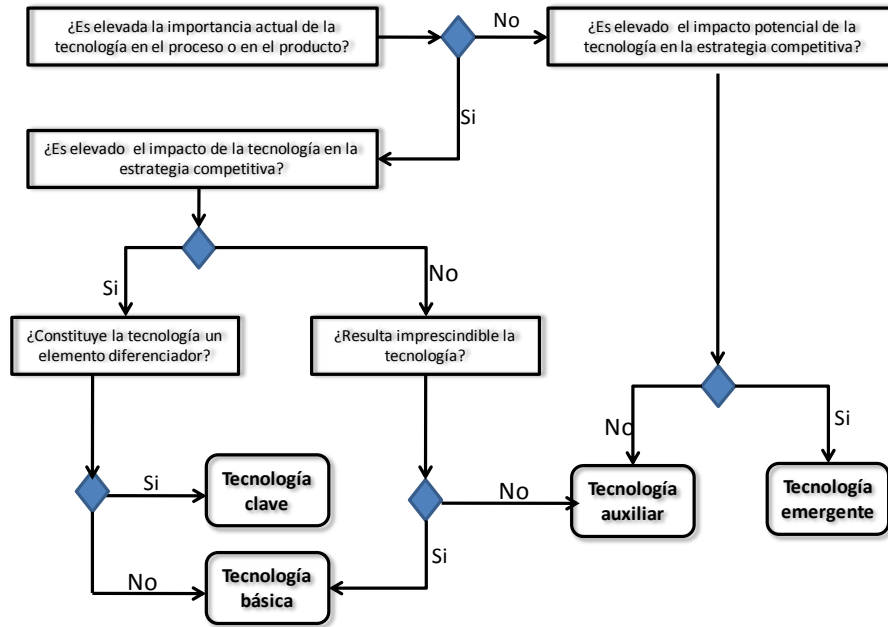
- a. Análisis externo de la empresa. En esta fase se desarrollan diversas actividades como:
- Estudio de la información derivada de diversos aspectos, como son: los sistemas de patentes; el examen de las nuevas tecnologías; la elaboración y estudio del ciclo de vida de la tecnologías; la valoración del estado del sistema de ciencia, tecnología e industria, etc. El objetivo de esta fase es determinar el marco estratégico de la empresa evaluando el papel estratégico de las distintas tecnologías que configuran el sistema tecnológico vigente.
 - La vigilancia tecnológica, consiste en la aplicación de un conjunto de técnicas orientadas a organizar de manera sistemática información. Además de coleccionar, analizar, difundir y explotar información para dar origen a la denominada función de alerta tecnológica, que participa en redes de alianza entre empresas, que presentan como nexo de unión el elemento tecnológico, redes de información de intercambio de conocimientos tecnológicos. Esta función de alerta tecnológica se completa con previsión tecnológica y prospectiva.
 - La inteligencia tecnológica la cual es una actividad más o menos formalizada dentro de la empresa que posibilita el análisis y la transformación de toda aquella información tecnológica captada en el entorno de la empresa que tiene una implicación sobre su actividad y su estrategia. Su objetivo es proporcionar la información que la dirección de la empresa necesita para adoptar sus decisiones sobre temas relacionados con la tecnología.
- b. Análisis interno de la empresa. Tiene como fin la modelización del contenido tecnológico de todas las actividades de la cadena de valor de la empresa (Figura 2.1) (Nieto, 1995), y se pretende detectar las fortalezas y debilidades de la empresa frente a sus competidores.
- c. Diagnostico y evaluación de la situación tecnológica. Consiste en la realización de un inventario de los recursos tecnológicos de la empresa, de su patrimonio tecnológico, así como la evaluación de su potencial, de su posible impacto competitivo. En esta subfase del análisis estratégico Benavides incluye la ejecución del inventario tecnológico y la evaluación.
- Inventario tecnológico. Trata de analizar, pasando revista crítica, las tecnologías de la empresa, tanto aquellas que utiliza porque dispone de las mismas como las que no, pero que podría llegar a aprovechar bien, mediante su desarrollo o por su

adquisición a otras empresas. En el inventario deben figurar: los procesos, estén patentados o no, las tecnologías dominadas y los instrumentos necesarios para su ejecución. El principal problema en la realización de este inventario es el de la clasificación de las tecnologías; sobre el particular, hay que destacar la taxonomía propuesta por Morin (1985), basada en el carácter interno-externo respecto de la empresa de la tecnología, así como en la madurez y en el grado de diferenciación que le aporta. Este inventario tiene como objetivo exponer la coherencia interna de las tecnologías, de los nexos que las unen y del propio sistema tecnológico de la empresa. Las herramientas que pueden facilitar la confección del inventario pueden ser: la matriz tecnología/productos que permite apreciar rápidamente las tecnologías que interviene en diversos productos a la vez o aquellos productos que requieren tecnologías distintivas (figura 2.3) y el árbol de decisiones para la clasificación de las tecnologías que propone Benavides figura 2.4.

		Productos					
		A	B	C	D	E	F
Tecnologías	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						

Fuente: Benavides, 1998

Figura 2.3 Matriz tecnologías-productos



Fuente: Benavides, 1998

Figura 2.4 Árbol de decisión para la clasificación de las tecnologías

- Evaluación. Su objetivo es el estudio y análisis de la competitividad que proporciona ciertas tecnologías, así como la determinación de su potencial. Evaluar obliga a un debate sin competencias entre los distintos expertos y entre las diferentes funciones de la empresa, debate que conduce a profundos replanteamientos cuyo objetivo es llegar a conocer a fondo las tecnologías de la empresa. Es decir:
 - a) Afianzar la posición competitiva de la empresa en el mercado, a través de la venta de productos altamente fiables;
 - b) Desarrollar una tecnología alternativa que supere la actualmente en uso, y
 - c) Diversificar la línea de productos si así se considera necesario.

Como herramientas para la evaluación existen variadas opciones como la matriz de atractivo tecnológico/posición tecnológica de la empresa, representada en la tabla 2.2, en cuyos ejes se sitúan:

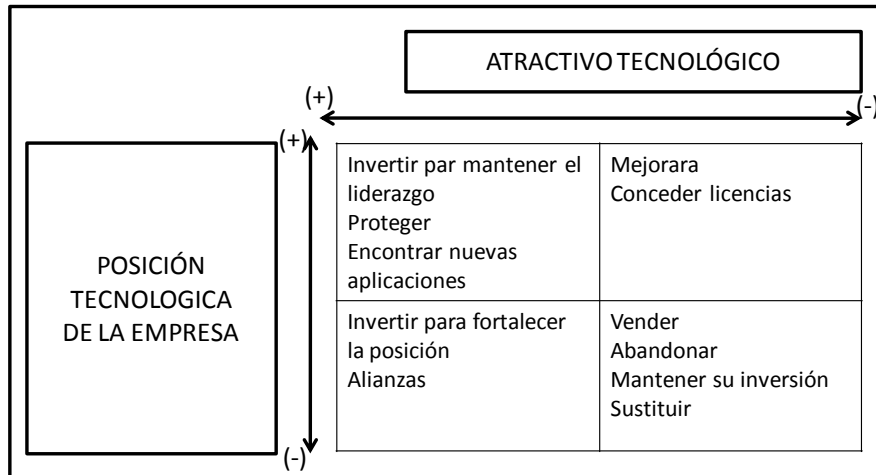
- a) El atractivo tecnológico, que incluye un amplio conjunto de variables representativas de la tecnología sobre las que la empresa no puede ejercer influencia, tales como: el potencial para la generación de nuevos productos, para reducir costes, para cambiar las posiciones competitivas de la empresa, los riesgos asociados a cada tecnología, etc.

b) En el otro eje se representan la posición tecnológica de la empresa, que expresa el dominio conseguido por la empresa sobre cada tecnología, medido a través de los gastos registrados en I+D, el liderazgo en la introducción de la tecnología, la competencia del equipo investigador, el número de patentes obtenidas, etc. En la matriz se agrupan diversas opciones que se han de seguir según las variables consideradas.

2. Diseño de alternativas estratégicas.

Sobre la base de los resultados del análisis estratégico, del diagnóstico tecnológico y de la evaluación del patrimonio tecnológico, se plantea como la elección de las tecnologías que la empresa debe desarrollar o incorporar y, por otra, se efectúa el diseño de la cartera tecnológica. Hay que considerar dos acciones básicas.

Tabla 2.2 Matriz de atractivo tecnológico/posición tecnológica de la empresa



Fuente: Benavides, 1998

- a. Elección de las tecnologías que se han de desarrollar. La elección de las tecnologías sobre las que la empresa desarrollará sus actuaciones es una secuencia directa de sus estrategias, de la medida en que las distintas tecnologías contribuyen al logro de los objetivos empresariales, punto de partida del proceso de dirección estratégica de la tecnología, aunque éstos, como se observa de la figura 2.5, pueden y deben verse sometidos a una revisión tras el análisis estratégico.
- b. Diseño de la cartera tecnológica. Su desarrollo consta de cuatro actividades.
 - *Inversión en tecnología propia.* Persigue la obtención del mayor partido posible de los recursos tecnológicos y potencialidades de la empresa. Se trata del

desempeño de la empresa emprendedora y creativa que busca la optimización de sus tecnologías adoptando, una estrategia de los recursos encaminada a convertir en ventajas competitivas y bases económicas decisivas los conocimientos y las competencias disponibles en la empresa o aquéllas a las que se tiene acceso. Una herramienta importante utilizada en esta fase es el método del árbol tecnológico⁷. Este método a veces se utiliza como un modelo de gestión de los recursos tecnológicos de la empresa. Este método según Ait-El-Hadj (1990), tiene diversas ventajas.

- * Permite analizar el sistema tecnológico de la empresa, detectando complementariedades tecnológicas, posibilidades de alargar los límites de determinadas tecnologías, de conseguir efectos sinérgicos por medio de combinaciones tecnológicas o de abandonar aquellas que han perdido la sinergia en el conjunto.
- * Facilita la determinación del conjunto de aspectos organizativos y comerciales que se articulan con los conocimientos tecnológicos al integrar tecnologías genéricas/capacidad comercial e industrial de la empresa.
- * Si se combina con acciones de prospectiva, se puede, mediante una confrontación entre el árbol tecnológico actual y aquel que se quiere alcanzar, llegar a determinar las fortalezas y debilidades tecnológicas de la empresa y, en función de las mismas, fijar las acciones de inversión tendentes a conseguir los objetivos deseados.
- * Completando las acciones descritas en el punto anterior con un sistema de vigilancia tecnológica es posible realizar un análisis estratégico FODA referido a la política tecnológica de la empresa.
- Inversión en tecnología propia y ajena. Tiene como objetivo el enriquecimiento tecnológico, y trata de incrementar el patrimonio tecnológico de la empresa o, al menos, de mantener su valor. Con respecto a la decisión entre la inversión en tecnología propia, desarrollada intramuros mediante actividades de I+D, o la adquisición externa, (Nieto, 1995) indica la conveniencia de considerar el máximo

⁷ Desde una segmentación producto/mercado inicial, se pueden determinar los conocimientos comerciales y las tecnologías industriales que domina la empresa para ocupar estas posiciones. Estos conocimientos se anclan, a su vez, y se visualizan en forma de las raíces de un árbol, que representan el dominio por parte de la empresa de unas tecnologías genéricas. El tronco permite delimitar la vocación de la empresa, aquella para la cual dispone de un potencial tecnológico de conjunto.

de factores posibles y agrupar estos agentes en seis dimensiones, a saber (Ver tabla 2.3, Benavides, 1998):

- * Actitud innovadora de la empresa
- * Grado de autonomía estratégica proporcionado por la tecnología
- * Grado de dominio que se desea obtener sobre la tecnología
- * Grado de familiaridad de la tecnología
- * Potencial de desarrollo de la tecnología
- * Plazo de desarrollo de la tecnología

Tabla 2.3 Matriz de inversión en tecnología

Factor Grado	Actitud	Autonomía	Dominio	Familiaridad	Desarrollo Potencial	Plazo de desarrollo
Máximo	I+D	I+D	I+D	I+D	I+D	I+D
Intermedio	Cooperación	Cooperación	Cooperación	Licencias	Cooperación	Cooperación
Mínimo	Licencias	Licencias	Licencias	Cooperación	Licencias	Licencias

Fuente: Benavides, 1998

- Medios de protección de la tecnología. Con esta actividad se pretende salvaguardar los desarrollos tecnológicos logrados por la empresa, utilizando como herramientas los diversos mecanismos legales de regulación de la propiedad industrial, complementados con la utilización del “*know-how*” y de otros medios aplicables a la protección del desarrollo de tecnologías e innovaciones. Esta actividad se culmina con una correcta organización del almacenamiento, transmisión y reparto de los conocimientos técnicos de la empresa.
- Inversión en tecnología ajena. Es una opción distinta de la anterior, ya que en este caso se realiza una adquisición que no se orienta al enriquecimiento tecnológico de la empresa, ya que persigue la utilización inmediata de una tecnología que es cedida bajo licencia, este tipo de alternativa para la configuración de la cartera tecnológica de la empresa debe limitarse al máximo⁸.

⁸ Las operaciones que se han de ejecutar desde este plano interesan sólo y exclusivamente si se plantean como una transferencia real de conocimiento, es decir, cuando la empresa que adquiere la tecnología se fija como objetivo adueñarse de los conocimientos inherentes a la licencia.

3. Formulación de la estrategia tecnológica.

La formulación de la estrategia tecnológica inicia con la elaboración de un plan que permita desarrollar las estrategias diseñadas en la fase anterior, plan que exige que se lleve a cabo principalmente las siguientes acciones:

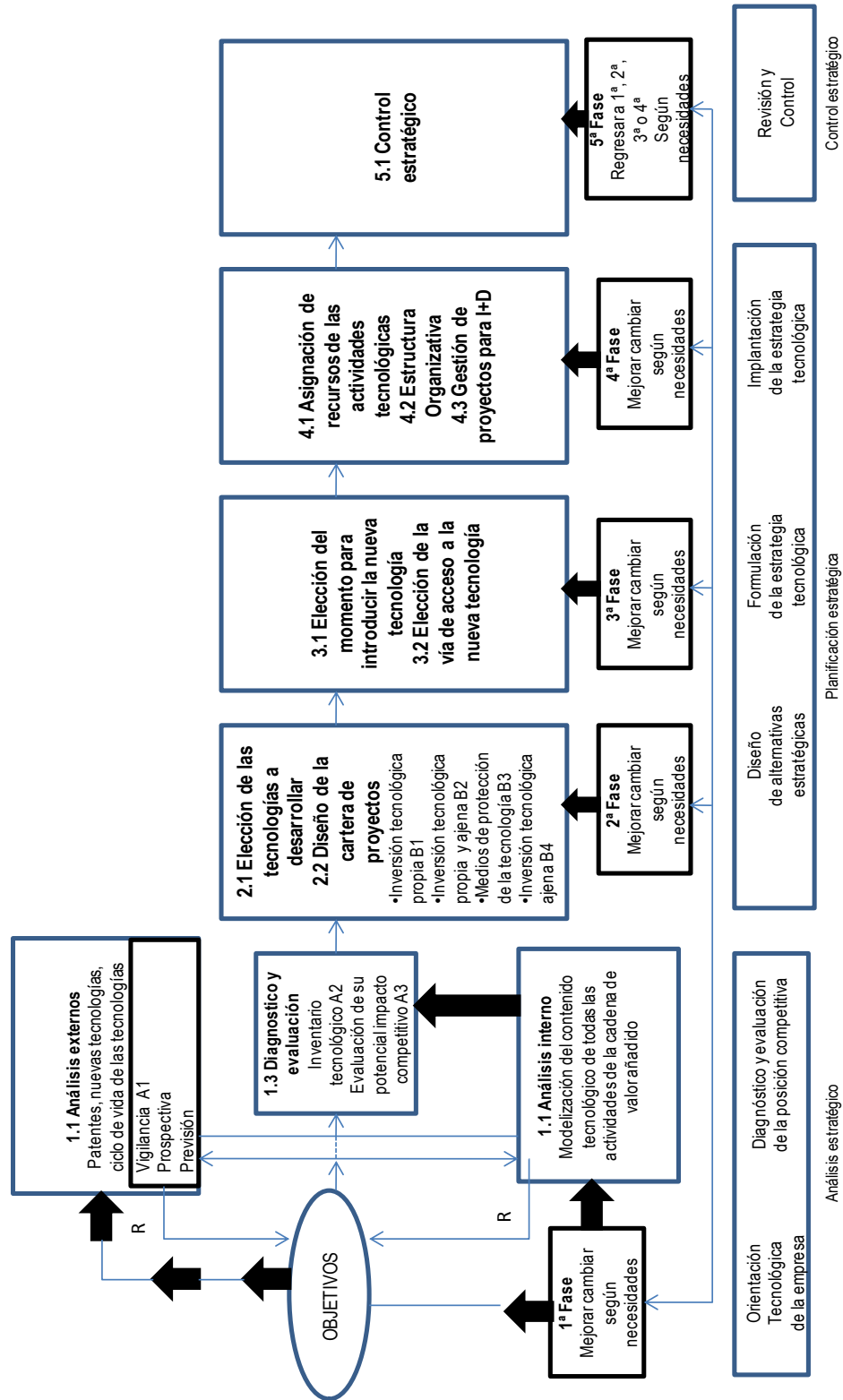
- a. Elección del momento para introducir la nueva tecnología. La elección del momento en que se introducirá una tecnología depende de la actitud de la empresa con respecto a la innovación.
- b. Elección de la vía de acceso a la nueva tecnología. Determinar el modo en que la empresa adquirirá la tecnología necesaria, se puede utilizar la tabla 2.3 de la matriz de inversión en tecnología.

4. Implantación de la estrategia tecnológica:

- a. Asignación de recursos a las actividades tecnológicas. Elaborar un presupuesto mediante el cual se asignen los fondos necesarios para la ejecución de cada proyecto.
- b. Estructura organizativa. La implantación y desarrollo de la estrategia tecnológica precisa de las modificaciones necesarias en la estructura organizativa tendentes a facilitar la comunicación, a permitir el desarrollo de interfaces entre las áreas de investigación y desarrollo, marketing, producción, etc., a favorecer el trabajo en equipo y la aplicación de técnicas como la ingeniería de valor, la ingeniería concurrente o el despliegue de la función calidad.
- c. Gestión de proyectos de investigación y desarrollo. La implantación de las estrategias tecnológicas supone la ejecución por parte de la empresa de actividades de I+D que se llevan a cabo mediante la ejecución de proyectos. El tratamiento de los proyectos de I+D y su gestión son complejos, y exigen, por una parte, la clasificación de los proyectos, su posterior evaluación y selección, y, por otra, el seguimiento de la ejecución de los mismos.

5. Control estratégico.

El proceso de dirección estratégica de la tecnología se cierra con el control estratégico, mediante el cual se diseñan y aplican los mecanismos necesarios para asegurar su éxito. Las etapas del proceso de dirección estratégica de la tecnología son interdependientes e interactúan entre sí, por lo que no puede asegurarse que las series de etapas sean rígidas, pueden cambiarse entre sí, siendo posible alterar el orden (figura 2.5).



Fuente: Benavides, 1998

Figura 2.5 Proceso de dirección estratégica de la tecnología

2.9.3 Escorsa y Valls (2001)

Escorsa y Valls (2001) mencionan que el proceso para la elaboración de un Plan de desarrollo tecnológico es un proceso iterativo que se dirige a la formulación simultáneamente de:

- a) El uso de herramientas que servirán para guiar la reflexión, suscitar ideas y promover la discusión en las etapas previas a la estrategia global.
- b) La necesidad de que la estrategia tecnológica se elabore juntamente con la estrategia global. No obstante, la estrategia ha de ser siempre original, y, por tanto, nunca podrá ser el resultado de la aplicación de unas recetas determinadas.

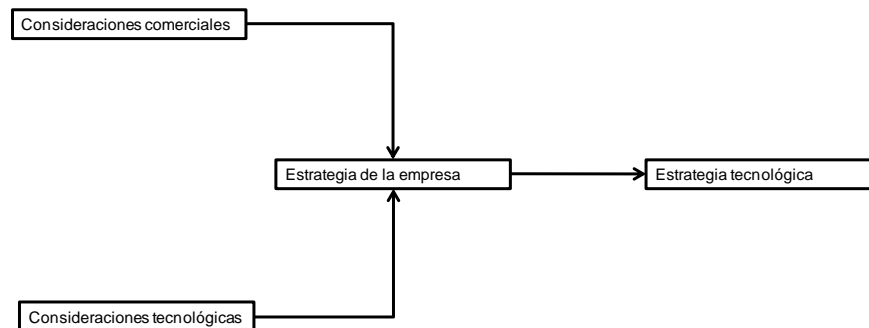
Escorsa y Valls destacan que las opciones efectuadas por la empresa y materializadas en el plan estratégico y plan de desarrollo tecnológico son fruto de la reflexión previa a partir de las respuestas a preguntas tales como:

- ¿Cómo evoluciona el entorno?
- ¿En qué negocio hemos de competir en el futuro?
- ¿En qué sectores/negocios se presentan oportunidades de éxito comercial?
- ¿En qué estado se encuentran nuestras tecnologías? ¿Están cerca de sus límites físicos?
- ¿Qué alternativas se prevén?
- ¿Qué nuevas tecnologías pueden tener impacto en nuestra cadena de valor, aumentando nuestra rentabilidad?
- ¿Qué estrategia adoptan nuestros competidores? ¿Qué tecnologías están desarrollando?
- ¿Cómo se relaciona nuestra estrategia tecnológica con la estrategia global de la empresa?
- ¿Cuáles son nuestros puntos fuertes y débiles?

Las preguntas anteriores pueden clasificarse según Escorsa y Valls en dos grandes grupos: por un lado, las propiamente relacionadas con la tecnología (estado de las tecnologías, aparición de tecnologías emergentes, etc.) y, por otro, las referentes al curso

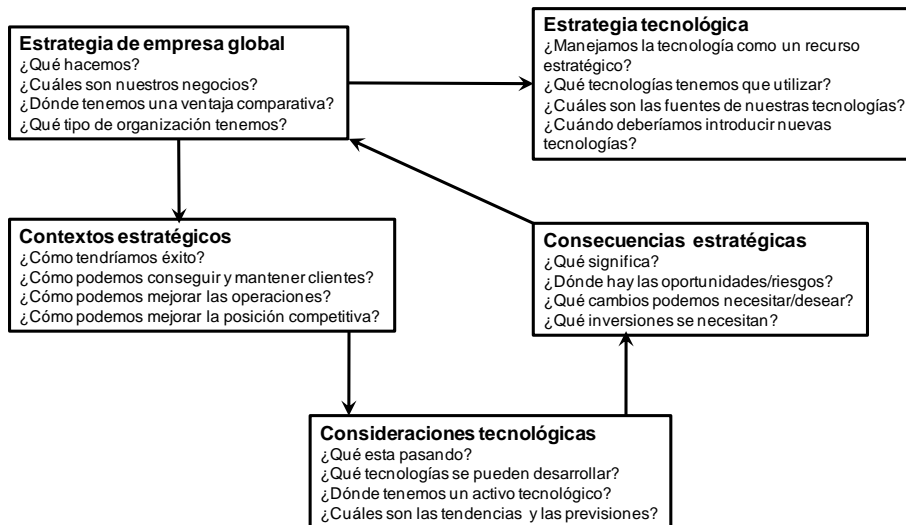
general de la empresa (oportunidades de nuevos negocios, estrategias de los competidores, etc.)

En la figura 2.6 se observa el proceso que evidencia la relación que existe entre las consideraciones tecnológicas y las consideraciones comerciales que harán emerger la estrategia corporativa de la que se derivará la estrategia tecnológica y a su vez se traducirá en el plan tecnológico. La Figura 2.7 añade al proceso actividades que se deben resolver en la elaboración de las estrategias corporativa y tecnológica.



Fuente: Escorsa y Valls, 2001

Figura 2.6 El proceso de elaboración de la estrategia tecnológica



Fuente: Escorsa y Valls, 2001

Figura 2.7 El proceso iterativo de elaboración de las estrategias corporativa y tecnológica

Escorsa y Valls recomiendan que en la elaboración de las estrategias tecnológicas en un plan de desarrollo tecnológico se deben incluir los distintos programas de acción (programas internos de I+D, compra de tecnologías externas, alianzas, etc). Este plan se

ha de integrar en el plan estratégico global de la empresa explicitando las opciones de la empresa y eligiendo las prioridades determinadas que admite la renuncia a otras.

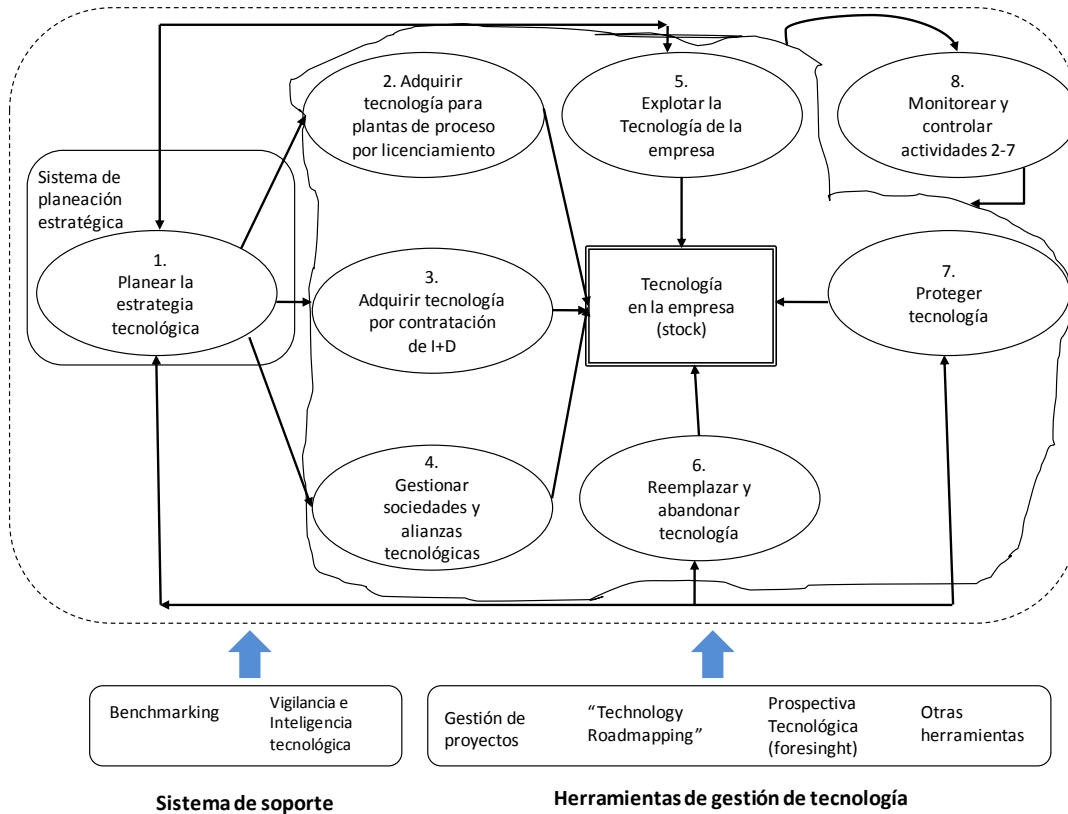
Y por otro lado, señalan que las empresas con éxito identifican las oportunidades, concentran los recursos en unas áreas determinadas y llegan con rapidez a la fase de comercialización.

Así que un plan de desarrollo tecnológico debe exponer con claridad puntos como:

- La distribución del presupuesto destinado a la tecnología entre los diversos programas, clasificados por líneas de productos o de negocio.
- Las modalidades de acceso a las tecnologías (I+D interna, compra, etc.) con sus presupuestos correspondientes.
- La elección de la posición competitiva en las distintas tecnologías (líder, seguidor, etc.).
- El grado de intensidad en el esfuerzo tecnológico, que puede variar desde una investigación exploratoria hasta la plena aplicación industrial.
- El nivel de dificultades y de riesgo, que puede variar desde la aplicación o mejora de tecnologías ya existentes hasta el desarrollo de tecnologías completamente nuevas.

2.9.4 Agustín González (2005)

Agustín González describe en su modelo de gestión de tecnología, la importancia del subsistema 1. planear la estrategia tecnológica, ver Figura 2.8.



Fuente: González, 2005

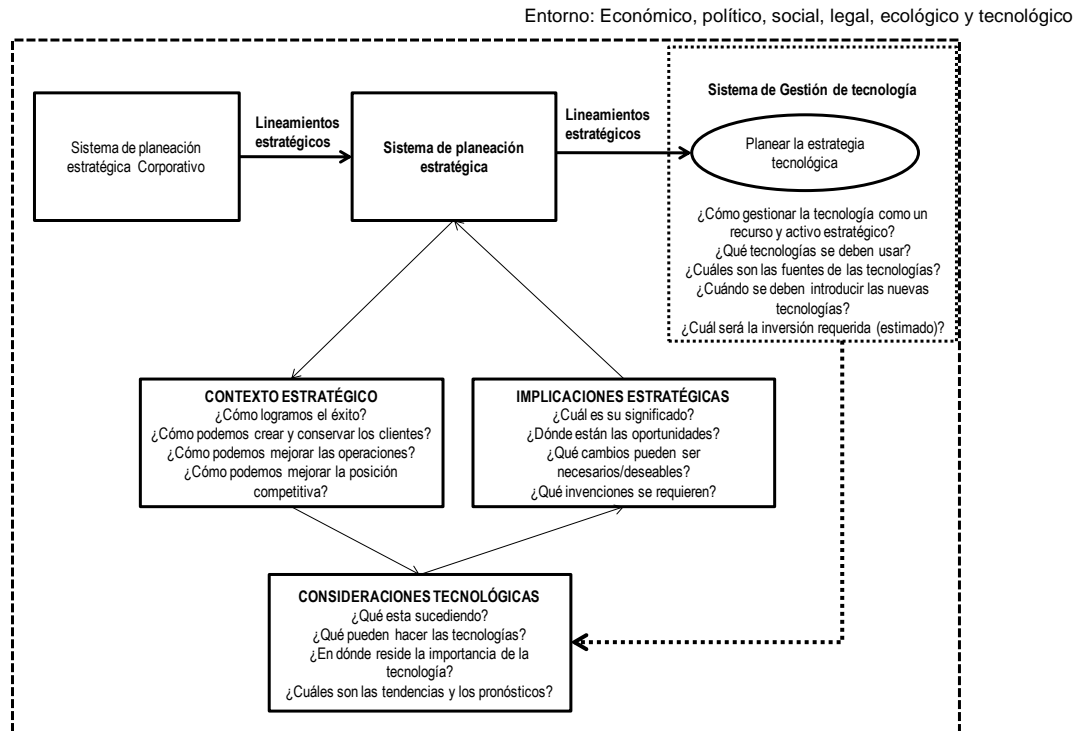
Figura 2.8 Modelo conceptual del sistema de gestión de tecnología

En el subsistema 1, se llevan a cabo las actividades de planeación de la estrategia tecnológica tomando en cuenta:

1. El estado de realización de la estrategia del año anterior.
2. Los lineamientos estratégicos de la organización del año que inicia (en términos de los ciclos de planeación estratégica, el cual se recomienda que sea en forma anual).
3. Las recomendaciones del sistema de *benchmarking*.
4. Las recomendaciones del sistema de vigilancia e inteligencia tecnológica.
5. Los resultados del subsistema de Monitoreo y control de actividades de la gestión de tecnología.

El subsistema 1 planear la estrategia tecnológica, es un sistema que comparte recursos y actividades con el sistema de planeación estratégica de la organización, por tal motivo, es conveniente establecer cuál es su relación. En la figura 2.9 se muestra la interrelación entre ambos sistemas tomando como base las ideas de Matthews 1992, así como el

hecho que la planeación de la estrategia tecnológica no debe ser desarrollada en forma independiente de la estrategia de negocio, es decir, los recursos tecnológicos deben ser considerados como un aparte integral del proceso de planeación de la estrategia de negocio.



Fuente: González, 2005

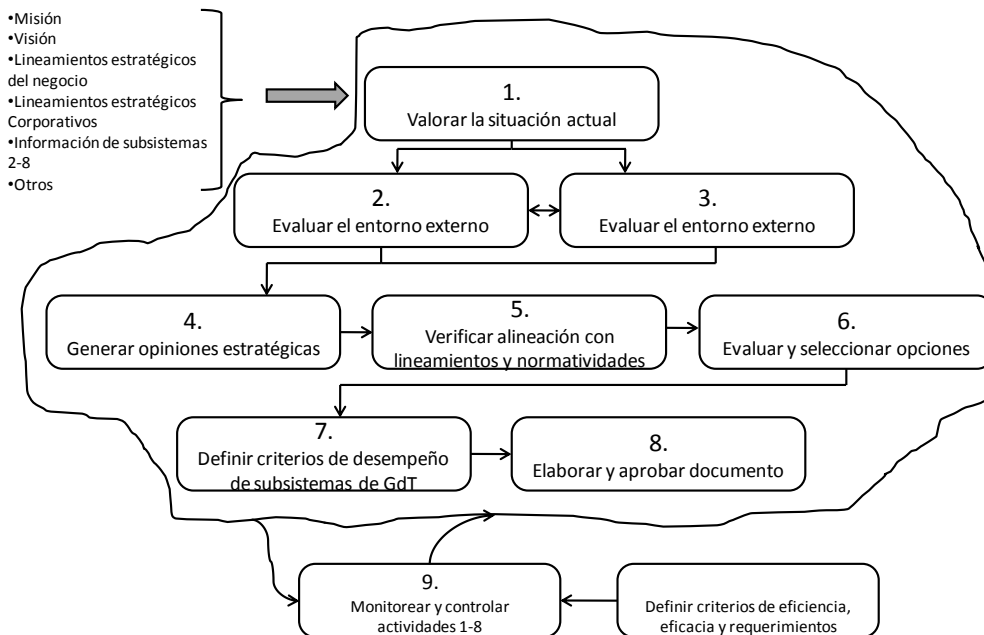
Figura 2.9 Integración de la tecnología en la planeación estratégica

De acuerdo a lo anterior, la definición para el subsistema planear la estrategia tecnológica es:

“Un sistema perteneciente al sistema de gestión de tecnología de la empresa, que lleva a cabo en forma efectiva la evaluación del entorno externo e interno de la organización, la generación, evaluación y selección de opciones estratégicas tecnológicas y la elaboración del plan correspondiente, mediante la participación de recursos humanos especializados y aplicación de metodologías y herramientas de trabajo específicas para definir qué tecnologías nuevas deben ser incorporadas, cuáles mejoradas y cuáles reemplazadas y abandonadas, las fuentes de adquisición más adecuadas y las fechas de implementación, de acuerdo a los objetivos estratégicos de la organización”.

En la figura 2.10 Agustín González presenta el modelo conceptual para el subsistema planear la estrategia tecnológica con base en la definición anterior⁹

Los requerimientos se refieren, a los aspectos que deben incluir el plan de proyectos tecnológico resultante; siendo los más importantes: el horizonte de planeación (el cual se sugiere que sea de cinco años), la definición de tecnologías a adquirir y mejorar, las fuentes de adquisición recomendadas, la fecha de implementación, el costo estimado, áreas responsables de su ejecución, áreas receptoras, fuentes probables de financiamiento, y criterios de desempeño esperado en los subsistemas 2-7 del sistema de gestión de tecnología González (2005).



Fuente: González, 2005

Figura 2.10 Modelo conceptual del subsistema: planear la estrategia tecnológica

Un aspecto importante en la interpretación de esta figura, es que la planeación de la estrategia tecnológica debe ser considerada como un proceso que se realiza por personal clave (“*Key stakeholder*”) en forma sistemática y con un calendario anualizado de actividades (ciclo de planeación).

Agustín González señala que el subsistema 1 es clave en el modelo de gestión de tecnología ya que tiene como función principal definir el portafolio de proyectos

⁹ Se observa que la actividad definir criterios de eficiencia, eficacia y requerimientos no tienen numeración, ya que se consideran como una actividades precedentes a las subsecuentes actividades del subsistema.

tecnológicos, en el cual se establezca cuales tecnologías se deben adquirir, mejorar, reemplazan y abandonar, así como la fuente de adquisición. Adicionalmente, establece un estimado de la inversión requerida, el lugar donde se va a implementar el cambio, área responsable, etc.; y enlista una serie de recomendaciones para llevar en forma efectiva dicho proceso.

1. Contar con una unidad “staff” responsable de la planeación estratégica, encabezada por una persona con un puesto gerencial o superior dentro de la organización. Entre las funciones de esta unidad se pueden citar: proporcionar soporte técnico y administrativo para las actividades de la gestión estratégica; preparar pronósticos económicos, políticos, tecnológicos y de mercado, análisis de riesgos, análisis de la competencia y otras investigaciones del entorno del negocio para asistir a la planeación estratégica y tecnológica de la compañía; facilitar la comunicación entre la gestión central y otras funciones de la empresa; y servir como consultor interno.
2. La planeación de la estrategia tecnológica se facilita si existe un manual de gestión de este proceso, el cual debe incluir, entre otras cosas: programa de calendario de actividades del proceso de planeación, instrucciones de los métodos y herramientas utilizados en el proceso, procedimientos de evaluación de propuestas de proyectos tecnológicos, formatos para estructurar el plan de proyectos tecnológicos, etc. Dentro del manual de la gestión del proceso de planeación se debe incluir el ciclo de planeación con el programa acordado de actividades durante el año. Lo que significa, que la planeación no se realice en un solo taller o junta de trabajo, sino que sea necesario realizar varios talleres, y en el inter se requiere llevar a cabo las tareas que sean acordadas.
3. Se recomienda que a los talleres asistan interesados clave de diferentes áreas de la organización: planeación, operación, recursos humanos, finanzas, etc.
4. Los talleres de planeación deben ser concebidos como procesos de comunicación que tienen como objetivo compartir conocimiento para influir y mejorar las decisiones estratégicas.
5. El éxito del proceso de planeación reside en el cumplimiento de las tareas que son requeridas entre cada taller.
6. Se recomienda un horizonte de planeación de cinco años, con visiones prospectivas a 10 y 20 años. La combinación de este horizonte de planeación y revisiones cíclicas anuales, y además el control de proyectos tecnológicos en su

eficiencia y eficacia, hacen que se tenga un sistema de control global de segundo orden, con lo cual se tiene flexibilidad para adaptarse a los cambios del entorno.

7. Para facilitar el flujo y disponibilidad de información se considera necesario disponer de bases de datos. Por ejemplo, para el inventario de tecnologías en uso, las cédulas de proyectos tecnológicos, los reportes de avance de proyectos tecnológicos, el nivel de ocupación de personal clave en la ejecución del proyecto, etc.

2.9.5 Victoria Erosa (2007)

La planeación tecnológica según Victoria Erosa tiene como objetivo incorporar el uso de la tecnología en el desarrollo estratégico de la organización para ampliar, consolidar o sostener su competitividad. Para usar la tecnología con fines de alcanzar una ventaja competitiva, la organización debe hacer explícito el papel que tendrá en sus estrategias de negocios.

Esto requiere responder a cuatro preguntas básicas (Erosa, 2007).

1. ¿Cuál es la base para competir?
2. ¿Cuáles tecnologías deben dominarse para competir?
3. ¿Qué tan competitiva es la organización en estas tecnologías?
4. ¿Cuál es la estrategia tecnológica de la organización?

El proceso estructurado de planeación tecnológica puede seguir dos modelos, mismos que se presentan a continuación (Erosa, 2007):

Modelo I Criterio de recuperación de la inversión

Etapa 1. Crear una “visión de éxito” del futuro ambiente de negocios.

Etapa 2. Definir las fuentes de ventaja competitiva de la organización y un grupo de opciones tecnológicas que puedan contribuir a crear esas ventajas.

Etapa 3. Evaluar esas opciones tecnológicas y construir con ellas un portafolio tecnológico equilibrado, que incluya recuperación de inversión a corto y largo plazo, así como tecnologías de alto y de bajo riesgo (figura 2.11 lado izquierdo).

Etapa 1. Creación de una visión de éxito y del futuro ambiente de negocios	1.Determine las necesidades del mercado	
		2.Identifique las posibilidades técnicas
Etapa 2. Definir las bases de competencia a futuro y las opciones tecnológicas correspondientes	3. Identifique las opciones de tecnología	
		4. Evalúe u priorice los proyectos tecnológicos
Etapa 3. Evaluación de cada opción tecnológica y equilibrio del portafolio tecnológico	5.Desarrolle los proyectos que conforman su plan tecnológico	

Fuente: Erosa, 2007

Figura 2.11 Proceso de planeación tecnológica

En el lado derecho de la figura 2.11, Erosa incluye las necesidades de mercado que conllevan a la búsqueda de tecnologías para su apoyo, la configuración de un portafolio tecnológico y el desarrollo de un plan conformado por diversos proyectos tecnológicos que reciben el tratamiento de proyectos de inversión.

Modelo II Criterio de competitividad

Erosa propone que la perspectiva que considera a la tecnología como una competencia de la organización para enfrentar un ambiente altamente competitivo, implica la integración del concepto tecnológico a la estrategia de la organización, ya que tiene diversos efectos competitivos sobre:

1. Las decisiones sobre tecnología son de naturaleza estratégica. Tienen impacto a largo plazo y afectan a todas las funciones y procesos de una organización. Estas decisiones son difíciles de cambiar una vez que el compromiso está establecido.
2. La posición competitiva. Cuando se usa en procesos básicos de producción de bienes y prestación de servicios, las decisiones relacionadas con innovación, reducción de costos o transportación tienen un impacto directo en la posición competitiva de la organización, por lo que es clave para el éxito en el mercado.
3. La tecnología compite por recursos al interior de la organización. La inversión en tecnología constituye un impacto a los activos de las organizaciones, y generalmente

precede otras inversiones como adecuaciones de planta física, licenciamiento, entrenamiento de personal, instalaciones especiales, etc.

4. Es factor de integración de las funciones de la organización. Requiere la integración y/o coordinación de distintas funciones para evitar sub optimización de las inversiones y fricciones entre los recursos humanos de las diversas áreas.

Estas razones fundamentan la necesidad de incorporar la tecnología a través del proceso de planeación tecnológica enfocado a sustentar el uso de la misma como competencia de la organización para apoyar la competitividad y conlleva a un proceso de planeación tecnológica estructurado en tres etapas básicas (figura 2.12):

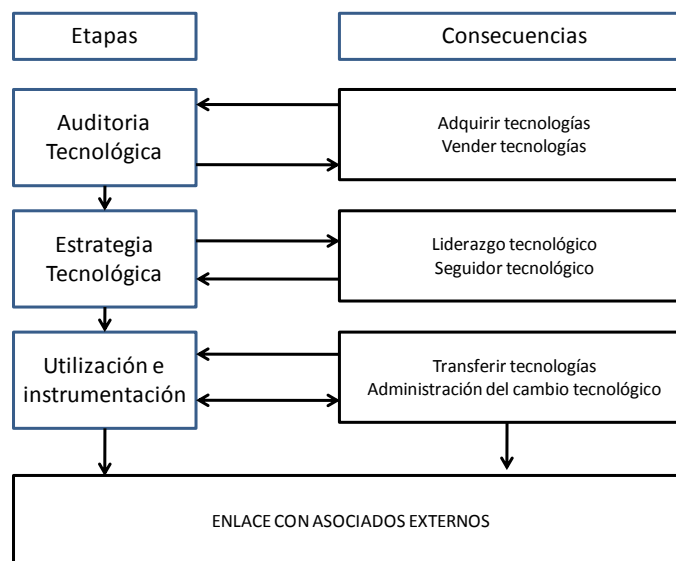
1. Búsqueda de tecnología y auditoría tecnológica

- Inventario de tecnología
- Auditoría tecnológica

2. Desarrollo de la estrategia tecnológica

- Definición de costos y tiempos

3. Utilización e instrumentos



Fuente: Erosa, 2007

Figura 2.12 Etapas de la planeación tecnológica

A. Búsqueda de tecnología y auditoría tecnológica

La auditoría tecnológica según Erosa es una herramienta para diagnosticar la consistencia entre el uso de la tecnología y la estrategia de negocios de la organización, cuyo principal propósito es evaluar el nivel competitivo de la organización. En primer lugar ofrece varios beneficios para la organización, entre ellos se identifica al uso de un proceso estructurado de recolección de información sobre el potencial tecnológico de la organización; en segundo lugar permite vincular a la tecnología con las estrategias de negocio definidas por la alta dirección; y en tercer lugar proporciona un insumo de información clave para la toma de decisiones que afectan la inversión, los gastos de operación y la estructura organizacional de manera importante.

Por lo que, la auditoría tecnológica señala Erosa es un proceso que se inicia con la elaboración del inventario de tecnología contenida en productos, procesos, operaciones y en sistemas de información o transmisión de datos, con el propósito de determinar qué tan competitiva es la plataforma tecnológica de la organización. (Tabla 2.4).

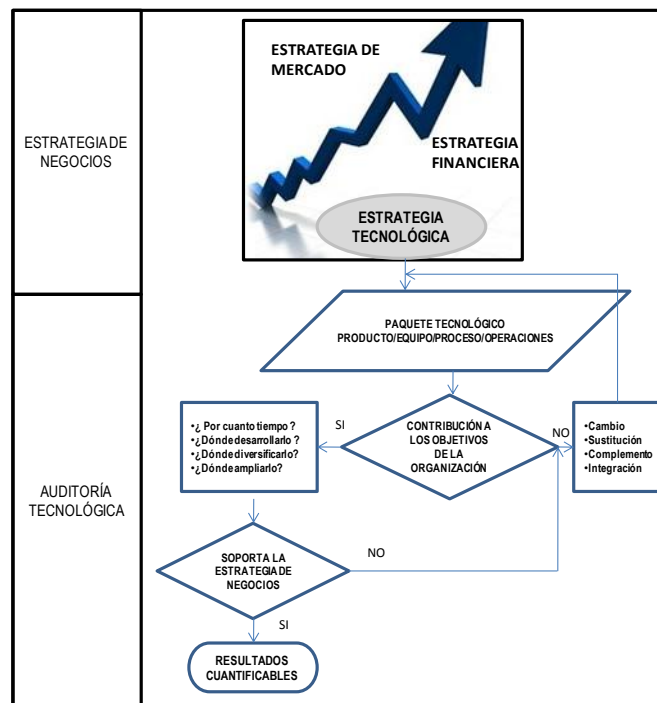
Tabla 2.4 Elementos a considerar en una auditoría tecnológica

Tecnologías, “know-how” del que depende la organización
Registros de tecnología desarrollada internamente
Ciclo de vida de la tecnología de que depende la organización
Tecnologías que afectan la perspectiva de mercado
Fuerza de la organización, tecnología de producto, tecnología de operación
Se logra la óptima utilización de la tecnología
Se tiene logros tecnológicos que no se aplican pero podrían aplicarse en otro negocio
Análisis de programas de investigación y desarrollo en función de personas y tiempo
Matriz de uso de cada tecnología
Análisis de número de hombre-año usado en cada tecnología
Nivel de sintonía entre una estrategia tecnológica y la empresa
Elaboración de un inventario tecnológico
Nivel de capacitación tecnológica
Integración de investigación y desarrollo con las demás áreas de la organización
Anticipación de la organización a oportunidades tecnológicas
Estructura de la función tecnológica
Sistema de información tecnológica
Identificación de la estrategia tecnológica
Sistema de evaluación tecnológica
Técnicas de gestión tecnológica

A partir de esta información, Erosa establece algunos puntos a desarrollar para la elaboración de la estrategia tecnológica los cuales son:

1. El inventario tecnológico
2. Identificación de tecnologías externas (*technology scanning*)
3. Clasificación de las tecnologías
4. Progresión tecnológica (administración del portafolio tecnológico)
5. Estrategia de propiedad industrial e intelectual

Al considerar la auditoría tecnológica como un proceso cuyo objetivo es el registro y categorización periódica y sistemática de la plataforma tecnológica de la organización Erosa lo presenta de forma gráfica en la figura 2.13. Dicha figura presenta las actividades a realizar en el proceso de auditoría tecnológica que son la base para el desarrollo de la estrategia tecnológica y a su vez para la estrategia de negocio.



Fuente: Erosa, 2007

Figura 2.13 Proceso de toma de decisiones

El resultado del proceso de auditoría tecnológica es la identificación y categorización de la tecnología de la organización que conduce a identificar los elementos faltantes en el portafolio tecnológico, la posición competitiva, las modalidades de adquisición convenientes, y el ámbito de las estrategias que deberán cubrirse.

“En este momento es posible cuantificar el monto de la inversión requerida en tecnología”.

La estructura del portafolio tecnológico debe aportar información valiosa para determinar si las inversiones en tecnología están en una posición en la que podría recomendarse su permanencia, cambio, eliminación, venta, reemplazo o liquidación con base en el riesgo o en la depreciación reflejada.

B. Desarrollo de la estrategia tecnológica

Una forma de abordar la estrategia tecnológica es manejar la información obtenida, en seis subprocesos generales para la actualización de la estrategia tecnológica (Tabla 2.5).

Las estrategias tecnológicas que puede seleccionar la organización para sostener su competitividad dependen en gran medida de su disposición a la inversión en la tecnología, de su manejo como herramienta de competitividad y de su visión a futuro en el ambiente de negocios.

En la siguiente tabla 2.5 Erosa enlista los subprocesos de planeación tecnológica en los que se realiza el proceso de actualización de la estrategia tecnológica a lo largo del proceso de planeación tecnológica.

Tabla 2.5 Subprocesos para la actualización de una estrategia tecnológica

OBJETIVO DEL PROCESO Actualización de la estrategia tecnológica Modificar, en caso necesario, la estrategia tecnológica para mantenerla alineada con el plan de negocio de la organización	
Objetivo del subproceso 1 <i>1. Detección de necesidades de tecnología</i> Identificar, a nivel región, las necesidades de tecnología que permitirán cumplir sus objetivos de negocio, alineados con la estrategia tecnológica de la organización	
	Objetivo del subproceso 2 <i>2. Monitoreo y valoración de la tecnología</i> Buscar opciones que permitan satisfacer las necesidades tecnológicas detectadas, así como evaluar los posibles obstáculos y beneficios financieros, técnicos, sociales, ambientales, etcétera.
Objetivo del subproceso 3 <i>3. Adquisición de tecnología</i> Obtener la tecnología requerida mediante compra, venta, transferencia o investigación y desarrollo.	
	Objetivo del subproceso 4 <i>4. Implantación de la tecnología</i> Poner a operar de manera eficiente la tecnología

OBJETIVO DEL PROCESO Actualización de la estrategia tecnológica Modificar, en caso necesario, la estrategia tecnológica para mantenerla alineada con el plan de negocio de la organización	
	adquirida asegurando el aprendizaje de las nuevas técnicas y conocimientos
Objetivo del subproceso 5 <i>5. Medición del impacto de la tecnología</i> Evaluar el resultado financiero, técnico, social y ambiental de la tecnología implantada, comparándolo contra las expectativas y la situación actual	
	Objetivo del subproceso 6 <i>6. Soporte tecnológico</i> Mantener la tecnología en óptimas condiciones de operación a través de la identificación y satisfacción de necesidades de servicios técnicos

Fuente: Erosa, 2007

En el momento que se establecen los lineamientos de una organización se requiere definir el tipo de estrategia tecnológica (Ver punto 1.8) dicho proceso se cierra con la elaboración del plan tecnológico.

En el desarrollo de la estrategia tecnológica se deben considerar los siguientes aspectos:

1. El negocio define el tipo y papel de la tecnología.
2. La selección de tecnología requiere evaluar los aspectos técnicos y los de mercado para identificar las metas de desarrollo tecnológico.
3. El liderazgo tecnológico es una necesidad estratégica.
4. El régimen de apropiabilidad de control en los activos especializados.
5. El licenciamiento es igual a generación de valor.

La formulación de la estrategia tecnológica requiere, una vez conocida la auditoria tecnológica, definir sus objetivos conforme a la misión y estrategia de negocio seleccionada, a fin de establecer un alineamiento entre las dos estrategias.

Estructura del plan tecnológico

El documento que refleja el proceso de decisiones en materia de adquisición, instrumentación y utilización de la tecnología con el propósito de crear o consolidar una ventaja competitiva sostenible para la organización recibe el nombre de plan tecnológico.

Un plan tecnológico es un conjunto de principios y lineamientos que indican las acciones para la adquisición, transferencia y asimilación de una tecnología por parte de una organización.

Un plan tecnológico debe ser desarrollado por un comité. La elaboración de un plan tecnológico es una manera adecuada de asegurar que exista consenso antes de adquirir la tecnología, más aún, de su puesta en marcha. Los componentes básicos de un plan tecnológico son:

- Declaración de la misión de la organización y sus principales características
- Declaración de las expectativas respecto a la tecnología
- Metas y objetivos relacionados con la tecnología
- Perfil tecnológico existente
- Necesidades tecnológicas
- Programa de instrumentación
- Definición de responsabilidades
- Mecanismos de revisión y seguimiento

2.10 Comentarios sobre el marco teórico

El análisis de los conceptos identificados en la literatura, deriva en los comentarios que se presentan a continuación:

En la tabla 2.6 se presentan aspectos que forman parte de las definiciones de Planeación Tecnológica, Estrategia Tecnológica y Plan Tecnológico. Dichos aspectos fueron identificados en la literatura y se observó que han sido tratados por distintos autores. En términos generales, las definiciones identificadas contienen los mismos elementos, sin embargo es importante mencionar que no se encontraron definiciones universales en la literatura. Cada uno de los autores consultados presenta distintos aspectos para cada definición.

Tabla 2.6 Aspectos importantes de planeación tecnológica, estrategia tecnológica y plan tecnológico identificados en la literatura.

Año	Autor	Planeación tecnológica	Estrategia tecnológica	Plan tecnológico
1986	Giral y González	Planeación tecnológica Proceso continuo de actividades que forman parte de la planeación estratégica de la empresa y se auxilia de varias herramientas de análisis.	—	Plan Tecnológico Maestro Es un documento que es resultado de las fases del proceso de planeación tecnológica
1998	Carlos Benavides	Dirección estratégica de la tecnología Es la implantación en la empresa de los instrumentos de gestión necesarios para poder responder a la complejidad y la incertidumbre estructural en que se desenvuelven hoy día las empresas, dentro de un entorno cambiante que le exige una integración de la tecnología en su estrategia, no solo como arma competitiva, sino como instrumento de supervivencia.	Estrategia tecnológica Determina la base tecnológica en la que se fundamentan las innovaciones de proceso y producto de la empresa, actuando como plataforma en la que se deberán basar las estrategias de innovación, de negocio y corporativa	Plan de desarrollo tecnológico Es un documento en donde se plasma la estrategia tecnológica y en el que además se deben incluir los cursos de acción necesarios para la Dirección Estratégica de la Tecnología.
2001	Escorsa y Valls	—	Estrategia tecnológica Es el espacio en donde en un plan de desarrollo tecnológico se incluye los distintos programas de acción (programas internos de I+D, compra de tecnologías externas, alianzas, etc.)	Plan tecnológico Es el documento donde se evidencia la relación que existe entre las consideraciones tecnológicas y las consideraciones comerciales que harán emerger la estrategia corporativa de la que se derivará la estrategia tecnológica
2005	Agustín González	Planeación tecnológica Es el establecimiento de un proceso estructurado que permite la incorporación	Planear la estrategia tecnológica Es un sistema perteneciente al sistema de gestión de tecnología de la empresa, que	Plan de proyectos tecnológicos Es el documento donde se establecerán cuales tecnologías se deben adquirir,

Año	Autor	Planeación tecnológica	Estrategia tecnológica	Plan tecnológico
		<p>racional de tecnología a través de las funciones de la organización, lo que conduce a la creación de sinergia entre las capacidades de diversas unidades organizacionales orientando el quehacer hacia el logro de los objetivos de negocio</p>	<p>lleva a cabo en forma efectiva la evaluación del entorno externo e interno de la organización, la generación, evaluación y selección de opciones estratégicas tecnológicas y la elaboración del plan correspondiente, mediante la participación de recursos humanos especializados y aplicación de metodologías y herramientas de trabajo</p>	<p>mejorar, reemplazan y abandonar, así como la fuente de adquisición. Adicionalmente, establece un estimado de la inversión requerida, el lugar donde se va a implementar el cambio, área responsable, etc.</p>
2007	Victoria Erosa	<p>Planeación tecnológica Tiene como objetivo incorporar el uso de la tecnología en el desarrollo estratégico de la organización para ampliar, consolidar o sostener la competitividad de la organización</p>	<p>Estrategia tecnológica Es el aspecto de la estrategia relacionada con la explotación, mantenimiento y desarrollo de la suma total de los conocimientos “<i>know-how</i>” de la organización y consiste en políticas, planes y procedimientos para adquirir conocimientos y habilidades, administrar esos conocimientos y habilidades al interior de la organización, y explotarlos para obtener utilidades.</p>	<p>Plan tecnológico Engloba los lineamientos que se requieren para definir el tipo de estrategia tecnológica que se va a seguir las cuales pueden ser: Líder Tecnológico, Comprador tecnológico, Seguidor de R&D (Investigación y Desarrollo), Seguidor Tecnológico se cierra el proceso de planeación tecnológica.</p>

De acuerdo con la literatura analizada, se observa que los aspectos notables acerca de la importancia del proceso de planeación tecnológica los siguientes:

1. La incorporación del uso de la tecnología al plan estratégico de la empresa.
2. El análisis reflexivo y continuo de la organización a fin de tener presente la posición frente a los competidores.
3. La definición de la estrategia tecnológica, la cual engloba varias acciones como:
 - a. Determinar la base tecnológica de la empresa
 - b. Elaborar distintos programas de acción referentes a la compra, desarrollo o adquisición de tecnología
 - c. Definición de las acciones necesarias referentes a su base tecnológica.

De acuerdo con la literatura analizada, se identificó que los autores Benavides, González, Escorsa y Valls; y Erosa presentan un proceso de planeación tecnológica que está integrado por distintas etapas. Dichas etapas son nombradas de diversas formas por los autores, sin embargo en varios casos son equivalentes. Dado lo anterior, se puede inferir que un proceso general de planeación tecnológica incluye las siguientes etapas:

1. Definición del contexto estratégico tecnológico.
2. Desarrollo de la estrategia tecnológica.
3. Definición de la cartera de proyectos tecnológicos.
4. Integración del plan tecnológico.
5. Monitoreo y control de los proyectos tecnológicos y del plan tecnológico.

Cabe resaltar que los títulos de las etapas fueron designados con base al nombre de las etapas identificadas en los distintos modelos, métodos y procesos de planeación tecnológica analizados. En la tabla 2.7 se presentan las etapas identificadas en los procesos de planeación tecnológica analizados.

Tabla 2.7 Etapas propuestas para el proceso de planeación tecnológica

Año	Autor	ETAPAS				
		Definición del contexto estratégico tecnológico	Desarrollo de la estrategia tecnológica	Definición de la cartera de proyectos tecnológicos	Integración del plan tecnológico	Monitoreo y control de los proyectos tecnológicos y del plan tecnológico
1986	Giral y González	Elaborar un diagnóstico tecnológico	No hay Dato	No hay Dato	Elaborar el plan tecnológico	Seguimiento y control

Año	Autor	ETAPAS				
		Definición del contexto estratégico tecnológico	Desarrollo de la estrategia tecnológica	Definición de la cartera de proyectos tecnológicos	Integración del plan tecnológico	Monitoreo y control de los proyectos tecnológicos y del plan tecnológico
					Maestro	
1998	Carlos Benavides	Estudiar la orientación de la empresa. Elaborar un inventario tecnológico	Formulación de la estrategia tecnológica	Gestión de proyectos para Investigación y Desarrollo	Elaborar el plan de desarrollo tecnológico	Control estratégico
2001	Escorsa y Valls	Revisar el estado de las tecnologías	Seleccionar la estrategia tecnológica	Definir tecnológicas que se pueden desarrollar	Elaborar el plan tecnológico	No hay Dato
2005	Agustín González	Valorar la situación actual	Planear la estrategia tecnológica	Definir portafolio de proyectos tecnológicos	Elaborar el plan de proyectos tecnológicos	Monitoreo y control de actividades
2007	Victoria Erosa	Estudiar la situación actual y una auditoría tecnológica	Desarrollo de la estrategia tecnológica	Definición del portafolio tecnológico	Elaborar el plan tecnológico	Seguimiento de avances

Fuente: Elaboración Propia

De los modelos analizados se observó que existen aspectos importantes que sirven para la formación de una metodología para la planeación tecnológica. Los autores en general mencionan los siguientes:

- a) Se debe incluir un análisis interno y externo que facilite el planteamiento de los objetivos tecnológicos, el análisis de la organización con enfoque tecnológico a fin de obtener un diagnóstico tecnológico y conocer la posición competitiva de la organización siendo entre los más extensos en el tema, Carlos Benavides, Victoria Erosa y Agustín González.
- Es necesario incluir una etapa para elaborar o desarrollar una estrategia tecnológica.
 - Es básico formar un sistema de información que incluya un inventario de tecnologías (resultado del diagnóstico tecnológico) y programas de acción.
 - Hay que generar un portafolio o cartera de proyectos tecnológicos bien administrados, evaluados y seleccionados.
 - Es importante elaborar un documento que contenga el plan tecnológico.

- Se debe elaborar el seguimiento, evaluación y revisión de las actividades de los proyectos tecnológicos así como del plan tecnológico.

2.11 Modelos, procesos y herramientas de planeación tecnológica

A continuación se presentan los resultados de la búsqueda de información en la literatura de administración de tecnología que tuvo por objetivo la identificación de modelos, métodos, metodologías y herramientas en materia de planeación tecnológica. El análisis de la información colectada se llevó a cabo mediante técnicas bibliométricas¹⁰

2.11.1 Evolución cronológica de las publicaciones en administración de la tecnología

Las búsquedas de información en administración de tecnología dieron como resultado 2507 registros desde 1963 a 2009, dichos registros se procesaron por la técnica llamada bibliometría (en el anexo 1 se presenta la metodología empleada en los estudios Bibliométricos).

A continuación en la figura 2.14, se presenta la evolución de las publicaciones en el tema de administración de la tecnología en el periodo referido.

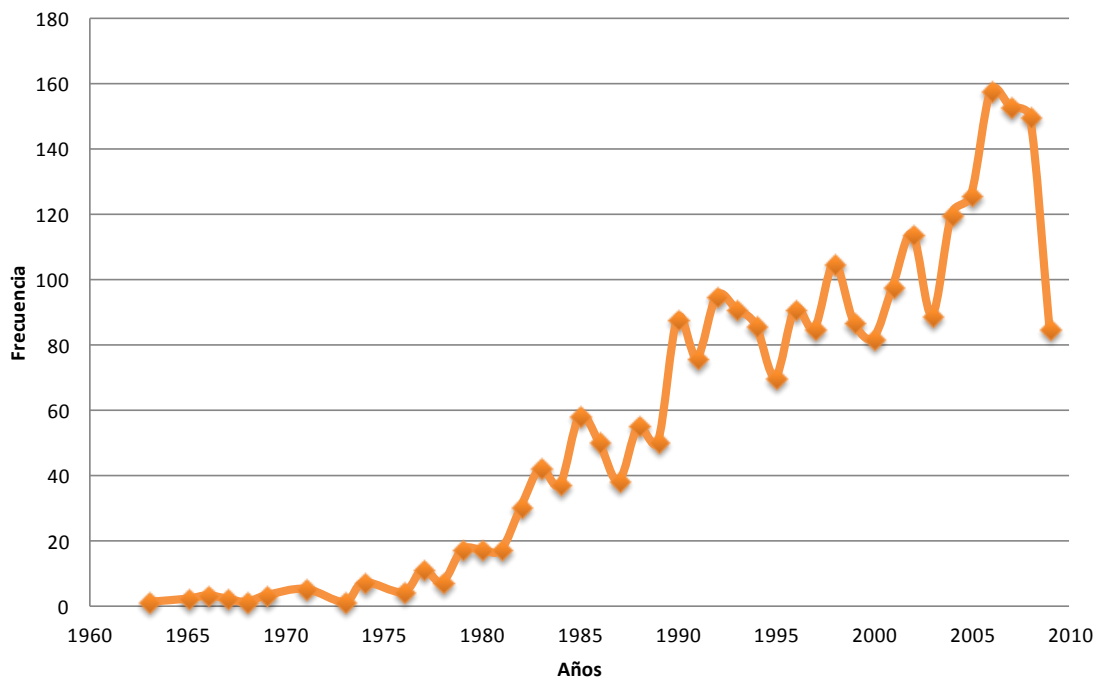


Figura 2.14 Evolución cronológica de las publicaciones en administración de la tecnología

¹⁰ La bibliometría, es una parte de la cienciometría que permite el análisis cuantitativo de la producción científica a través de la literatura, estudiando la naturaleza y el curso de una disciplina científica por medio del cómputo y análisis de las varias facetas de la comunicación escrita (Pacheco, 2009).

En la figura 2.14 se puede observar que el mayor número de registros se encuentran reportados en los últimos 19 años a partir del año 1990.

Tal como se puede observar en la figura 2.15, una de las áreas temáticas que se aborda con mayor frecuencia dentro de los registros de administración de tecnología es la planeación tecnológica.

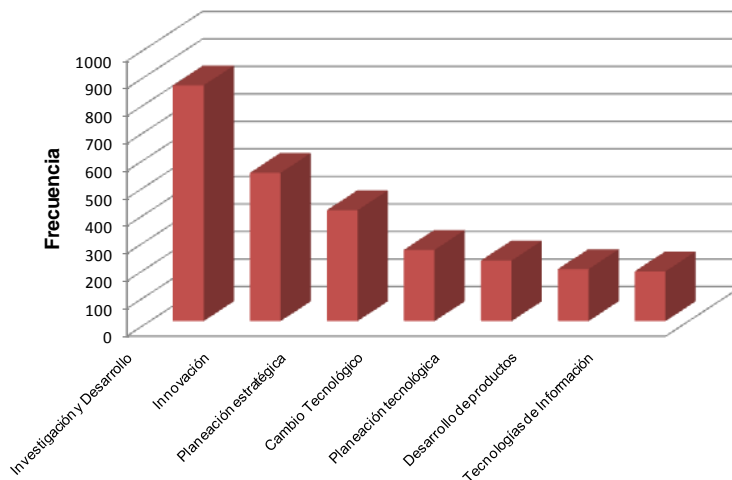


Figura 2.15 Temas que abordan los registros en administración de tecnología

2.11.2 Evolución cronológica de las publicaciones en planeación tecnológica

El número de publicaciones que se analizaron sobre el tema de planeación tecnológica fue en un periodo comprendido entre 1990 y 2009.

Como resultado de dicho análisis se generaron las gráficas que muestran los siguientes puntos:

- a) Evolución cronológica de las publicaciones en planeación tecnológica
- b) Temáticas que abordan los registros colectados en planeación tecnológica

La evolución cronológica de las publicaciones en planeación tecnológica se presenta en la figura 2.16, donde se puede observar la variación de las publicaciones en los últimos 19 años así también se observa que en los últimos cinco años hubo un decremento de publicaciones en planeación tecnológica.

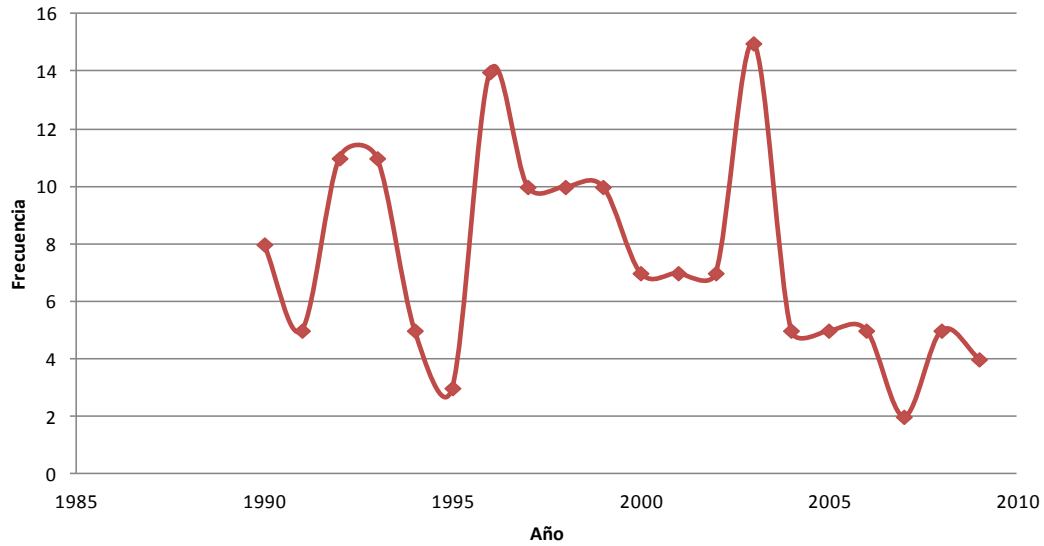


Figura 2.16 Evolución cronológica de las publicaciones en planeación tecnológica

Con el número de registros colectados se elaboró un gráfico en el que se muestran las áreas temáticas que abordan dichos registros. Los temas que tienen mayor frecuencia en las publicaciones son: Planeación Estratégica, Investigación y Desarrollo, Cambio Tecnológico, Sistemas de Información, Tecnologías de Información, Gestión estratégica e Innovación, entre otras, (figura 2.17).



Figura 2.17 Temáticas abordadas con mayor frecuencia en los registros de planeación tecnológica

Del estudio, se observó que la planeación estratégica y la investigación y desarrollo son las dos temáticas con mayor número de publicaciones, lo cual pudiera indicar un mayor interés en el estudio de dichas temáticas durante dicho periodo, esta tendencia se puede observar en la figura 2.18.

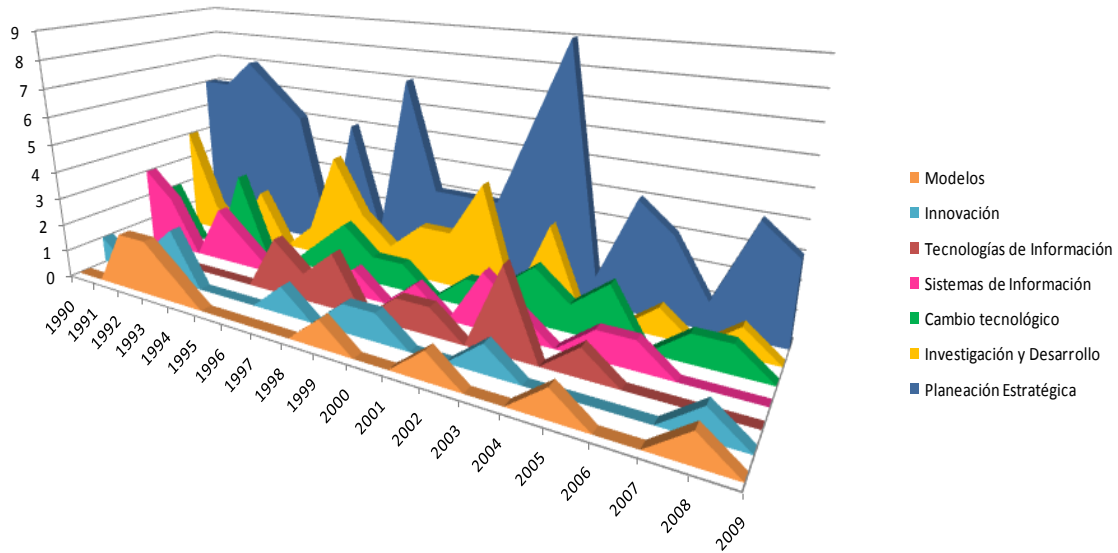


Figura 2.18 Frecuencia de áreas temáticas que se abordan en las publicaciones de planeación tecnológica por año

Las publicaciones identificadas y colectadas que abordan el tema de planeación tecnológica se revisaron a detalle para seleccionar aquellas que fueran relevantes para el presente trabajo. De esta forma, se recuperaron en texto completo 42 publicaciones y del análisis de su contenido se seleccionaron 31, el resultado del análisis de éstas últimas se presentan en la sección siguiente.

2.11.3 Modelos, procesos y herramientas de planeación tecnológica

Se revisó y analizó el grupo de 31 publicaciones para identificar aquellas que tuvieran información relacionada con modelos, procesos y herramientas referentes a planeación tecnológica. En la tabla 2.8 se muestra un resumen de los aspectos relevantes identificados en 12 de las 31 publicaciones.

Tabla 2.8 Modelos, procesos y herramientas de planeación tecnológica identificados.

<i>Título del documento</i>	Autor	Año	Ámbito de aplicación	Enfoque y descripción de la publicación
<i>Strategies for driving R&D and technology development</i>	Talonen T	2008	Empresas de servicios Consultoría	Herramienta Se enlistan una serie de pasos para generar un <i>mapa de rutas tecnológicas</i>
<i>Technology strategy and china's technology capacity building</i>	Arnoud de Meyer	2008	Universidad Investigación y desarrollo	Describe un esquema para desarrollar e implementar una estrategia tecnológica
<i>Strategic and technology planning on a roadmapping foundation</i>	Philip J Whalen	2007	Empresas de servicios Consultoría	Herramienta Describe los pasos para elaborar un mapa de rutas tecnológicas
<i>A model of strategy formulation and implementation for service technology</i>	Hyungu Kang	2005	Empresa de servicios	Modelo para desarrollar la estrategia tecnológica Describe las principales fases y elementos para el diseño y ejecución de una estrategia tecnológica
<i>Technology strategy and the balance sheet 3 points to consider</i>	David J Waldron	2005	Empresa de servicios Sector salud	Herramienta Describe los principales elementos para la administración del ciclo de vida de la tecnología
<i>Technology roadmapping for a service</i>	Rachel Wells	2004	Empresa de servicios	

<i>Titulo del documento</i>	Autor	Año	Ámbito de aplicación	Enfoque y descripción de la publicación
<i>organization</i>				Herramienta Describe los pasos que realizan para elaborar un mapa de rutas tecnológicas
<i>It plans ignite strategy</i>	Darla Dernovsek	2003	Empresa de servicios	Describe una serie de elementos que deben contemplarse en el proceso de planeación tecnológica y una lista de actividades para revisar el proceso de planeación tecnológica
<i>Technology roadmapping: frontier experiences from industry-academia consortia</i>	Probert D	2003	Universidad Investigación y desarrollo	Herramienta Aplicación de los <i>mapas de rutas tecnológicas</i> y descripción de su elaboración.
<i>Chart a steady course before deploying new technology</i>	Michael E Brunner	2002	Empresa de servicios Telecomunicaciones	Enlista una serie de preguntas para desarrollar la estrategia tecnológica
<i>Technology planning beyond y2k</i>	Alex Sheshunoff	1999	Empresa de servicios Banco	Describe las ventajas de contar con un proceso de planeación tecnológica
<i>Integrating technology planning with business planning</i>	Philip D Metz	1996	Empresa de servicios Consultoría	Propone cinco mejores prácticas para la realización de la planeación tecnológica.

Del análisis de la información que se presenta en la tabla 2.8 y del análisis del texto completo de los documentos analizados se puede observar lo siguiente:

- En la década de los años 90 se manifiesta la importancia de integrar la planeación tecnológica al plan estratégico de la empresa.
- La mayor parte de las publicaciones describen modelos, herramientas o procesos relacionados con la planeación tecnológica cuya aplicación se ubica en empresas de servicios, las publicaciones restantes se encuentra en centros de investigación de universidades.
- En ninguno de los documentos analizados se hace referencia a una metodología para realizar planeación tecnológica.
- Varias de las publicaciones analizadas abordan la aplicación de la herramienta mapa de rutas tecnológicas.
- Del año 2000 a 2009 incrementa el interés por mejorar la integración de la planeación tecnológica con la planeación estratégica de la empresa, lo anterior mediante el desarrollo y aplicación de herramientas de apoyo al proceso.
- En los últimos cinco años aumentó el desarrollo de metodologías para mejorar la planeación tecnológica en el plan estratégico de la empresa.

De los 12 documentos analizados, se seleccionaron solo seis que abordan de manera específica aspectos relacionados con modelos, procesos y herramientas para el desarrollo de la planeación tecnológica.

Los autores revisados en estas publicaciones son:

- Arnoud de Meyer, (2008), *Technology strategy and china's technology capacity building*
- PhilipJ. Whalen, (2007), *Strategic and technology planning on a roadmapping foundation*
- David J. Waldron, (2005), *Technology strategy and the balance sheet 3 points to consider*
- Hyungu Kang, (2005), *A model of strategy formulation and implementation for service technology*
- Darla Dernovsek,(2003), *IT plans ignite strategy*
- Philip D. Metz, (1996), *Integrating technology planning with business planning*

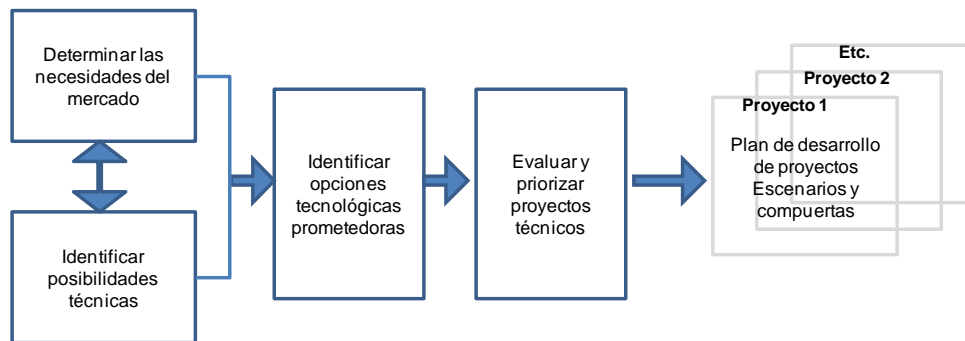
A continuación se describe los puntos importantes de los seis documentos analizados.

2.11.4 Philip D. Metz (1996)

A partir de un estudio realizado por Philip D Metz, en la cual se analizan varias compañías, se establecen cinco mejores prácticas aplicables durante la integración del plan de investigación y desarrollo, al plan de negocio. Éstas prácticas son las siguientes:

1. Establecer un proceso estructurado para la planeación tecnológica. El elemento crítico es precisamente el establecimiento del proceso de planeación que requiere de tres pasos (figura 2.19):
 - a. Creación de la visión como fotografía del ambiente de negocios futuro.
 - b. Definición de recursos, ventaja competitiva y capacidades tecnológicas.
 - c. Generación de un portafolio de las tecnologías con las que se cuenta.

Una forma de representar el proceso se observa en la figura 2.19.



Fuente: Metz, 1996

Figura 2.19 Proceso de planeación tecnológica

2. Interacción entre otras funciones de la compañía. Metz resalta dos puntos importantes para fomentar la interacción entre la investigación y desarrollo (I+D) con otras funciones.
 - a. Establecer a la gestión de tecnología como la interfase entre la unidad de negocio y las actividades de I+D.
 - b. Elaborar la priorización de proyectos tomando como criterios importantes las necesidades del área de I+D.
3. Comprometer a la alta dirección. En esta práctica se necesita el claro entendimiento y compromiso de las necesidades tanto de la unidad de negocio como de las de I+D por el director de la compañía y el director de I+D, que se establecen en el plan de negocio y sirven para establecer el plan tecnológico.

4. Organizar de forma efectiva la planeación tecnológica y adaptarla a todas las funciones de la compañía. En este punto Metz resalta que: Hay que incorporar el proceso de planeación a través de todas las funciones de la empresa, así como, mejorar el proceso de planeación tecnológica a partir de la buena conexión de las funciones de la empresa con la unidad de negocio y de esta manera generar cambios y mejoras a la empresa.
5. Tomar en cuenta a I+D en la unidad de negocio para comparar los resultados. En esta última práctica Metz menciona que hay que tener conocimiento del diagrama del ciclo de vida y éxito de la tecnología, que debe proporcionar I+D y de esta manera poder hacer comparaciones con respecto al presupuesto de la empresa.

A partir de los elementos identificados en el documento propuesto por Metz se puede decir que estos elementos corresponden a una herramienta para el proceso de planeación tecnológica como son las mejores prácticas que tienen como objetivo una serie de medidas para el crecimiento de la empresa.

2.11.5 Darla Dernovsek (2003)

Darla Dernovsek a partir de una serie de entrevistas a personal del departamento de planeación en Credit Union recopiló y analizó información, lo que concluyó en una serie de argumentos mismos que se describen a continuación:

- a. El plan estratégico, se apoya de la tecnología como medio para alcanzar sus objetivos ya que, la tecnología es un componente fundamental para lograr operaciones más eficientes, ampliar los canales de distribución y sus ventas.
- b. El proceso de planeación tecnológica es un proceso que ayuda a coordinar más eficientemente las operaciones de la empresa y minimizar la frustración de ejecutivos que gastan grandes sumas de dinero en tecnología por no tener un claro entendimiento de lo que esto implica a largo plazo.
- c. Para comenzar con el proceso de la planeación tecnológica, se requiere elaborar las siguientes actividades.
 1. Promover la participación de varios niveles de la organización.
 2. Revisar el plan estratégico para examinar las relaciones entre prioridades estratégicas, deficiencias tecnológicas y el presupuesto real.
 3. Revisar los objetivos del negocio, desarrollo líneas de acción, estudiar y generar oportunidades, son actividades por el director de la empresa para coordinar la

visión del plan estratégico con la visión del plan tecnológico, y de esta manera poder delinear la implementación de la tecnología.

De acuerdo con Dernovsek existen algunas etapas importantes en el proceso de planeación tecnológica que son: la visión a futuro, la búsqueda de oportunidades y la identificación de los detalles finos de la tecnología.

Etapa 1.: Visión del futuro.

Etapa del proceso de planeación tecnológica donde se hace énfasis en el análisis de las tendencias más importantes impredecibles y variables que se basa en la “planificación de escenarios” para anticiparse y satisfacer los cambios tecnológicos, y las necesidades actuales y futuras de los activos tecnológicos. Esto significa vislumbrar el futuro que se va construyendo por los cambios en tecnología y en el campo competitivo, así como el claro entendimiento de los diferentes escenarios. La planeación de escenarios nos hace estar preparados para buscar la eficiencia en las operaciones de la empresa.

Etapa 2: Buscar oportunidades

En esta segunda etapa se integra un comité para revisar continuamente aquellas oportunidades en materia de tecnología que se relacionan con los objetivos de planeación estratégica y de esta manera aprovechar rápidamente las oportunidades en la caída de los precios, el diseño de nuevos productos y la variación de precios de las pequeñas empresas.

Etapa 3: Identificar los detalles finos de la tecnología

En la etapa identificar los detalles finos de la tecnología, el auténtico problema es determinar cuáles son las piezas relevantes de la tecnología para llegar a resolverlos correctamente.

Como resultado de la elaboración de las etapas del proceso de planeación tecnológica, Dernovsek establece cuatro aspectos relevantes para asegurar que se cumpla el objetivo tecnológico planteado los cuales son:

1. Se debe buscar cumplir con los propósitos del plan de negocio.
2. Se debe revisar que las necesidades tecnológicas estén incluidas en el plan de negocio.

3. Se debe evaluar la tecnología existente y las capacidades tecnológicas del personal.
4. Se deben aplicar las mejores prácticas en el uso de la tecnología y en las experiencias de los usuarios con la tecnología.

Dernovsek reitera que **“el plan tecnológico es un documento vivo, ya que se encuentra en constante actualización”**.

2.11.6 David J Waldron (2005)

David J. Waldron describe una herramienta útil en la planeación de una estrategia tecnológica, la cual es la administración del ciclo de vida de la tecnología. Esta herramienta está enfocada en el desarrollo diversas actividades como son:

1. Determinación de necesidades tecnológicas.
2. Elaboración de la proyección del futuro de las necesidades a partir del diagnóstico tecnológico de la empresa.
3. Selección de la estrategia tecnológica

Waldron señala que las tecnologías de información pueden ser una herramienta clave para generar los programas para administrar el ciclo de vida de la tecnología puesto que cuentan con la función de comunicar estándares y proyectar las tendencias.

Este tipo de programas, reitera Waldron, deben realizarse al mismo tiempo que se elabora el Plan de Negocio por lo que para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa el Plan de Negocio debe centrarse en los programas de administración del ciclo de vida de la tecnología.

El equipo encargado de la elaboración del programa de la administración del ciclo de vida de la tecnología debe enfocarse en la revisión de las inversiones tecnológicas y la identificación de oportunidades para las nuevas inversiones o reinversiones de la empresa para ofrecer una mejora continua.

Por lo que Waldron sugiere, que el grupo responsable de elaborar el programa de administración de ciclo de vida de la tecnología debe estar integrado por:

- Un representante del área de Finanzas
- Un representante del área de contratación
- Un asesor jurídico

- Un representante del área de servicio al cliente
- Un socio financiero responsable del área de adquisiciones

Así mismo se recomienda en la elaboración de los programas de administración del ciclo de vida de la tecnología, el análisis de la tasa de retorno, resaltando la forma en que incrementa la tecnología a los ingresos de la empresa.

Por último menciona Waldron con respecto a los programas de administración del ciclo de vida de la tecnología, que “los programas deben basarse en el supuesto de que el cambio es inevitable y por lo tanto debe preverse el cambio desde el principio y desarrollar planes de reemplazo de la tecnología y tener capital disponible para llevar a cabo la inversión”.

2.11.7 Hyungu Kang (2005)

Hyungu Kang señala que la tecnología es un recurso para la construcción de la ventaja competitiva en muchas compañías de servicios y que la estrategia tecnológica es un medio para la introducción de nuevas tecnologías a la compañía. Con base en lo anterior, desarrolla una estrategia tecnológica a partir de una serie de preguntas tales como: ¿Cuál es la base de la competencia?, ¿Qué tecnologías se deben adquirir para competir?, ¿Cómo es la competitividad de la empresa con respecto a nuestra tecnología?, ¿Cuál es la estrategia tecnológica actual?

Kang menciona que el éxito de la creación y ejecución de una estrategia tecnológica depende de varios componentes y fases de planeación mismos que se muestra a continuación

Fase 1: Formulación de la estrategia tecnológica

1. Identificar la tecnología. El desarrollo de una estrategia tecnológica comienza con una valoración continua de la tecnología que se emplea o se desea emplear. El primer paso es la identificación de la tecnología que determina la competitividad de la compañía.
2. Encontrar fuentes de tecnología. Se necesita ver la situación desde la perspectiva tecnológica para identificar cual va a ser la fuente de adquisición de la tecnología. Muchas empresas han adoptado por desarrollar tecnologías otras adaptan una tecnología y otras se dan a la tarea de innovar.

3. Evaluar capacidades internas. Una vez que se hayan identificado las tecnologías y localizado los recursos se deben evaluar las áreas de investigación y desarrollo e innovación con la visión de que la compañía pueda elevarse por encima de las exigencias del mercado y darle un giro a la empresa.
4. Balancear el desarrollo tecnológico. En este punto hay que intentar mantener un balance de los proyectos de negocio con los proyectos tecnológicos y evaluarlos, financieramente y con respecto al tiempo, para no tomar riesgos.

Fase 2: Implementación de la estrategia tecnológica.

1. Organizar la tecnología. Detallar las necesidades de la empresa así como desarrollar procedimientos para la transferencia de tecnología.
2. Invertir en tecnología. Generar lineamientos para administrar los gastos de innovación.

Llevando a cabo cada una de las fases de la propuesta de Kang se puede desarrollar la estrategia tecnológica en firmas de servicio y se puede extender a algunas industrias ya que muchas firmas han elaborado su plan estratégico gestionando los cambios tecnológicos para mejorar su ventaja competitiva.

2.11.8 Philip J. Whalen (2007)

Philip J. Whalen, enlista dos grandes desafíos para administrar de manera efectiva la estrategia tecnológica:

- a) Responder continuamente a los cambios y condiciones de mercado, por lo que se requiere que la estrategia de negocio y el proceso de planeación tecnológica integren en tiempo real una serie de eventos en paralelo para mantener la competitividad de la empresa.
- b) Mantener los lineamientos de la empresa alineados en las funciones y a través de ellas.

A partir de estos desafíos, Whalen, propone al mapa de rutas como la herramienta que ayuda al proceso efectivo de la planeación, en la creación y visualización de las necesidades.

El mapa de rutas es definido por Whalen como una visualización de la estrategia o los elementos de la estrategia que sirven de soporte para tomar alguna decisión del proceso de planeación.

Con esta definición propuesta por Whalen los mapas de rutas juegan dos roles importantes:

- a. Establecen las conexiones necesarias en el periodo de planeación entre todas las funciones del negocio para definir tareas.
- b. Proveen una serie de rutas, que pueden ser exitosas, las cuales contienen alternativas estratégicas para futuros escenarios del negocio y la innovación.

Referente a la estrategia tecnológica Whalen menciona que el mapa de rutas podría representar todas las capacidades tecnológicas que existen, las que requieren investigarse, alinearse o desarrollarse.

Desde la perspectiva del gestor de la tecnología, la estrategia tecnológica incluirá más que un panorama externo, además reúne atributos internos que soportarán la estrategia tecnológica del negocio.

Desde el punto de vista de la estrategia tecnológica de la empresa se requiere describir con claridad las necesidades e ideas de las áreas de marketing, productos y tecnología y de esta manera desarrollar los mapas de rutas y así poder llevarlos a cabo, en el futuro ya sea individual o de forma paralela tal y como se muestra en la figura 2.20

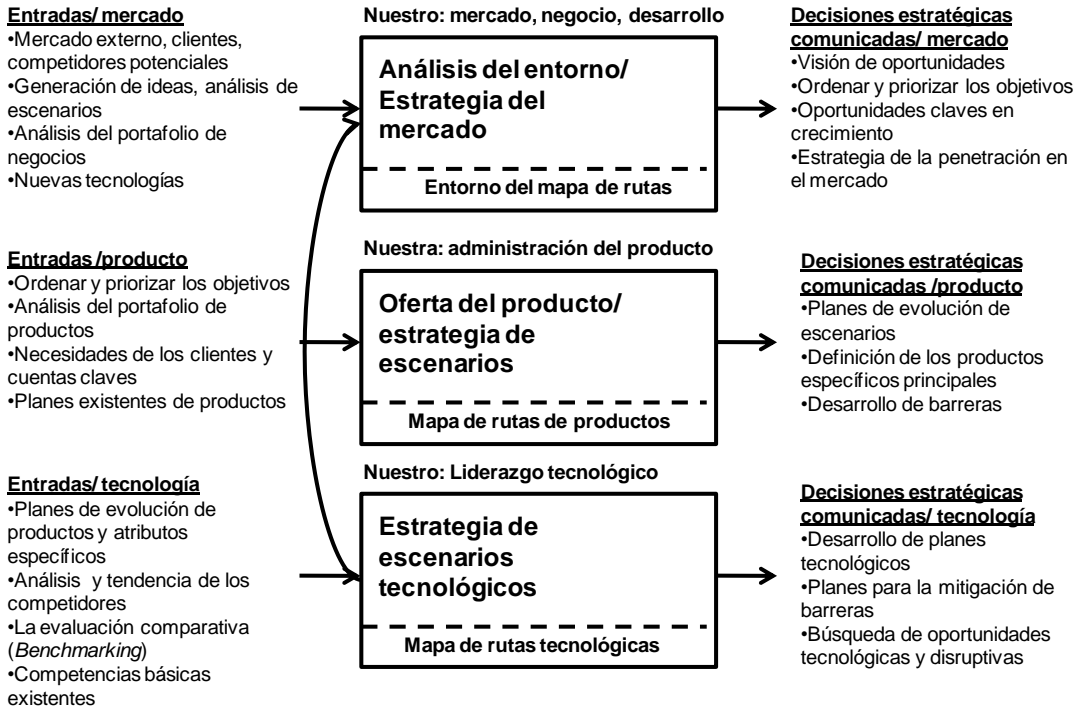


Figura 2.20 Flujo del proceso de planeación tecnológica en diferentes áreas

En las figuras 2.20, 2.21 y 2.22 se puede observar como el desarrollo en la elaboración de los diferentes mapas de rutas es muy dinámico e interactivo y crea una conexión, combinación y alineación de las diferentes funciones y al mismo tiempo crea una estrecha relación entre ellas para cumplir con los objetivos estratégicos de la empresa.

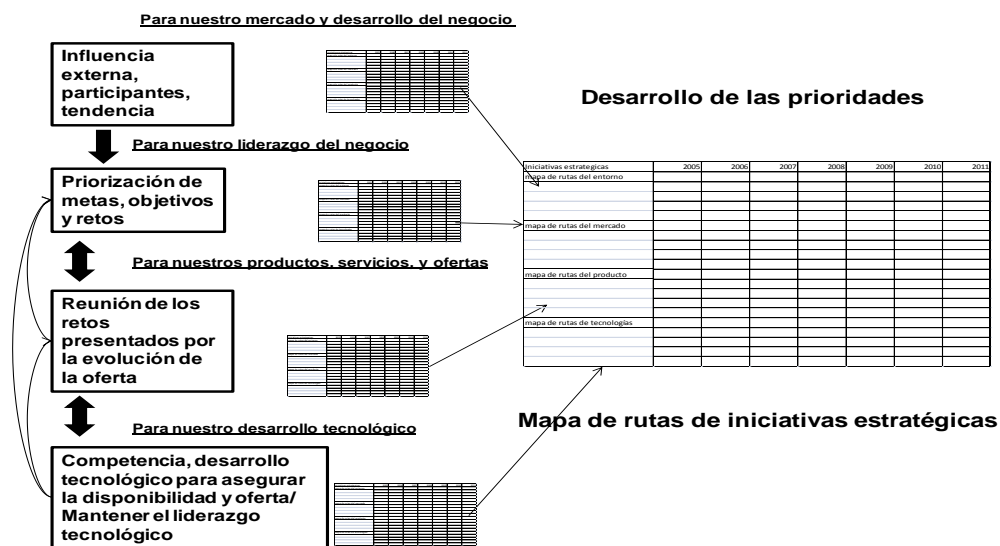


Figura 2.21 Selección de elementos que soporten las iniciativas estratégicas

El mapa de rutas tecnológicas puede incluir elementos que representen información relevante para la inversión en tecnología pero que además involucre las otras funciones de la empresa figura 2.21.

Un mapa de rutas puede incluir, entre otros puntos los siguientes:

1. Fechas de inicio y conclusión del desarrollo tecnológico.
2. Enfoque de las alternativas tecnológicas y la toma de decisiones.
3. Inicio y fin de la fecha en que se comercializará la tecnología y se posicionará en el mercado.
4. Aspectos específicos de como la tecnología satisface el mapa de rutas de las diferentes funciones.
5. Mapa de rutas de proveedores y la forma en que influirían en el plan general de negocio.

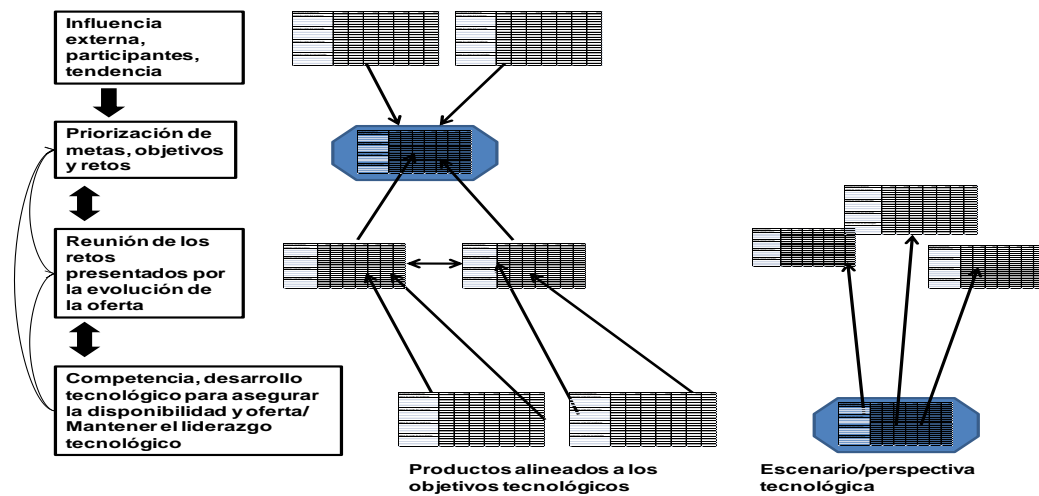


Figura 2.22 Interrelaciones entre las diferentes funciones de la empresa

En la figura 2.22 se puede observar la forma que puede estructurarse un mapa de rutas incluyendo todas las necesidades y los objetivos específicos de cada función de la empresa.

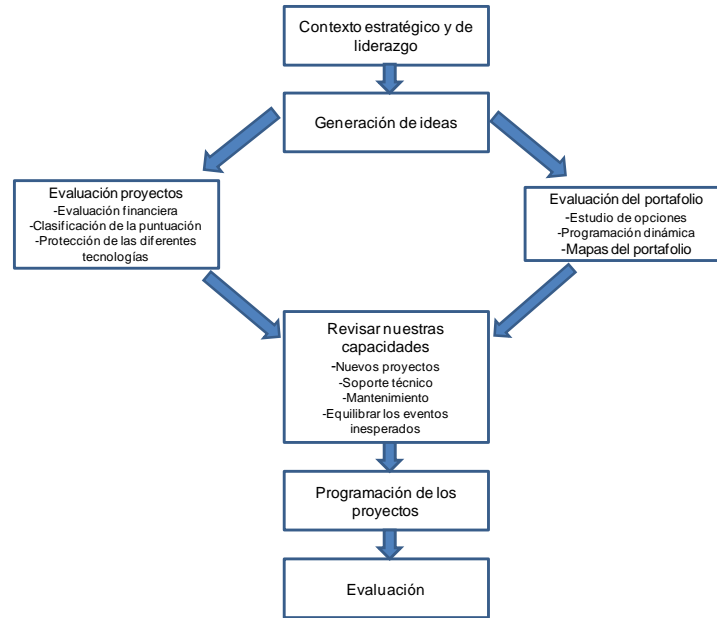
2.11.9 Arnoud de Meyer (2008)

Arnoud de Meyer señala que la estrategia tecnológica en industrias manufactureras de China, tiene como funciones principales:

1. Comunicar a la dirección necesidades de las diferentes funciones de la empresa, dando mayor importancia a las funciones que estén desarrollando tecnología.

2. Desarrollar tecnología basándose en las capacidades de la empresa con el fin de tomar ventaja para el futuro.

El siguiente esquema muestra como se genera una estrategia tecnológica para una empresa, principalmente con enfoque de liderazgo (figura 2.23).



Fuente: Meyer, 2008

Figura 2.23 Descripción simplificada de la aplicación de la estrategia tecnológica

Con base en la figura 2.23 Meyer señala que:

En primer lugar es necesario analizar los lineamientos, misión, visión de la organización, es decir, definir los objetivos y comunicarlos al resto de la organización para crear el contexto unificado de la organización.

En segundo lugar se deben generar ideas usando la información interna y externa de la organización para el desarrollo, selección y evaluación de los nuevos proyectos, así como utilizar los criterios en los que se basan las ideas innovadoras como por ejemplo la funcionalidad, la facilidad de uso, la durabilidad, capacidad de servicio, el costo de operación, y el costo de los activos complementarios así también la compatibilidad del sistema y la estética.

Otros criterios que se pueden utilizar para la generación de ideas son: las expectativas de los clientes para cada uno de estos parámetros de rendimiento y el precio que está

dispuesto a pagar por ellos y otro muy importante es utilizar el conocimiento adquirido por los empleados del funcionamiento de los diversos procesos con los que cuenta la empresa.

En tercer lugar, la evaluación de la cartera y el portafolio de proyectos se realizan en paralelo y se evalúan los proyectos por separado con criterios financieros, también se pueden utilizar programas de evaluación de riesgos, pronósticos de escenarios, entre otros.

Existen cinco preguntas que pueden utilizarse para evaluar los proyectos las cuales se enlistan a continuación:

1. ¿Cómo puede proteger la organización los conocimientos técnicos desarrollados en los proyectos y así apropiarse de los beneficios derivados del proyecto en términos de utilidades?
2. ¿Existe actualmente un mercado dominante del producto, sistema o tecnología?
3. ¿Cuál es la velocidad con la se puede desarrollar que un prototipo?
4. ¿Qué importancia tienen los activos complementarios en la realización de los beneficios proporcionados por el proyecto?
5. ¿Hay disponibilidad de activos complementarios en una base competitiva, es decir, existen un proveedor monopolista u oligopolista?

Y por último, la programación y evaluación de los proyectos elegidos para realizar, puede ser efectuado por diferentes métodos dependiendo de la información que se genere de las actividades anteriores siempre y cuando cumplan con los lineamientos de la empresa.

2.12 Aspectos relevantes de los documentos analizados

En las publicaciones analizadas destaca lo siguiente:

- Se encontraron documentos que abordan de manera específica aspectos relacionados con el proceso de planeación tecnológica y la aplicación de algunas herramientas. Dichas publicaciones tienen aplicación en consultorías, empresas de servicios y centros de investigación.
- De la información identificada y analizada no se encontró una metodología de planeación tecnológica que aplique a centros de investigación y desarrollo tecnológico.

- No se encontró una metodología de planeación tecnológica desglosada
- De acuerdo al análisis de la información colectada se infiere que las metodologías de planeación tecnológica son específicas de cada organización ya que dependen del tipo de organización, la relevancia de la tecnología en la organización de su contexto estratégico, de sus recursos, entre otras cosas.

Del análisis de los seis documentos se observa lo siguiente:

- a) Todos mencionan elaborar un análisis interno y externo de la empresa
- b) De los seis autores la mitad hace énfasis en el desarrollo, definición o selección de una estrategia tecnológica
- c) La mitad mencionan elaborar sistemas de información de las capacidades y recursos tecnológicos de la organización
- d) Cuatro autores establecen la elaboración de un portafolio de proyectos tecnológicos
- e) Sólo dos autores señalan que se debe elaborar un plan tecnológico
- f) Ningún autor menciona que debe existir un monitoreo y control de los proyectos tecnológicos y del plan tecnológico.
- g) Entre las herramientas de planeación tecnológica comunes para los autores se encuentran pronósticos de escenarios, administración del ciclo de vida de la tecnología y mapa de rutas tecnológica

3 Planeación tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

En este capítulo se presenta el resultado de la búsqueda y análisis de la información relacionada con la planeación tecnológica que se han llevado a cabo en el IMP a partir de su creación.

3.1 Planeación tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

Con el objeto de identificar las actividades que el IMP realiza en materia de planeación tecnológica se analizaron distintos documentos y procesos de la institución, entre ellos:

1. Programa institucional estratégico 2010-2017 (PIE).
2. Modelo de administración por procesos (MAP).
3. Proceso de desarrollo de nuevos productos (PDNP).

3.1.1 Programa institucional estratégico (PIE)

Se revisó el programa institucional estratégico 2010-2017 de donde se obtuvo el resumen de los aspectos relevantes de cada programa institucional desde el de 1996 al de 2010.

Programa Institucional Estratégico (1996)

El IMP elabora desde 1996 el programa institucional estratégico que tiene por objeto establecer las políticas y estrategias institucionales en materia de planeación.

En enero de 1996, el H. Consejo del IMP aprobó el primer programa institucional estratégico, en el cual se establecieron las siguientes estrategias:

1. Reorientar las actividades del IMP con un mayor énfasis en la investigación y el desarrollo tecnológico y la prestación de servicios de alto contenido tecnológico.
2. Establecer una efectiva vinculación con Petróleos Mexicanos, alineada en lo estratégico y eficiente en lo operativo.
3. Construir una base de recursos humanos con las competencias que requiere la nueva orientación institucional.
4. Coadyuvar al desarrollo de una oferta nacional de servicios con la calidad y competitividad que requiere PEMEX.

Estas estrategias implicaron un proceso continuo de cambios para atender los desafíos y representaron la base de desarrollo del Instituto, entre estas:

- El fortalecimiento del capital humano que llevó al IMP a convertirse en el semillero de expertos en la industria petrolera mexicana.
- Se establecieron las condiciones para acrecentar la plantilla de investigadores, se generaron nuevas formas de trabajo.
- Se fortaleció la desconcentración de los servicios.
- Se modernizaron los sistemas de apoyo administrativo.
- Se transformó la estructura de organización.
- Se mejoraron los mecanismos de gestión tecnológica.
- Se impulsaron las alianzas nacionales e internacionales para la investigación y la comercialización.
- Se fortalecieron y mejoraron los sistemas de clasificación y seguimiento de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (IDT).
- Se incrementó, el financiamiento de proyectos de IDT, a través de fondos como el FIDPEMEX (Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica-PEMEX), FEMA (Federal Emergency Management Agency) y FIES (Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados), este último con el propósito de vincular al IMP con instituciones de educación superior.
- Se mejoró la sistematización, en materia de planeación, para que cada unidad de negocio del IMP formulara y desarrollara sus programas con metodologías similares.

Programa Institucional Estratégico (1999-2003)

Con el Programa Estratégico 1999-2003 se mantuvieron las estrategias establecidas en 1996 pero además, se incorporó la estrategia correspondiente a la sustentabilidad financiera de la institución.

En cuanto a la IDT, se desarrollaron acciones que permitieron incorporar nuevas competencias, con el fin de generar conocimiento y tecnología para la industria petrolera nacional, en un marco de desarrollo sustentable. Como ejemplo de las acciones emprendidas destacan:

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

1. Selección y definición de proyectos de IDT a través de un proceso riguroso de evaluación en comités (Innovación; Investigación y Soluciones; Técnico; Internacional y Directivo de Investigación).
2. Incorporación de una masa crítica dedicada a la investigación.
3. Inversión creciente para la IDT con recursos propios del IMP.
4. Incremento en la productividad científica.
5. Desarrollo de siete productos en 2001, provenientes del Programa de Yacimientos Naturalmente Fracturados.

De igual manera, se promovió:

- Construir una relación estratégica con PEMEX con la participación decidida y conjunta de ambas organizaciones, donde el fortalecimiento de la atención y satisfacción al cliente fuera de carácter prioritario.
- Identificar los nichos de mercado de alto valor para ambas partes, de manera que orientaran la oferta y desarrollo de productos del IMP.
- Participar en la planeación estratégica y operativa de PEMEX.
- Adoptar como propios los retos de PEMEX en materia de gestión de la tecnología.
- En cuanto a desarrollo institucional, llevar acciones para incrementar la autonomía de gestión del IMP. Entre las acciones emprendidas destacan:
 - * Reconocimiento al IMP como centro público de investigación y firma de convenios de desempeño para una mayor autonomía de gestión, al obtener flexibilidad tanto administrativa como presupuestal.
 - * Certificación de procesos para proporcionar soluciones de ingeniería, tecnologías de información y capacitación.

Programa Institucional Estratégico (2002-2006)

Los planteamientos del programa estratégico 2002-2006, fueron similares al PIE anterior, pero adicionalmente se desarrollaron acciones para fortalecer la toma de decisiones, a partir de la planeación de negocios y el desarrollo de un sistema de información institucional en tiempo real. Entre las acciones emprendidas destacan:

1. Establecimiento del Sistema Integral de Información del IMP (SIIIMP) como fuente principal para la extracción y análisis de información relativa al quehacer de la institución.

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

2. Elaboración de planes de negocio con identificación de clientes, productos y servicios, especificaciones e ingreso estimado.

Programa Institucional Estratégico (2006-2010)

Al programa institucional estratégico 2006-2010, se incorporaron:

1. El concepto de productividad.
2. La optimización de recursos.
3. La calidad en los servicios.
4. La focalización al cliente.

Paralelamente en 2004, el H. Consejo Directivo del IMP acordó integrar una comisión que analizara la relación del instituto con petróleos mexicanos, el valor e importancia que da petróleos mexicanos al conocimiento y, en ese contexto, el rol y el propósito que PEMEX valora y requiere del IMP.

Derivado de las conclusiones que recopiló la comisión, se establecieron las siguientes acciones:

1. Establecer, implantar y mantener un proceso de alineación integral PEMEX-IMP.
2. Promover el desarrollo, disponibilidad y asignación óptima de los recursos humanos, de acuerdo con las necesidades de PEMEX e IMP.
3. Orientar la investigación y desarrollo tecnológico para atender las necesidades presentes y futuras de PEMEX.
4. Fortalecer los procesos para garantizar la calidad de los servicios del IMP.
5. Obtener ingresos suficientes para una inversión y operación óptima, que apoye la entrega oportuna de servicios de alto valor a Petróleos Mexicanos.

Actualmente, con el programa institucional estratégico 2010-2017 se incorpora el tema de la comercialización, aunado al interés del Instituto de contribuir de manera fundamental con PEMEX al logro de su misión, con base en los siguientes principios del IMP:

Actividad institucional enfocada a servicios y productos en los que PEMEX obtenga una ventaja competitiva.

- Proporcionar servicios y productos con altos estándares de calidad, tiempo, forma y precios competitivos.

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

- Integrar la cartera de proyectos de IDT conforme a los requerimientos presentes y futuros de PEMEX. Cabe destacar que en este Programa Estratégico 2010-2017 se enfatiza el desarrollo sustentable de la institución.
- Monitoreo eficiente de los avances tecnológicos nacionales e internacionales e identificación de oportunidades de asimilación y aplicación.
- Transferencia de investigación y desarrollo tecnológicos (IDT) a los negocios del IMP, para optimizar procesos de comercialización en beneficio de PEMEX.

La planeación estratégica en el IMP a través de este tiempo destaca importantes resultados dentro de los cuales se enlistan los siguientes:

- Proceso riguroso de evaluación de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (IDT).
- Implantación del Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos en IDT.
- Crecimiento sostenido de la masa crítica de investigadores.
- Relación estratégica con PEMEX, le ha permitido al IMP, entre otros resultados, conducir el proceso de gestión tecnológica de la paraestatal.
- Reconocimiento como el primer centro público de investigación nacional y con ello la creación del fideicomiso de investigación.
- Compartir planes y programas ha permitido identificar las necesidades tecnológicas de PEMEX.

El IMP tiene conocimiento de los requerimientos de la industria petrolera en cuanto a investigación, desarrollo tecnológico y servicios, entre los que se encuentran:

- Incorporación de reservas.
- Aceite terciario del Golfo (Chicontepepec).
- Revitalización de campos maduros.
- Aguas profundas.
- Incremento en el factor de recuperación de hidrocarburos.
- Explotación, aprovechamiento y transporte de crudos pesados.
- Reconfiguración de refinerías (reducción de residuales).
- Nuevas refinerías.
- Combustibles limpios (calidad de combustibles).
- Modernización de la infraestructura.

Finalmente, es importante señalar que existe el programa estratégico tecnológico de PEMEX, documento que es confidencial y por lo tanto no se incluye su análisis en el presente estudio. Sin embargo, es importante resaltar que dicho documento se elabora con la participación del personal del IMP y establecen las áreas y necesidades tecnológicas de Petróleos Mexicanos y que es un insumo clave para las actividades de planeación del IMP.

A continuación se presenta un análisis de las actividades relacionadas con la planeación tecnológica establecidas dentro de los Programas Institucionales Estratégicos del IMP.

De acuerdo con la información contenida en los programas estratégicos analizados no se identifican criterios, actividades o lineamientos específicos para el desarrollo de la planeación tecnológica en el IMP. Sin embargo, se observa que existen en los programas varias acciones relacionadas con planeación tecnológica, como son: análisis del entorno tecnológico competitivo, análisis de las capacidades institucionales de IDT, tecnologías, servicios, alianzas, propiedad intelectual, estado de los recursos humanos, financieros e infraestructura, Integración del portafolio de proyectos, entre otras acciones. Dichas acciones se encuentran mencionadas en los programas de manera dispersa y no se identificó ninguna referencia a un documento que las agrupe en un plan tecnológico.

En el siguiente apartado se describe brevemente el proceso de desarrollo de nuevos productos (PDNP) y el modelo de administración por procesos (MAP)

3.1.2 Proceso de desarrollo de nuevos productos

El proceso de desarrollo de nuevos productos se planeó después de un análisis estratégico a mediano y largo plazo que realizó el Instituto Mexicano del Petróleo en 1998. Como resultado de este análisis se planteó que para asegurar la permanencia y crecimiento del instituto era necesario desarrollar nuevos productos y servicios, así como mejorar tecnológicamente los ya existentes. Ésta necesidad de crear nuevos productos, llevó al IMP a explorar nuevos esquemas de gestión tecnológica que renovó la actividad de investigación y desarrollo tecnológico convirtiéndola en una investigación creativa, innovadora y con un enfoque empresarial

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

Con el fin de lograr el desarrollo de nuevos productos y servicios, a finales del 2002 comenzó el desarrollo en el IMP de la Estrategia Tecnológica y de Innovación de Productos (ETIP) que se basaba en las arenas prioritarias¹¹.

La estrategia tecnológica y de innovación de productos era el plan maestro rector que debería guiar los esfuerzos de desarrollo de nuevos productos en el IMP alineado a las necesidades del negocio, que a su vez se centra en el cliente.

La estrategia tecnológica era un elemento de la estrategia de negocios y solo tenía sentido como parte de ella, siendo su principal reto el cómo la tecnológica debe utilizarse para soportar el crecimiento de la institución.

La ETIP¹² era un componente de la estrategia global del IMP que debía guiar las prioridades en los esfuerzos de desarrollo de productos conteniendo las arenas tecnológicas estratégicas elegidas como prioritarias para cada uno de los negocios del IMP.

La estrategia tecnológica y de innovación de productos debería ser el elemento estratégico que enfocará los esfuerzos de desarrollo de productos en el IMP junto con el Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos (PDNP) sin embargo actualmente no se lleva a cabo el proceso de las ETIP y fue sustituido por el PDNP en el año 2003

Con el proceso de desarrollo de nuevos productos se inició el desarrollo del proceso de innovación con el propósito de impulsar una cultura corporativa y empresarial de realizar investigación científica y tecnológica orientada a transformarse en realidades industriales que apoyaran la sustentabilidad del IMP.

En junio del 2003 se estableció el desarrollo de un proceso de nuevos productos (PDNP) como parte del proceso de innovación.

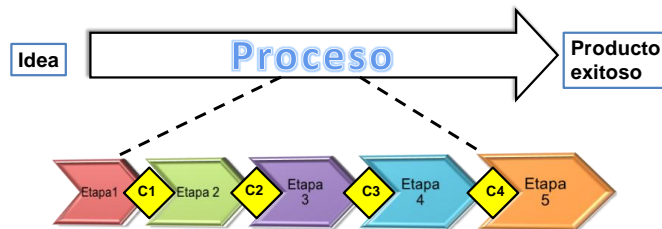
¹¹ Se adoptó el término arenas prioritarias como el campo de batalla en donde proponemos enfocar nuestros esfuerzos estratégicos. Las arenas pueden ser definidas en términos de mercados o segmentos de mercado; tipos de producto; líneas de producto o categorías de producto o tecnologías y plataformas tecnológicas.

¹² La ETIP se definía al identificar las arenas en las que se lucharían. En este proceso se debería seleccionar una arena y así identificar una oportunidad y evaluarla. Una buena elección de una arena se desarrolla contestando preguntas como: en cuál negocio, producto, mercado o área tecnológica debe enfocarse el negocio para desarrollar nuevos productos?

Descripción del PDNP

El proceso de desarrollo de nuevos productos (PDNP) PEMEX-IMP tiene como objetivo organizar las actividades involucradas en el desarrollo de productos PEMEX-IMP en un proceso de etapas y compuertas, que de manera consistente y acelerada, permite generar productos alineados a las necesidades de PEMEX, nuevos para el mundo o nuevos para alguna de estas instituciones y además, permita la mejora de productos existentes a través de una administración eficaz de los recursos financieros disponibles y del riesgo.

El proceso de etapas y compuertas consiste en la división de las actividades del desarrollo de un producto en etapas (Figura 3.1). Una etapa es un conjunto de actividades que se llevan a cabo en las distintas fases del proceso de desarrollo. Las actividades de cada etapa son evaluadas en las compuertas correspondientes. La compuerta es el filtro o revisión formal de cada etapa. En cada compuerta, usualmente hay un comité evaluador, quién revisa el proyecto y decide si este deberá continuar o suspenderse. Los criterios de evaluación de las compuertas están guiados por las políticas que la empresa misma define. En el proceso de etapas y compuertas se deben controlar los recursos y distribuir los riesgos.



Fuente: Proceso de desarrollo de nuevos productos (IMP), 2003

Figura 3.1 Proceso de etapas y compuertas

A lo largo de este tipo de procesos de etapas y compuertas, un equipo multidisciplinario, lleva a cabo las actividades de cada etapa y el evaluador de la compuerta, usualmente un equipo de altos directivos, es quien revisa los criterios y toma la decisión de que el proyecto continúe o se suspenda.

El proceso de desarrollo de nuevos productos no menciona de forma específica el desarrollo de actividades relacionadas con la planeación tecnológica, su objetivo principal es organizar las actividades involucradas en el desarrollo de productos que es una etapa

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

que se realiza una vez que la planeación tecnológica se desarrollo. El PDNP incluye actividades del proceso de planeación tecnológica, correspondientes a la etapa de monitoreo y control de los proyectos tecnológicos sin embargo es solo una parte de las actividades que complementarían la planeación tecnológica.

3.1.3 Modelo de administración por procesos

En 1999 el Instituto Mexicano del Petróleo, emprendió acciones para diseñar procesos con una cultura de calidad y de mejora continua, misma que con el paso del tiempo fue impulsada por directivos, coordinadores, gerentes, responsables de laboratorios y centros de tecnología informática, jefes de proyecto y personal operativo, en todos los ámbitos y centro de trabajo de la Institución.

Tomando como marco de referencia el programa institucional estratégico, su misión, visión y objetivos estratégicos y como parte del proceso de mejora continua, el IMP decidió evolucionar de procesos de negocio orientados, a Modelo de Administración por Procesos (MAP).

El modelo de administración por procesos (MAP) es un esquema de gestión y de gobernabilidad de los macroprocesos del IMP, que contiene la cadena de valor central de la operación, a fin de crear sinergias y compromisos entre las diversas áreas para utilizar la capacidad de la infraestructura actual (Ver figura 3.2).

Con el MAP se rediseñan los procesos institucionales, con la intención de simplificarlos, estandarizarlos y automatizarlos, lo que se reflejará en mejores productos y servicios para la industria petrolera; y se identifican los macroprocesos primarios que representan la cadena de valor del Instituto, es decir se integran e interrelacionan los procesos, procedimientos y actividades sustantivas, que en conjunto son la razón de ser del Instituto.

La cadena de valor conforma los macroprocesos, la instrumentación de las estrategias de negocio, la investigación y desarrollo tecnológico, la aplicación industrial, la comercialización y la atención del cliente; y representa a los macroprocesos primarios de la institución, mediante los cuales se generan las tecnologías, productos y servicios para la industria petrolera.

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

El objetivo de la cadena de valor del IMP es:

“Satisfacer las necesidades de la industria petrolera a través de soluciones tecnológicas innovadoras que generan remanentes positivos para el IMP”.

Y para lograr el objetivo la cadena de valor se orienta a las cinco direcciones de especialidad del IMP que son: Exploración y Producción, Ingeniería de Proyectos, Ingeniería de Proceso, Seguridad y Medio Ambiente y Capacitación.

Además de la cadena de valor, que integra a los macroprocesos primarios, se definieron otros macroprocesos que la apoyan: los de servicios internos y los de soporte. Todos estos en conjunto integran el Catálogo de Macroprocesos del MAP (Figura 3.2).

Los macroprocesos de servicios internos están diseñados para apoyar a la cadena de valor, como: los servicios de laboratorio, la guarda custodia de información y conocimiento así como, los macroprocesos de soporte relativos a la planeación y los recursos.

Estos macroprocesos de servicios y de soporte, tienen una importancia fundamental, ya que se constituyen en insumos indispensables para identificar necesidades de la industria petrolera, analizar muestras y realizar pruebas en los laboratorios, proporcionar recursos financieros, humanos y materiales. Las interfases de estos con la cadena de valor, son los puntos a medir en cuanto a oportunidad, calidad y costo.



Figura 3.2 Catálogo de macroprocesos del IMP

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

Los Macroprocesos primarios son cuatro:

01EN Desarrolla la Estrategia del Negocio. Analiza el entorno tecnológico competitivo, define la capacidad requerida, así como la instrumentación de las estrategias del negocio.

02ID Desarrolla Tecnologías, Productos y Servicios. Genera ideas, las desarrolla o mejora, a través de los proyectos de investigación y desarrollo y las transfiere internamente para su aplicación industrial.

03EC Implementa la Estrategia Comercial. Instrumenta los mecanismos comerciales (nuevos o tradicionales), actualiza el catálogo y sistema de precios, y promueve con el cliente las tecnologías, servicios y productos.

04AI Realiza la Aplicación Industrial. Mantiene actualizados, negocia, vende, desarrolla y entrega los productos y servicios, a través de los proyectos de servicios tecnológicos. Adicionalmente, en una fase posterior, se realiza el servicio postventa.

Los Macroprocesos de servicios internos están integrados por:

05LA Proporciona Servicios de Laboratorio. Mantiene las condiciones de operación, procesa solicitudes de servicio interno, ejecuta el servicio e integra los resultados, así como proporciona y evalúa los resultados del servicio

06GC Gestiona la Información y el Conocimiento. Identifica requerimientos de información, obtiene la información de los sistemas y la entrega, finalmente guarda la información generada en la memoria institucional

11TI Proporciona Servicios de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Proporciona productos y servicios de TIC mediante el desarrollo de soluciones tecnológicas integrales o específicas, orientadas a apoyar las actividades sustantivas y adjetivas del IMP

Los Macroprocesos de soporte son:

07PL Realizar la Planeación. Define la estrategia institucional y de los negocios, define las disposiciones para la integración de los programas operativos y evalúa la estrategia institucional

08RH Administra los Recursos Humanos. Incorpora personal y contrata servicios profesionales, caracteriza, desarrolla, evalúa, administra y remunera al personal. Administra prestaciones y beneficios al personal y gestiona su separación.

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

09RF Administra los Recursos Financieros. Gestiona y asigna el presupuesto, controla e informa la gestión de los recursos financieros, dispone de dichos recursos para cubrir la operación y gestiona el cobro de los servicios realizados

10RM Administra los Recursos Materiales. Consolida las necesidades del negocio e institucionales; adquiere, supervisa, controla y suministra bienes, servicios y obra. Así como realizar acciones para cumplir con los requisitos regulatorios del ambiente de salud y seguridad en el trabajo.

Con el modelo de administración por procesos, el IMP declara que puede contar con una visión de la estructura respecto a su cadena de valor y que refleja los retos para poder cumplir con los objetivos estratégicos del mismo.

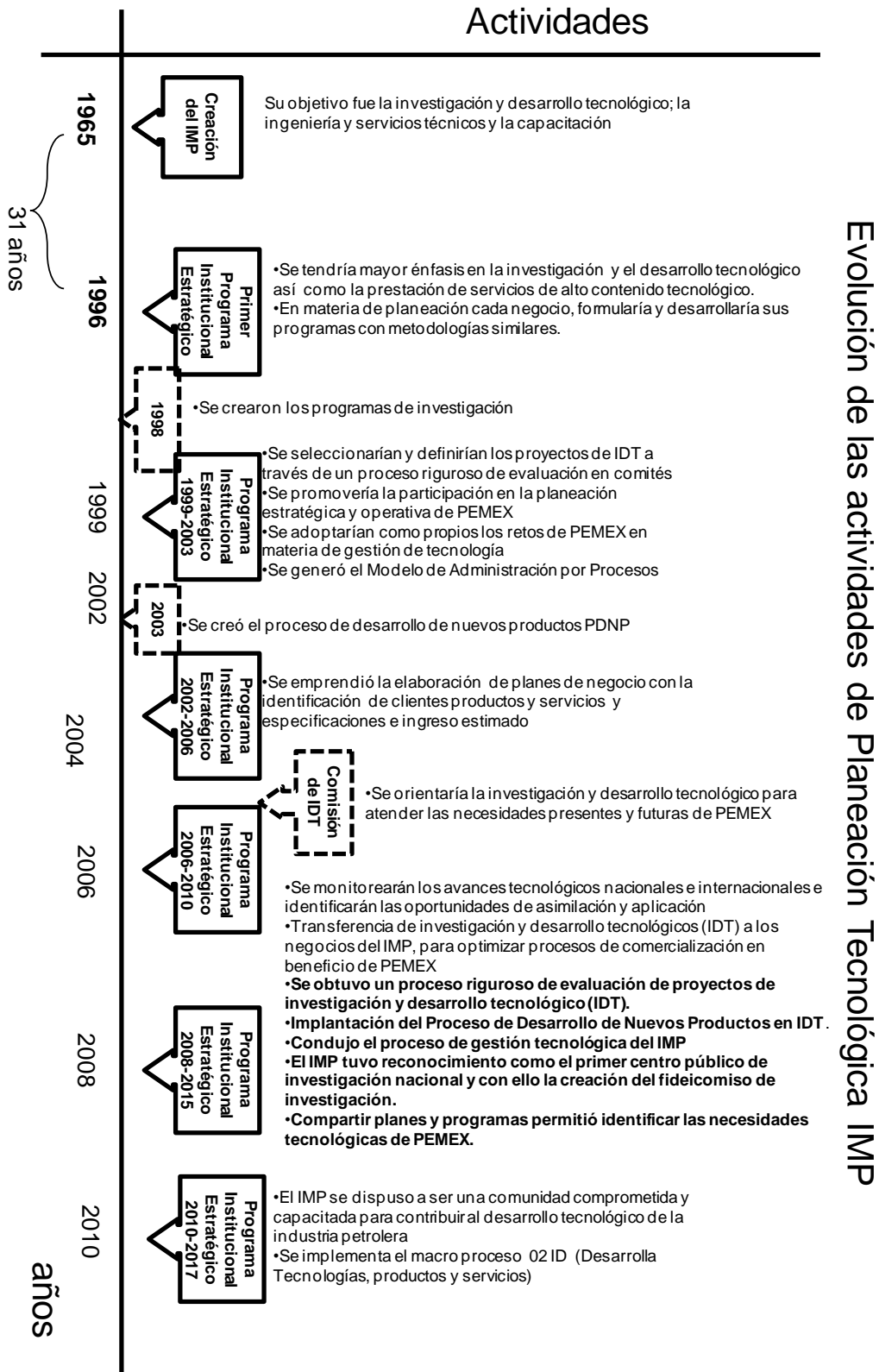


Figura 3.3 Acciones en materia de planeación tecnológica identificadas en los programas estratégicos del IMP en el tiempo

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

Como se observa en la figura 3.3 desde la creación del IMP hasta 1996 fue creado el primer programa institucional estratégico, es decir, pasaron 31 años para crear dicho documento. En 1998 se creó el comité dedicado a la creación del proceso de Desarrollo de Nuevos Productos. En 2001 se generó el Modelo de Administración por Procesos. No se especifica elaborar la planeación tecnológica dentro de las actividades de los programas. Y no se encuentra un documento que integre los esfuerzos e intentos por orientar la investigación y el desarrollo tecnológico del IMP para atender las necesidades presentes y futuras del principal cliente¹³.

Con el objeto de identificar las actividades de planeación tecnológica que se realizan en el IMP a través del MAP se analizaron en detalle los macroprocesos de la cadena de valor (01EN “Desarrolla la Estrategia del Negocio”, 02ID “Desarrolla Tecnologías”, “Productos y Servicios”, 03EC “Implementa la Estrategia Comercial”, 04AI “Realiza la Aplicación Industrial”), así como los macroprocesos (06GC “Gestiona la Información y el Conocimiento” y 07PL “Realizar la Planeación”), considerando las etapas de un proceso general de planeación tecnológica.

El detalle del análisis incluyó la revisión de los procesos, procedimientos y actividades de cada macroproceso del MAP, a partir de dicho análisis se identificó que en los macroprocesos 01EN, 02ID y 07PL, se encuentran algunas actividades relacionadas con etapas del proceso de planeación tecnológica identificado, tal y como se muestra en la tabla 3.1.

¹³ En este caso es PEMEX

Tabla 3.1 Actividades de los macroprocesos de MAP relacionadas con el proceso de planeación tecnológica

ETAPA DEL PROCESO DE PLANEACIÓN TECNOLÓGICA ¹⁴	MACRO PROCESO DEL MAP	PROCEDIMIENTOS	ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
Definir el contexto estratégico	01EN 02ID 07PL	01EN-01-01 01EN-01-02 02ID-01-01 02ID-01-02 07PL-0102	1.Establecimiento de los objetivos, la misión y visión del IMP 2.Análisis interno y externo del IMP 3.Análisis del entorno tecnológico competitivo 4.Elaboración de los estudios de mercado 5.Revisión de las necesidades tecnológicas	Las actividades de los diversos procedimientos no indican que sean específicos del proceso de planeación tecnológica
Desarrollar la estrategia tecnológica	No se identifica	No se identifica	No se identifica	No menciona en las actividades de sus procedimientos la Definición de una estrategia tecnológica
Definir la cartera de proyectos tecnológicos	02ID	02-ID-01-03	Integración del portafolio de Proyectos de IDT	No menciona como se construye el Portafolio de IDT
Integrar el Plan tecnológico	No se identifica	No hay Dato	No se identifica	En ninguna de los macroprocesos 01EN, 02ID y 07PL menciona elaborar un Plan tecnológico
Monitoreo y Control de los proyectos tecnológicos y el Plan Tecnológico	02ID	02ID-01-03	Evaluación del portafolio de proyectos de IDT	No establece los lineamientos para elaborar la evaluación del portafolio

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 3.1 podemos resaltar las siguientes observaciones:

- Del análisis de las actividades se encontró que existen algunos elementos de planeación tecnológica dispersos dentro de los macroprocesos del MAP pero no se identifica un proceso específico para hacer la planeación tecnológica como tal.
- Se identifican actividades de planeación en los macroprocesos analizados, mas estas actividades no indican que sean específicas de planeación tecnológica.
- No se identifica ninguna actividad que indique la realización de un plan tecnológico.

¹⁴ Las etapas que se muestran en la tabla corresponden a un proceso de planeación tecnológica general identificadas

3.1.4 Análisis de las actividades de planeación tecnológica en el IMP

Con base en el análisis de las actividades de planeación tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo se puede observar lo siguiente:

- Se identificaron documentos (Programa Institucional Estratégico, PIE, Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos, PDNP, y Modelo de Administración por Procesos, MAP) del IMP encaminados a integrar la administración de la tecnología y la planeación tecnológica a sus actividades de planeación (MAP principalmente).
- Se identificó que no existe un documento que refleje el estado de la administración y la planeación tecnológica entre sus actividades de planeación.
- De acuerdo con la revisión y análisis de la información contenida tanto en los programas estratégicos, el proceso de desarrollo de nuevos productos y los macroprocesos del modelo de administración por procesos es posible decir que en el Instituto Mexicano del Petróleo no se identifica específicamente un proceso sistemático en el que esté establecido elaborar actividades de planeación tecnológica, ni una metodología, sin embargo existen algunas actividades relacionadas.
- Actualmente el PDNP no está en vigor ya que dejó de operar con la introducción del MAP, además en el PDNP no se realizaba la planeación tecnológica del IMP, solo algunas actividades relacionadas con el macroproceso 02ID (Desarrolla Tecnologías, Productos y Servicios).
- De acuerdo con los programas estratégicos analizados no se identifican criterios, actividades o lineamientos específicos para el desarrollo de la planeación tecnológica en el IMP. Sin embargo, se observa que existen en los Programas varias acciones relacionadas con planeación tecnológica, como son: Análisis del entorno tecnológico competitivo, Análisis de las capacidades institucionales de IDT, tecnologías, servicios, alianzas, propiedad intelectual del IMP, estado de los recursos humanos, financieros e infraestructura, Integrar portafolio de proyectos, entre otras
- No se identificó un documento que estipule los lineamientos de un Plan tecnológico.
- Dada la estructura de los procesos y procedimientos del MAP, es posible integrar, especificar y complementar en éste las actividades de planeación tecnológica.

3. Planeación Tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo

Es con base en lo anterior, que se elaboró una propuesta de las bases para integrar una metodología para llevar a cabo las actividades de planeación tecnológica que puede ser aplicable al IMP y que retome elementos identificados de la literatura.

4 Bases de la metodología propuesta para realizar la planeación tecnológica en el IMP

Como ya se ha mencionado el presente trabajo de investigación tiene como principal propósito establecer las bases de una metodología para la realización de la planeación tecnológica aplicable al IMP. Para cumplir con dicho objetivo se requirió del desarrollo de actividades específicas para la identificación de metodologías, modelos y herramientas de planeación tecnológica.

De esta forma a partir del resultado del análisis de los modelos, procesos y herramientas del proceso de planeación tecnológica tanto en literatura especializada como en artículos específicos, se observó que existen etapas del proceso de planeación tecnológica que han sido definidas por diversos autores y que pueden ser aplicables para el IMP, ya que se trata de etapas genéricas.

Las etapas propuestas para integrar el proceso de planeación tecnológica (Ver figura 4.1) del IMP son las siguientes:

1. Definir el contexto estratégico tecnológico del IMP
2. Desarrollar la estrategia tecnológica del IMP
3. Definir la cartera de proyectos tecnológicos del IMP
4. Integrar el Plan tecnológico del IMP
5. Monitoreo y Control de los proyectos tecnológicos y del plan tecnológico del IMP

4.1 Bases para el desarrollo de una metodología para realizar la planeación tecnológica en el IMP

Una vez establecido un proceso de planeación tecnológica se prosiguió a definir las actividades de cada etapa del proceso, los roles del personal participante y las herramientas que se emplean o se generan en cada una de las etapas, entre otras cosas.

De esta manera se integró una propuesta de metodología para realizar la planeación tecnológica en el IMP, que a continuación se describe.

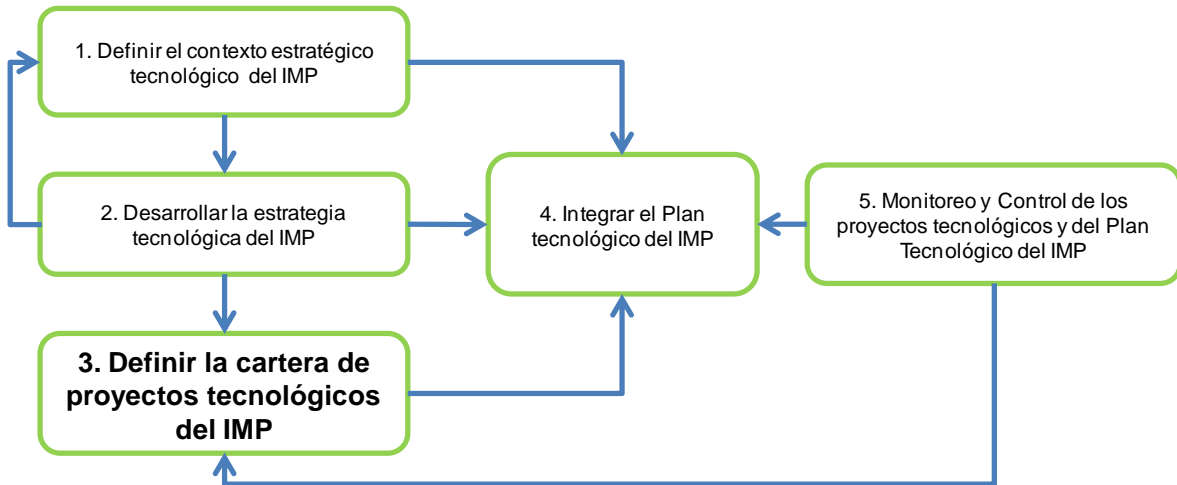
4. Bases de la metodología propuesta para realizar la planeación tecnológica en el IMP

Objetivo: Desarrollar las bases de una metodología de planeación tecnológica aplicable al Instituto Mexicano del Petróleo (Ver figura 4.1).

Alcance de la metodología: El alcance de la propuesta incluye la descripción de las actividades que se realizan en cada etapa, la definición de los roles participantes, así como las herramientas de apoyo.

La propuesta de metodología de planeación tecnológica está basada como punto de partida, en los modelos de planeación tecnológica identificados en la literatura. Las actividades para llevar a cabo la implantación de la metodología propuesta no forman parte del alcance de este trabajo, sin embargo como siguiente paso seguiría la implementación y la validación de la aplicación de la metodología en alguno de los negocios del Instituto Mexicano del Petróleo.

La metodología propuesta está en correspondencia con las cinco etapas del proceso de planeación mencionadas anteriormente, tal y como se muestra en la figura 4.1.



Fuente: Elaboración Propia

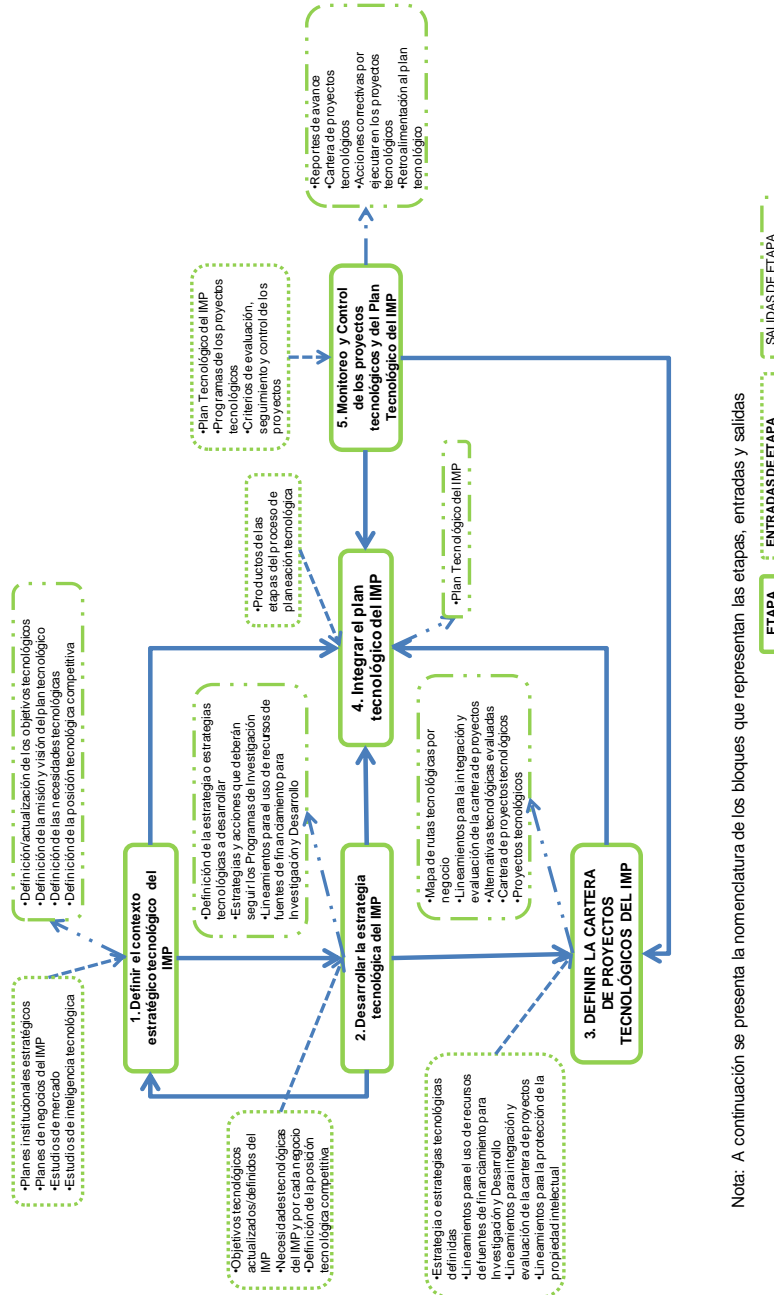
Figura 4.1 Proceso general de planeación tecnológica

El proceso de planeación tecnológica de la figura 4.1, como se puede observar, consta de cinco etapas de las cuales, en la etapa 4 (Integrar el plan tecnológico del IMP) convergen los resultados de las etapas 1 a 3. La etapa 5 se lleva a cabo después de poner en acción el plan tecnológico. Los resultados de las actividades de la etapa 5 determinan si el plan tecnológico debe continuar o parar para modificarlo y de esta manera formar un ciclo de

4. Bases de la metodología propuesta para realizar la planeación tecnológica en el IMP

planeación tecnológica. La etapa más relevante es la 3 donde se construye la cartera de proyectos tecnológicos.

La propuesta de metodología presenta en primer lugar una tabla descriptiva que incluye, la definición de las etapas, los objetivos, las actividades principales, los insumos y productos de las etapas de planeación tecnológica descrita en la tabla 4.1 y que se representa en la figura 4.2.



Nota: A continuación se presenta la nomenclatura de los bloques que representan las etapas, entradas y salidas

Figura 4.2 Etapas de la metodología de planeación tecnológica con entradas y salidas

4. Bases de la metodología propuesta para realizar la planeación tecnológica en el IMP



Tabla 4.1 Etapas del proceso de planeación tecnológica para el IMP

Etapa del proceso de planeación tecnológica	Objetivo	Actividades	Entradas	Salidas
1. Definir el contexto estratégico Tecnológico del IMP	Establecer el rol de la tecnología en la competitividad del IMP	A. Establecer las premisas para orientar las actividades de planeación tecnológica B. Llevar a cabo el análisis interno C. Realizar el análisis del entorno tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Planes institucionales estratégicos • Planes de negocios del IMP • Estudios de mercado • Estudios de inteligencia tecnológica • Resultados del desempeño del ciclo anterior de los negocios del IMP • Oportunidades de negocio 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición/actualización de los objetivos tecnológicos • Definición de la misión y visión del plan tecnológico • Definición de las necesidades tecnológicas • Definición de la posición tecnológica competitiva • Definición de alternativas tecnológicas
2. Desarrollar la estrategia tecnológica del IMP	Establecer las estrategias tecnológicas que se deberán seguir para mantener o lograr la posición competitiva que ha sido establecida para cada uno de los negocios del IMP	A. Establecer las estrategias tecnológicas a seguir para la incorporación de tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos tecnológicos actualizados/definidos del IMP • Necesidades tecnológicas del IMP y por cada negocio • Definición de la posición tecnológica competitiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de la estrategia o estrategias tecnológicas a desarrollar • Estrategias y acciones que deberán seguir los programas de investigación • Lineamientos para el uso de recursos de fuentes de financiamiento para investigación y desarrollo • Distribución del esfuerzo de investigación y desarrollo • Acciones por implementar sobre los recursos y capacidades institucional de IDT que permitan responder a las oportunidades identificadas para el desarrollo de nuevos productos, tecnologías y servicios • Adecuaciones a programas de investigación y/o integración de programas nuevos de investigación
3. Definir la cartera de proyectos tecnológicos del IMP	Definir y evaluar los proyectos tecnológicos que aseguren el cumplimiento de la estrategia tecnológica.	A. Definir iniciativas tecnológicas B. Evaluar iniciativas tecnológicas C. Elaborar mapa de rutas tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia o estrategias tecnológicas definidas • Lineamientos para el uso de recursos de fuentes de financiamiento para investigación y 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de rutas tecnológicas por negocio <ul style="list-style-type: none"> ○ Lineamientos para la integración y evaluación de la cartera de proyectos • Alternativas tecnológicas evaluadas • Cartera de proyectos tecnológicos

4. Bases de la metodología propuesta para realizar la planeación tecnológica en el IMP



Etapa del proceso de planeación tecnológica	Objetivo	Actividades	Entradas	Salidas
		D. Establecer propuestas de proyectos tecnológicos E. Evaluar propuestas de proyectos tecnológicos F. Integrar y aprobar la cartera de proyectos	desarrollo <ul style="list-style-type: none"> • Distribución del esfuerzo de investigación y desarrollo • Acciones por implementar sobre los recursos y capacidades institucional de IDT que permitan responder a las oportunidades identificadas para el desarrollo de nuevos productos, tecnologías y servicios • Adecuaciones a programas de Investigación y/o integración de Programas nuevos de investigación • Lineamientos para integración y evaluación de la cartera de proyectos • Lineamientos para la protección de la propiedad intelectual 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos tecnológicos
4. Integrar el Plan Tecnológico del IMP	Elaborar el Plan Tecnológico del IMP	A. Definir el contenido del Plan B. Elaborar el documento del Plan C. Aprobar el Plan Difundir el Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Productos de las etapas del proceso de planeación tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Tecnológico del IMP
5. Monitoreo y control de los proyectos tecnológicos y del Plan Tecnológico del IMP	Dar seguimiento al avance de la ejecución de los proyectos tecnológicos para tomar las acciones preventivas o correctivas que sean necesarias para dar cumplimiento con lo establecido con el plan tecnológico	A. Revisar avance de los proyectos tecnológicos B. Establecer acciones preventivas o correctivas C. Aprobar acciones preventivas o correctivas establecidas D. Aplicar acciones E. Elaborar reporte	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Tecnológico del IMP • Programas de los proyectos tecnológicos • Criterios de evaluación, seguimiento y control de los proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de avance • Cartera de proyectos tecnológicos • Acciones correctivas por ejecutar en los proyectos tecnológicos • Retroalimentación al plan tecnológico

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP

Y en segundo lugar, la metodología propuesta supone diversas actividades que se pueden realizar en cada etapa del proceso de planeación tecnológica, valiéndose del análisis de literatura de los capítulos anteriores de éste mismo documento. De tal manera que se determinan acciones específicas para cada etapa y con el fin de facilitar el desarrollo de las mismas se presentan herramientas y recomendaciones en el transcurso del proceso de planeación tecnológica. Es importante resaltar las siguientes consideraciones de aplicación general para la metodología.

- Los grupos de trabajo que participarán en el ejecución de las diferentes actividades de la metodología, deberán integrarse a partir de lineamientos que incluyan aspectos como: el número de personal participante, su área de adscripción, tiempo y forma de participación, responsabilidades.
- Se deberán generar programas de trabajo específicos para cada etapa, lo anterior a fin de establecer fechas y facilitar las reuniones entre los diferentes grupos de trabajo

Se identificaron como usuarios principales a los integrantes de los grupos de trabajo definidos en la presente metodología por etapa del proceso de planeación tecnológica.

Cabe mencionar que, si la metodología propuesta llegará a implementarse en el IMP si tendría efectos normativos ya que formaría parte del Modelo de Administración por Procesos del IMP.

A continuación se presenta el desglose de acciones de las actividades para cada etapa del proceso de planeación tecnológica, que integran la metodología de planeación tecnológica.

Para cada actividad se incluyen, las acciones, herramientas, así como el personal involucrado que se propone tenga participación.

4.2 Definir el contexto estratégico tecnológico del IMP

En la etapa definir el contexto estratégico tecnológico del IMP se propone desarrollar una serie de tareas para resolver las actividades generales establecidas para esta etapa, las cuales se presentan a continuación y se muestran de forma detallada en la tabla 4.3.

- A. Establecer las premisas para orientar las actividades del planeación tecnológica

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP

- B. Llevar a cabo el análisis interno del IMP
- C. Realizar el análisis del entorno tecnológico
- D. Elaborar el Diagnóstico Tecnológico

Las actividades deberán ser desarrolladas por diversos grupos de trabajo con roles específicos e independientes de su cargo en la organización. En la tabla 4.2 se muestra una propuesta de los roles específicos del personal participante, las áreas involucradas, las abreviaturas que se designen para cada rol así como la descripción de las actividades que desarrollara cada grupo de trabajo.

Los grupos de trabajo son integrados por personal de distintas áreas tal y como se muestra en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Áreas involucradas por rol en la etapa definir el contexto estratégico tecnológico del IMP

Área Involucrada	ROLES	Abreviaturas	Actividades a desarrollar por los roles
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección de investigación y posgrado • Dirección de planeación • Grupo de inteligencia Tecnológica • Gerencia de comercialización 	PARTICIPANTES	P	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar información • Analizar información • Aplicar herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Directivos de cada una de las direcciones de Especialidad, • Directores regionales • Dirección de investigación y posgrado del IMP. 	TOMADORES DE DECISIONES	TD	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar información • Validar información
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección de investigación y posgrado. 	ÁREA RESPONSABLE	AR	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar actividades • Documentar información generada • Acordar actividades • Convocar a grupos • Integrar grupos

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 4.3 Acciones propuestas para desarrollar la etapa definir el contexto estratégico del IMP

Acciones	ROLES			Herramientas
	P	TD	AR	
A. Establecer las premisas para orientar las actividades del planeación tecnológica		X	X	
1. Analizar información sobre: <ul style="list-style-type: none"> •Lineamientos estratégicos del IMP sobre planeación tecnológica •Indicadores •Desempeño de las actividades encaminadas al desarrollo tecnológico del IMP del ciclo anterior. •Horizonte de planeación (tiempo del ejercicio de planeación tecnológica) •Áreas tecnológicas que se requieren adquirir, abandonar, desarrollar y/o mejorar, fechas estimadas de implementación, costo estimado, fuentes probables de financiamiento y criterios de desempeño esperado •Definición y distribución de presupuesto 	X			<ul style="list-style-type: none"> •Modelos: <ul style="list-style-type: none"> ○Análisis competitivo ○Análisis de Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades ○5 Fuerzas de Porter •Técnicas: <ul style="list-style-type: none"> ○Bibliometría ○Delphi ○Benchmarking ○Ciclo de vida de la tecnológica ○Estudios de inteligencia tecnológica •Sistemas de información internos: <ul style="list-style-type: none"> ○Inventario tecnológico
2. Elaborar propuestas de premisas. Las premisas deberán establecerse en términos de: <ul style="list-style-type: none"> •Áreas tecnológicas prioritarias para el IMP •Metas en materia de tecnología •Montos de las inversiones •Niveles deseados del desempeño de la tecnología •Tiempos •Capacidades requeridas •Horizonte de tiempo 		X	X	
3. Aprobar premisas		X		
4. Documentar resultados			X	
B.Llevar a cabo el análisis interno del IMP	X			
1. Analizar fortalezas y debilidades	X			
2. Identificar las necesidades tecnológicas del IMP, Validar de las necesidades tecnológicas identificadas, Categorizar y priorizar las necesidades tecnológicas del IMP (a partir de fichas de descripción de las necesidades tecnológicas tabla 4.4)	X			<ul style="list-style-type: none"> •Modelos de planeación y prospectiva: <ul style="list-style-type: none"> ○Análisis de tendencias ○Planeación de escenarios •Otras herramientas: <ul style="list-style-type: none"> ○Fichas de descripción de necesidades tecnológicas (Ver tabla 4.4)
3. Aprobar necesidades tecnológicas		X		
4. Identificar las ventajas tecnológicas competitivas de productos y servicios desarrollados y ofrecidos por el IMP	X			
5. Identificar posibles cambios al marco estratégico del IMP		X		

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP



Acciones	ROLES			Herramientas
	P	TD	AR	
6. Estudiar el impacto de las modificaciones al marco estratégico del IMP	X			
7. Identificar los responsables de elaborar los cambios para la mejora de actividades del IMP		X	X	
8. Revisar las metas, estrategias y líneas de acción de las diversas áreas del IMP	X			
9. Identificar los atributos de los productos y servicios desarrollados y ofrecidos por el IMP	X			
10. Identificar las capacidades internas del IMP (equipo, personal, métodos, herramientas, infraestructura, tecnológicas entre otras)	X			
11. Elaborar un sistema de información que contenga las capacidades internas del IMP	X			
C.Realizar el análisis del entorno tecnológico				
1. Colectar información relacionada con: <ul style="list-style-type: none"> • Tendencias tecnológicas en áreas de interés • Estado del arte de las tecnologías/áreas de interés • Información sobre tendencias de aspectos normativos de seguridad y medio ambiente • Sectores industriales en los que participa el IMP 	X			
2. Analizar información	X			
3. Definir entorno tecnológico competitivo del IMP	X			
4. Elaborar el estudio de mercado	X			
5. Identificar las brechas tecnológicas del IMP	X			
6. Identificar las necesidades y satisfacción de los clientes del IMP	X			
7. Validar las brechas tecnológicas del IMP		X		
8. Validar las necesidades y satisfacciones de los clientes del IMP		X		
9. Categorizar y priorizar las brechas tecnológicas del IMP y necesidades de los clientes del IMP	X	X	X	
10. Identificar la posición competitiva de los productos y servicios desarrollados y ofrecidos del IMP	X			
11. Identificar tecnologías utilizadas actualmente por los competidores	X			
12. Elaborar estudios de pronósticos y tendencias de las tecnológicas	X		X	
D.Elaborar el diagnóstico Tecnológico		X	X	
1. Identificar alternativas tecnológicas	X			
2. Validar alternativas tecnológicas		X		
3. Categorizar y priorizar alternativas tecnológicas	X	X	X	
4. Definir alternativas tecnológicas			X	

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP

Como se mencionó, la etapa definir el contexto estratégico tecnológico del IMP, tiene por objetivo establecer el papel de la tecnología en la competitividad del IMP y por consiguiente las herramientas que se mencionan están enfocadas a apoyar el análisis del contexto estratégico.

Las herramientas presentadas en la etapa corresponden a: modelos de análisis competitivo, modelos de planeación y prospectiva, sistemas, técnicas, entre otras las cuales permiten el análisis para definir el contexto estratégico del IMP

La tabla 4.3 contiene las acciones propuestas para llevar a cabo la definición del contexto estratégico tecnológico del IMP, los roles de los grupos de trabajo¹⁵ que llevarán a cabo el desarrollo de las acciones enlistadas y las herramientas¹⁶ que se utilizarán en esta etapa del proceso de planeación tecnológica.

Tabla 4.4 Contenido de las fichas de descripción de las necesidades tecnológicas

Número de Ficha:
1. Disciplina
2. Título de la necesidad tecnológica
3. Descripción de la problemática
4. Líder de especialidad
5. Área usuaria
6. Alcance
7. Impacto
8. Áreas involucradas

Fuente. Elaboración Propia

4.3 Desarrollar la estrategia tecnológica del IMP

La siguiente etapa del proceso de planeación tecnológica, desarrollar la estrategia tecnológica del IMP, se debe elaborar para cada negocio que compone el IMP. Para desarrollar la estrategia tecnológica el IMP, se propone realizar la siguiente actividad:

A. Definición de las estrategias tecnológicas para cada negocio

¹⁵ Las áreas involucradas en los grupos de trabajo pueden variar dependiendo de la etapa que se esté desarrollando

¹⁶ Las herramientas presentadas en la tabla 4.3 son técnicas, modelos, métodos o metodologías sugeridas para desarrollar las distintas actividades de la etapa en este trabajo de investigación no se explican las herramientas presentadas.

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP

Lo que se propone apoyará la elección de las estrategias tecnológicas y dará inicio con el planteamiento de las alternativas tecnológicas que respondan a las necesidades tecnológicas del IMP y de cada negocio en particular.

Para ésta etapa también son definidos grupos de trabajo (Ver tabla 4.5):

Tabla 4.5 Rol por área involucrada en la etapa desarrollar la estrategia tecnológica del IMP

Área Involucrada	Rol	Abreviaturas	Actividades a desarrollar por los roles
<ul style="list-style-type: none"> Grupo de Inteligencia Tecnológica 	PARTICIPANTES	P	<ul style="list-style-type: none"> Buscar información Analizar información Aplicar herramientas
<ul style="list-style-type: none"> Está integrado por cada uno de los representantes de las diferentes áreas del IMP. 	TOMADORES DE DECISIONES	TD	<ul style="list-style-type: none"> Aprobar información Validar información
<ul style="list-style-type: none"> Dirección de investigación y posgrado Dirección de planeación 	ÁREA RESPONSABLE	AR	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar actividades Documentar información generada Acordar actividades Convocar a grupos Integrar grupos

Fuente: Elaboración Propia

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP

Las acciones propuestas para el desarrollo de esta etapa se enlistan en la tabla 4.6 así como herramientas y la definición de quien elaborará dicha actividad.

Tabla 4.6 Acciones propuestas para la etapa desarrollar la estrategia tecnológica del IMP (se deben realizar para cada negocio)

Acciones	ROLES			Herramientas
	P	TD	AR	
A. Definir las estrategias tecnológicas¹⁷ para cada negocio		X	X	<ul style="list-style-type: none"> •Otras herramientas <ul style="list-style-type: none"> ○Tabla de criterios para la selección de la estrategia tecnológica (Ver tabla 4.7)
1. Definir las estrategias tecnológicas para cada negocio	X	X	X	
2. Definir los mecanismos de adquisición de la tecnología	X		X	
3. Validar las estrategias tecnológicas y los mecanismos de adquisición de las tecnológicas		X	X	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 4.7 presenta algunos criterios de apoyo para seleccionar el tipo de estrategia tecnológica respecto a las implicaciones que conlleva cada una ellas. Por ejemplo, si se decide utilizar una estrategia tecnológica de tipo comprador tecnológico, implica que las fuentes de recursos para investigación y desarrollo se deben obtener de empresas asociadas; los mecanismos de adquisición de tecnología serán por licenciamiento o contratación de personal; etc. Con esta herramienta podemos elegir con más argumentos el tipo de estrategia tecnológica que más nos favorecerá a cumplir con los objetivos definidos en la etapa anterior.

Tabla 4.7 Implicaciones de las estrategias tecnológicas

Estrategia tecnológica	Fuentes de recursos para I+D	Mecanismos de adquisición de la tecnológica	Fuentes de tecnología	Distribución del esfuerzo de I+D entre tipos de actividades	Asignación de esfuerzo de I+D	Distribución del esfuerzo de I+D entre productos estratégicos
Líder tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> •Propia empresa •Empresas asociadas 	<ul style="list-style-type: none"> •Contratación de terceros para desarrollar actividades de I+D •Consorcio de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> •Clientes •Dirección de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> •Investigación básica •Investigación aplicada •Desarrollo •Ingeniería •Asistencia técnica a otras áreas de la empresa 	<ul style="list-style-type: none"> •Mejoría de procesos y productos actuales para: •Reducción de costos •Mejoría de la calidad del producto •Nuevos productos y procesos •Asimilación de tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> •Cartera de nuevos productos y procesos •Desarrollo de mercado nacional y de exportación •Vigilancia de tendencias tecnológicas
Comprador	<ul style="list-style-type: none"> •Empresas asociadas 	<ul style="list-style-type: none"> •Licenciamiento 	<ul style="list-style-type: none"> •Proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> •Asistencia técnica a otras 	<ul style="list-style-type: none"> •Mejoría de procesos y 	<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollo de mercado

¹⁷ Una definición de las estrategias tecnológicas que se presentan en la tabla se encuentran en el punto 1.8 de éste documento.

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP



Estrategia tecnológica	Fuentes de recursos para I+D	Mecanismos de adquisición de la tecnológica	Fuentes de tecnología	Distribución del esfuerzo de I+D entre tipos de actividades	Asignación de esfuerzo de I+D	Distribución del esfuerzo de I+D entre productos estratégicos
tecnológico		<ul style="list-style-type: none"> •Contratación de personal 		<ul style="list-style-type: none"> •áreas de la empresa •Asistencia técnica a clientes 	<ul style="list-style-type: none"> •productos actuales para: •Reducción de costos •Asimilación de tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> •nacional y de exportación •Vigilancia de tendencias tecnológicas
Seguidor de I+D	<ul style="list-style-type: none"> •Gobierno •Empresas asociados 	<ul style="list-style-type: none"> •Contratación de terceros para desarrollar actividades de I+D •Contratación de personal •Consortio de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> •Dirección de I+D de la empresa 	<ul style="list-style-type: none"> •Investigación básica •Investigación aplicada •Desarrollo •Ingeniería •Asistencia técnica a clientes 	<ul style="list-style-type: none"> •Mejoría de procesos y productos actuales para: •Reducción de costos •Mejoría de la calidad del producto •Nuevos productos y procesos •Asimilación de tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> •Cartera de nuevos productos y procesos •Desarrollo de mercado nacional y de exportación •Vigilancia de tendencias tecnológicas
Seguidor tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> •Gobierno •Empresas asociados 	<ul style="list-style-type: none"> •Licenciamiento 	<ul style="list-style-type: none"> •Proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> •Asistencia técnica a clientes 	<ul style="list-style-type: none"> •Asimilación de tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollo de mercado nacional y de exportación •Vigilancia de tendencias tecnológicas
Capacidad tecnológico mínima	<ul style="list-style-type: none"> •Empresas asociados 	<ul style="list-style-type: none"> •Licenciamiento •Contratación de terceros para desarrollar actividades de I+D •Contratación de personal •Consortio de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> •Proveedores •Institutos de Investigación e universidades 	<ul style="list-style-type: none"> •Asistencia técnica a clientes 	<ul style="list-style-type: none"> •Mejoría de procesos y productos actuales para: •Reducción de costos •Mejoría de la calidad del producto •Nuevos productos y procesos •Asimilación de tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> •Cartera de nuevos productos y procesos •Desarrollo de mercado nacional y de exportación •Vigilancia de tendencias tecnológicas

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Definir la cartera de proyectos tecnológicos

La etapa definir la cartera de proyectos tecnológicos consiste en evaluar el listado de propuestas de proyectos tecnológicos por desarrollar. En esta etapa se estima la inversión de los distintos proyectos tecnológicos para cada negocio. Las actividades que se proponen elaborar para lograr los objetivos de esta etapa son las siguientes:

- A. Definir iniciativas tecnológicas.
- B. Evaluar iniciativas tecnológicas.
- C. Elaborar mapa de rutas tecnológicas.
- D. Establecer propuestas de proyectos tecnológicos.
- E. Evaluar propuestas de proyectos tecnológicos
- F. Integrar y aprobar la cartera de proyectos

Como en etapas anteriores en la tabla 4.9 se presentan las acciones propuestas para cada actividad de la etapa definir la cartera de proyectos tecnológicos del proceso de planeación tecnológica.

En esta etapa igualmente se presentan los grupos de trabajo que se propone participen en esta etapa de la metodología (tabla 4.8):

Tabla 4.8 Rol por área involucrada en la etapa definir la cartera de proyectos tecnológicos

Área Involucrada en la etapa Definir la cartera de proyectos tecnológicos	Rol	Abreviaturas	Actividades a desarrollar por los roles
<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de Inteligencia Tecnológica, • Gerencia de comercialización 	PARTICIPANTES	P	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar información • Analizar información • Aplicar herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Está integrado por cada uno de los representantes de las diferentes áreas del IMP 	TOMADORES DE DECISIONES	TD	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar información • Validar información
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección de investigación y posgrado • Dirección de Planeación 	ÁREA RESPONSABLE	AR	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar actividades • Documentar información generada • Acordar actividades • Convocar a grupos • Integrar grupos



Tabla 4.9 Actividades y acciones de la etapa definir la cartera de proyectos tecnológicos (se deben realizar para cada negocio)

Acciones	ROLES			Herramientas
	P	TD	AR	
A. Definir iniciativas tecnológicas <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar necesidades tecnológicas 2. Definir las iniciativas tecnológicas que solventen las necesidades tecnológicas. La definición de las iniciativas deberá hacerse considerando los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> •Alineación estratégica •Tiempo y alcance •Factibilidad técnica y económica 	X		X	<ul style="list-style-type: none"> •Sistemas de información internos: <ul style="list-style-type: none"> ○Inventario tecnológico
B. Evaluar iniciativas tecnológicas <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer criterios de evaluación 2. Desarrollar metodología de evaluación de las iniciativas 3. Evaluar las iniciativas 		X	X	<ul style="list-style-type: none"> •Metodologías para la construcción de los mapas de rutas tecnológicas: <ul style="list-style-type: none"> ○Rob Phaal
C. Elaborar mapa de rutas tecnológicas <ol style="list-style-type: none"> 1. Colectar información 2. Analizar información 3. Elaboración del mapa de rutas tecnológicas¹⁸ 4. Difundir el mapa de rutas tecnológicas en los programas de investigación 	X		X	<ul style="list-style-type: none"> •Otras herramientas: <ul style="list-style-type: none"> ○Contenido de las fichas de información por proyecto tecnológico
D. Establecer propuestas de proyectos tecnológicos <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar iniciativas 2. Establecer ideas de solución 3. Revisar el estado del arte 4. Hacer búsqueda de información documental 5. Generar propuestas de proyectos 6. Evaluar factibilidad de ideas de solución 		X	X	<ul style="list-style-type: none"> •Análisis financiero: <ul style="list-style-type: none"> ○Análisis de estados financieros ○Rentabilidad ○Tasa de crecimiento ○Liquidez
E. Evaluar propuestas de proyectos tecnológicos <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer criterios de evaluación 2. Llevar a cabo la evaluación de los proyectos 3. Caracterizar los proyectos tecnológicos a partir de la creación de fichas de información por proyecto (Ver tabla 4.10 para conocer el contenido de las fichas de información por proyecto) 		X	X	

¹⁸ Existen diversas metodologías para realizar los mapas de rutas tecnológicas

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP



Acciones	ROLES			Herramientas
	P	TD	AR	
F. Integrar y aprobar la cartera de proyectos		X	X	

Tabla 4.10 Contenido de las fichas de información por proyecto

Número de Ficha
<ul style="list-style-type: none"> •Nombre del proyecto •Clave asociada •Objetivo •Alcance •Estimado del costo •Tiempo estimado de ejecución •Valor (económico, personal de la organización, social) •Origen del proyecto (operación, normatividad, <i>benchmarking</i>, etc.) •Estrategia de negocio que apoya •Área responsable •Lugar de aplicación •Sinergia con otros proyectos (nivel) •Estrategia tecnológica (licenciamiento, Investigación y Desarrollo, alianzas, etc.) •Fuente de financiamiento •Importancia relativa del proyecto tecnológico de acuerdo a los resultados del procedimiento de evaluación •Observaciones (confiabilidad de los estimados, etc.)

4.5 Integrar el plan tecnológico

En esta etapa se colectan los resultados de cada fase del proceso de planeación tecnológica y se documentan las principales actividades desarrolladas, a fin de integrar el plan tecnológico del IMP. Se propone que sea la Dirección de Investigación y Posgrado el área que defina el contenido del plan tecnológico, una propuesta es la siguiente:

El contenido propuesto del Plan Tecnológico es el siguiente:

- a) Objetivo del plan
- b) Antecedentes
- c) Resultados del análisis interno y el análisis del entorno tecnológico
- d) Estrategias tecnológicas para cada negocio
- e) Descripción de las iniciativas tecnológicas
- f) Descripción de integración de la cartera de proyectos
- g) Programa de trabajo
- h) Programa de presupuesto

4.6 Monitoreo y control de los proyectos tecnológicos

La etapa 5 complementa de manera adicional una serie de lineamientos para el monitoreo y control de las actividades de cada etapa de la planeación tecnológica, estableciendo una lista de actividades a revisar de los programas de cada proyecto tecnológico.

Esta etapa se desarrolla tomando como base un programa de actividades de los proyectos tecnológicos en un formato de diagrama de Gantt que detalle la estructura de la organización del proyecto, tiempo y responsables directos.

Los grupos que realizan el monitoreo y control de proyectos tecnológicos y plan tecnológico se presentan en la tabla 4.10.

Tabla 4.11 Rol por área involucrada en la etapa monitoreo y control de los proyectos tecnológicos

Área Involucrada en la etapa Monitoreo y Control de los proyectos tecnológicos	Rol	Abreviaturas	Actividades a desarrollar por los roles
<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de Inteligencia Tecnológica, • Gerencia de comercialización 	Participantes	P	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar información • Analizar información • Aplicar herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Está integrado por cada uno de los representantes de las diferentes áreas del IMP 	Tomadores de decisiones	TD	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar información • Validar información
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección de investigación y posgrado • Dirección de Planeación 	Área Responsable	AR	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar actividades • Documentar información generada

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP

Área Involucrada en la etapa Monitoreo y Control de los proyectos tecnológicos	Rol	Abreviaturas	Actividades a desarrollar por los roles
			<ul style="list-style-type: none">• Acordar actividades• Convocar a grupos• Integrar grupos

Fuente: Elaboración propia

Las actividades dentro de la etapa de monitoreo y control de los proyectos tecnológicos son de tres tipos como se enumera en la tabla 4.11.



Tabla 4.12 Actividades a realizar en la etapa monitoreo y control de proyectos tecnológicos y plan ecnológico

Acciones	Roles			Herramientas
	P	TD	AR	
A. Colectar información de los avances de los proyectos tecnológicos	X			<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de información internos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas de vigilancia tecnológica
1. Colectar información de programas de trabajo, informes de proyecto y reportes de vigilancia e inteligencia tecnológica, elementos financieros	X			
B. Analizar información de los avances de los proyectos tecnológicos Evaluar durante períodos de tiempo previamente determinados, los resultados cualitativos y cuantitativos de los proyectos.	X			
C. Definir acciones correctivas para cambios en las actividades del proceso de planeación tecnológica y en el plan tecnológico				
1. Reasignar el presupuesto		X	X	
2. Ampliar el presupuesto		X	X	
3. Desviar el presupuesto		X	X	
4. Cambiar el personal involucrado		X	X	
5. Documentar la información (Reportes, informes, etc.)		X	X	

Beneficios de la metodología

En la presente metodología propuesta se identificaron diversos beneficios para el Instituto Mexicano del Petróleo, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Integra y complementa las actividades requeridas para la realización de la planeación tecnológica del IMP en un proceso cuya aplicación puede hacerse de manera sistemática.
- Las actividades de la metodología y el proceso en el que se basa pueden integrarse dentro del Modelo de Administración por Procesos (MAP), específicamente en los macroprocesos 01EN Establece la estrategia de Negocio y 02ID Desarrolla tecnologías, productos y servicios.
- La aplicación de la metodología apoya la identificación de las necesidades tecnológicas de los negocios del IMP, sus alternativas de solución, las rutas tecnológicas y la definición de los proyectos de investigación y desarrollo.
- Cada uno de los negocios obtendrá resultados provenientes de los proyectos de investigación y desarrollo, alineados con sus necesidades tecnológicas.
- Se definen las estrategias tecnológicas que seguirá cada uno de los negocios (Direcciones de Especialidad) del IMP.
- Se generará un Plan tecnológico, que será el documento rector para el desarrollo de las actividades de investigación y desarrollo del IMP. Adicionalmente, estará en concordancia con los lineamientos y objetivos del Programa estratégico.
- La metodología propuesta permitirá facilitar el desarrollo de las actividades de planeación tecnológica en el IMP ya que cuenta con los siguientes elementos:
 - I. Especifica las actividades y acciones que deben realizarse en cada etapa, así como las herramientas por aplicar.
 - II. Asigna responsabilidades a los participantes de cada etapa
 - III. Define una cartera de proyectos de investigación y desarrollo, alineada con las necesidades de los negocios del IMP, esto permite establecer con mayor claridad los recursos requeridos para la realización de los proyectos (personal, infraestructura, recursos financieros).
 - IV. Involucra la participación de personal de diferentes áreas y niveles de la organización: Direcciones de Especialidad (Negocios), Direcciones Corporativas y Regionales, Dirección de Investigación y Posgrado, principalmente.
 - V. Se basa en sistemas de información institucional (inventario de capacidades).

4. Metodología propuesta para realizar la Planeación Tecnológica en el IMP

- La metodología apoyará al logro de una administración eficaz de los recursos financieros que se destinan al desarrollo de los proyectos de investigación y desarrollo, así como una mejor caracterización de los proyectos de la cartera.
- Facilita la identificación de mejoras tanto en el proceso de planeación como en la metodología.

5 Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones derivadas del presente trabajo.

Del análisis de literatura se puede concluir lo siguiente:

- Dado lo anterior, se puede inferir que un proceso general de planeación tecnológica incluye cinco etapas generales las cuales son: Definición del contexto estratégico Tecnológico, Desarrollo de la estrategia tecnológica, Definición de la cartera de proyectos tecnológicos, Integración del Plan Tecnológico y Monitoreo y Control de los proyectos tecnológicos y del Plan Tecnológico.
- De los modelos analizados se encontró que existen aspectos comunes y de aplicación general para el desarrollo de una metodología para la planeación tecnológica.
- En las diversas referencias consultadas no se identificó una metodología de planeación tecnológica que pudiera aplicarse primero a centros de investigación y segundo a centros de investigación y desarrollo tecnológico como el Instituto mexicano del petróleo.
- Las metodologías de planeación tecnológica son específicas de cada organización ya que dependen del tipo de organización, la relevancia de la tecnología en la organización, de su contexto estratégico, y de sus recursos, principalmente.
- Entre las herramientas de planeación tecnológica que son de aplicación frecuente se encuentran los pronósticos de escenarios, la administración del ciclo de vida de la tecnología, el análisis de tendencias, el análisis Delphi, los sistemas de información, vigilancia e inteligencia tecnológica, así como los mapas de rutas tecnológicas.

De las actividades analizadas y relacionadas con planeación tecnológica en el IMP se concluyó lo siguiente:

- Existen documentos (Programa Institucional Estratégico, Programa de Desarrollo de Nuevos Productos y Modelo de Administración por Procesos) del IMP que muestran los esfuerzos e iniciativas que se han realizado a través del tiempo y que están encaminados a la integración de funciones de administración de la tecnología y planeación tecnológica.
- En el IMP actualmente no existe un documento que muestre el estado de las actividades que se realizan en materia de administración y planeación tecnológica,

- De acuerdo con la revisión y análisis de los documentos del Instituto Mexicano del Petróleo, es preciso decir que no se encuentra en un proceso de aplicación sistemática que esté establecido específicamente para el desarrollo de la planeación tecnológica.
- La revisión de la literatura especializada proporciono elementos de planeación tecnológica para la construcción de las bases de una metodología para llevar a cabo la planeación tecnológica en el Instituto Mexicano del Petróleo.

Finalmente y en relación a la metodología propuesta, se pueden enlistar las siguientes conclusiones:

- De los elementos identificados en la literatura fue posible elaborar las bases para proponer una metodología para llevar a cabo las actividades de planeación tecnológica que puede ser aplicable al IMP.
- La propuesta toma como base un proceso de planeación tecnológica que consta de cinco etapas las cuales son: Definir el contexto estratégico tecnológico del IMP, Desarrollar la estrategia tecnológica del IMP, Definir la cartera de proyectos tecnológicos del IMP, Integrar el Plan tecnológico del IMP y Monitoreo y Control de los proyectos tecnológicos y del Plan Tecnológico del IMP
- Las actividades que incluye la propuesta y el proceso en el que se basa pueden integrarse dentro del Modelo de Administración por Procesos (MAP), específicamente en los macroprocesos 01EN Establece la estrategia de Negocio y 02ID Desarrolla tecnologías, productos y servicios.
- La propuesta permitirá facilitar el desarrollo de las actividades de planeación tecnológica en el IMP ya que cuenta con los siguientes elementos:
 - I. Especifica las actividades y acciones que deben realizarse en cada etapa, así como las herramientas por aplicar.
 - II. Asigna responsabilidades a los participantes de cada etapa
 - III. Define una cartera de proyectos de investigación y desarrollo, alineada con las necesidades de los negocios del IMP,
 - IV. Involucra la participación de personal de diferentes áreas y niveles de la organización: Direcciones de Especialidad (Negocios), Direcciones Corporativas y Regionales, Dirección de Investigación y Posgrado, principalmente.
 - V. Se basa en sistemas de información institucional (inventario de capacidades).

Bibliografía

1. Alex Sheshunoff. Technology planning beyond Y2K. *USBanker*. 1999 Apr 1;109(4): 80-82.
2. Arnoud de Meyer. Technology strategy and China's technology capacity building. *Journal of Technology Management in China*. 2008 May 1;3(2): 137-153.
3. Barjau, E., (2006), Premio Nacional de Tecnología, "Cuadernos de gestión de tecnología, Planeación de Tecnología", México
4. Benavides C. A., (1998), Tecnología, innovación y empresa, España,
5. Cruz J., (2004) Tesis, Planeación y control en los centros de investigación pública en México: el caso del instituto de investigaciones biomédicas-UNAM, UNAM, México
6. Darla Dernovsek. IT plans ignite strategy. *Credit Union Magazine*. 2003 Mar 1;69(3): 78-82.
7. David J Waldron. Technology strategy and the balance sheet 3 points to consider. *Healthcare Financial Management*. 2005 May 1;59(5): 70-6.
8. David Probert, Michael Radnor. Technology roadmapping: Frontier experiences from industry-academia consortia. *Research Technology Management*. Mar/Apr 2003. Vol. 46, Iss. 2, p. 26-30 (5 pp.)
9. Erosa V. E., (2007), Administración de la tecnología. Nueva fuente de creación de valor para las organizaciones, México,
10. Escorsa P. y Valls J, (2001), Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión, Colombia,
11. Giral J. y González S. (1986), Estrategia tecnológica integral, México D.F.
12. González O. A., (2005) Tesis, Gestión de tecnología basada en la generación de valor: Modelo e implicaciones para su implantación en la Industria de Refinación del Petróleo, Universidad Anáhuac, Huixquilucan, Edo. de Méx.
13. Hellebst, K. G., (1991), Planeación estratégica practica, México
14. Hyungu Kang. A model of strategy formulation and implementation for service technology. *Strategic Change*. 2005 Jun 1;14(4): 231-238.
15. Instituto Mexicano del Petróleo 25 años de investigación y desarrollo tecnológico al servicio de la industria petrolera, 1965-1990, Subdirección General de Capacitación y Desarrollo Profesional, División Editorial

16. Instituto Mexicano del Petróleo 30 años al servicio de la industria petrolera nacional, 1965-1995, Subdirección General de Capacitación y Desarrollo Profesional, División Editorial
17. Instituto Mexicano del Petróleo, Prospectiva de la investigación y el desarrollo tecnológico del sector petrolero al año 2025, primera edición, Coordinación general de edición, México, 2001
18. La investigación en el Instituto Mexicano del Petróleo, 35 aniversario, 1965-2000, Coordinación general de edición
19. Logros del instituto mexicano del petróleo 1982-1988. Instituto Mexicano del Petróleo, Subdirección General de Capacitación y Desarrollo Profesional, División Editorial
20. Logros más relevantes del instituto mexicano del petróleo durante 1984. Instituto Mexicano del Petróleo, Subdirección General de Capacitación y Desarrollo Profesional, División Editorial
21. Metz, Philip D. Integrating technology planning with business planning. *Research Technology Management*. 1996 May 1;39(3): 19.
22. Michael E Brunner. Chart a steady course before deploying new technology. *Rural Telecommunications*. Jan/Feb 2002. Vol. 21, Iss. 1, p. 62 (1 pp.)
23. Morrissey, G. L., (1995), Planeación táctica : produciendo resultados en corto plazo, Estado de México
24. NMX-GT-002-IMNC-2008, Gestión de la Tecnología-Proyectos tecnológicos-Requisitos
25. NMX-GT-003-IMNC-2008, Sistema de Gestión de la tecnología-Requisitos
26. NMX-GT-005-IMNC-2008, Gestión de la tecnología-Directrices para la auditoria
27. Noriega, V. J., (1999) Tesis, Metodología de aplicación de la administración tecnológica en una empresa del sector químico, UNAM, México
28. Orozco P. A. (2010), La planeación tecnológica: un elemento clave para lograr ventajas competitivas,
29. Ortiz, E.R., (2007) Tesis, Desarrollo de una metodología para la medición de intangibles en áreas de investigación y desarrollo del Instituto Mexicano del Petróleo, UNAM, México D.F.
30. Pacheco-M J. y Milanés G. Y., (2009), Evaluación de la ciencia y los estudios bibliometricos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, SIRIVS.

31. Philip J Whalen. STRATEGIC AND TECHNOLOGY PLANNING ON A ROADMAPPING FOUNDATION. Research Technology Management. 2007 May 1;50(3): 40-51.
32. Pinto V. R., (2000), Planeación estratégica de capacitación: como alinear el entrenamiento empresarial a los procesos críticos del negocio, México D.F.
33. PNT , Premio Nacional de Tecnología, (2010)
34. Porter A.L. (2005), QTIP: Quick technology intelligence processes, Technological Forecasting and Social Change (72), 1070-1081
35. PYF-NMX-R-052-IMNC-2007, Sistema de gestión de la tecnología – Terminología
36. Rachel Wells, Robert Phaal, Clare Farrukh, David Probert. TECHNOLOGY ROADMAPPING FOR A SERVICE ORGANIZATION. Research Technology Management. 2004 Mar 1;47(2): 46-51.
37. Reyes P. A., (1995), Administración de empresas teoría y práctica.
38. Richardson Bill y Roy Richardson, (1996), Planeación de negocios, un enfoque de la administración estratégica
39. Sábato J. y Mackenzie M. (1982), La producción de la tecnología, autónoma o trasnacional, México D.F.1982
40. Seden, Wayne H. Utilities can adopt new technologies faster. Public Utilities Fortnightly. 1993 Sep 15;131(17): 32.
41. Talonen T., Hakkarainen K.. STRATEGIES FOR DRIVING R&D AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT. Research Technology Management. 2008 Sep 1;51(5): 54-60.
42. Valencia, (2001), Planeación estratégica como herramienta en la apertura de un negocio, Universidad Don Vasco, Michoacán, México
43. Virgilio, V.T, (2010), Plan estratégico para tecnología del IMP, UNAM, México D.F
44. www.imp.mx

Anexos

Anexo 1. Metodología para el desarrollo del estudio bibliométrico

La metodología empleada en el estudio bibliométrico es la siguiente:

1. Selección de las fuentes de información para realizar la búsqueda en administración de la tecnología
2. Búsqueda en la base de datos ABI INFORM¹⁹
3. Construcción de estrategias de búsqueda para identificar los principales registros relacionados con temas de administración de tecnología
4. Colecta de información (registros)
5. Tratamiento estadístico de los registros colectados
6. Análisis de los resultados

Del desarrollo de dichas actividades se generaron los siguientes resultados

1. Evolución cronológica de los registros en administración de la tecnología
2. Temáticas que abordan los registros colectados sobre Administración de la Tecnología

Anexo 2 Tabla de estrategias de búsqueda referentes a temas de administración de la tecnología

Tabla A.0.1 Estrategias de búsqueda referentes a temas de administración de la tecnología.

Estrategia	No. Registros encontrados
<i>Title (strategic) and title ("management of technology") all years</i>	28
<i>Title (innovation) and title ("management of technology") all years</i>	8
<i>Title ("technology planning")</i>	46
<i>Title ("innovation management")</i>	146
<i>Title(strategic) and title("MOT")</i>	1
<i>Title ("management of technology")</i>	112
<i>Title ("technology management")</i>	372
<i>Title ("management and technology")</i>	104
<i>Title ("research & development") and title(management)</i>	61
<i>Title ("research & development") and title("R&D")</i>	40
<i>Title ("research & development") and title(technology)</i>	66

¹⁹ ABI/INFORM Global es un recurso electrónico con una cobertura de 1971 en adelante. Incluye más de 2,770 títulos de revistas especializadas en administración, economía, y negocios y aproximadamente 1840 en texto completo. Proporciona acceso a más de 60,000 empresas con perfiles empresariales y ejecutivos.

Tabla A.0.1 Estrategias de búsqueda referentes a temas de administración de la tecnología (continuación)

Estrategia	No. Registros encontrados
<i>Title("research & development") and title("innovation")</i>	37
<i>Title("research & development") and title("planning")</i>	21
<i>Title("research & development") and title("strategic")</i>	24
<i>Title("strategic plan") and title("technology")</i>	7
<i>ABS("strategic ") and ABS("management of technology")</i>	77
<i>ABS ("technology management")</i>	170
<i>ABS ("innovation") and ABS("management of technology")</i>	68
<i>ABS ("innovation") and ("technology management")</i>	140
<i>ABS ("innovation management")</i>	393
<i>ABS ("management of technology")</i>	277
<i>ABS ("research and development") and ABS(technology) and (R and D) and ABS(innovation)</i>	453
<i>ABS ("strategic plan") and ABS(technology)</i>	664

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizaron como programas de trabajo Microsoft Excel y Procite²⁰ en los cuales se formó una base de datos con los registros colectados.

Anexo 3 Registro de publicaciones referentes a temas de planeación de la tecnología

En el anexo 2 se identificaron y colectaron los documentos que contienen información relacionada con modelos, procesos, metodologías y herramientas de Planeación Tecnológica (PT) de la base de datos generada en el estudio bibliométrico referente a la administración de la tecnología.

A continuación se enlistan las actividades realizadas en esta etapa de investigación:

- a. Se construyeron estrategias de búsqueda para identificar los principales registros relacionados con temas de planeación tecnológica dentro de la base de datos

²⁰ ProCite® es un gestor de bases de datos documental producido por ISI ResearchSoft! que se adapta al trabajo más exigente del investigador y del documentalista.

generada en la etapa anterior utilizando como descriptores: *Technology planning*, *Technology strategic*, *Technology Strategic planning*.

- b. A partir de las estrategias de búsqueda mencionadas, se obtuvieron un total de 618 registros en el periodo de 1990 a 2009
- c. Se analizaron los registros colectados para descartar aquellos que no tenían relación directa con el tema de estudio.
- d. De la actividad anterior se identificaron 150 registros que contienen información sobre planeación tecnológica los cuales conforman la literatura base del trabajo de tesis (tabla A.2).

Tabla A.0.2 Registros recuperados para el análisis de publicaciones de la investigación documental

No	Referencia
1	Fathi M (2009) 'Strategic Planning in Colleges and Universities ', Business Renaissance Quarterly
2	Mccarthy E and CFP (2009) 'Developing a Tech Strategy ', Journal of Financial Planning
3	Chen T (2009) 'Renewable energy technology portfolio planning with scenario analysis: A case study for Taiwan ', Energy Policy
4	Falk C (2009) 'STRATEGICALLY PLANNING CAMPUSES FOR THE "NEWER STUDENT" IN HIGHER EDUCATION ', Allied Academies International Conference. Academy of Educational Leadership. Proceedings
5	Talonen T (2008) 'STRATEGIES FOR DRIVING R&D AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT ', Research Technology Management
6	Holmquist E (2008) 'Operational Risks and Strategic Technology Planning ', The RMA Journal
7	Ulrich Lichtenthaler (2008) 'Opening up strategic technology planning: extended roadmaps and functional markets ', Management Decision
8	Arnoud de Meyer (2008) 'Technology strategy and China's technology capacity building ', Journal of Technology Management in China
9	Halsted R (2008) 'A BUSINESS PLAN IS NOT ENOUGH ', Rural Telecommunications
10	Philip J Whalen (2007) 'STRATEGIC AND TECHNOLOGY PLANNING ON A ROADMAPING FOUNDATION ', Research Technology Management
11	Harold Henderson (2007) 'Urban and Regional Technology Planning: Planning Practice in the Global Knowledge Economy ', Planning
12	Yvon Dufour (2006) 'Competitive paradigms on strategic change: mapping the field and further research development ', Strategic Change
13	Kepeczyk R H (2006) 'Strategic Technology Management for CPA Firms ', CPA Practice Management Forum
14	George C Hartmann (2006) 'PLANNING YOUR FIRM'S R&D INVESTMENT ', Research Technology Management
15	Terry Anthony Byrd (2006) 'IS INFRASTRUCTURE: THE INFLUENCE OF SENIOR IT LEADERSHIP AND STRATEGIC INFORMATION SYSTEMS PLANNING ', The Journal of Computer Information Systems
16	Fu-Chiang Hsu (2006) 'Technology and knowledge document cluster analysis for enterprise R&D strategic planning ', International Journal of Technology Management
17	Shu-hsien Liao (2005) 'Technology management methodologies and applications - A literature review from 1995 to 2003 ', Technovation
18	Hyungu Kang (2005) 'A model of strategy formulation and implementation for service technology ', Strategic Change
19	Kerri Siatiras (2005) 'Now, here's the plan...' ', Chartered Accountants Journal of New Zealand
20	David J Waldron (2005) 'technology strategy and the balance sheet 3 points to consider ', Healthcare Financial Management

Tabla A.0.2 Registros recuperados para el análisis de publicaciones de la investigación documental (continuación)

No	Referencia
21	David Oatway (2005) 'Revising strategic planning for IT support ', Nursing Homes
22	Bruce A Vojak (2004) 'Product Attribute Bullwhip in the Technology Planning Process and a Methodology to Reduce It ', IEEE Transactions on Engineering Management
23	Peter Sevcik (2004) 'A Sea Change In Network Technology Planning ', Business Communications Review
24	Roman H Kepczyk (2004) 'Strategic Technology Management ', Journal of Tax Practice Management
25	Rachel Wells (2004) 'TECHNOLOGY ROADMAPPING FOR A SERVICE ORGANIZATION ', Research Technology Management
26	P Trott (2004) 'Enterprise Resource Planning and the Price of Efficiency: The Trade Off Between Business Efficiency and the Innovation Capability of Firms ', Technology Analysis & Strategic Management
27	Tetsuya Okuyama (2003) 'Management of technology through Vision-Driven &D ', International Journal of Technology Management
28	Denis Couillard (2003) 'Leadership, learning and resources for the high-tech firm: An integrated view of technology management ', International Journal of Technology Management
29	Darla Dernovsek (2003) 'IT plans ignite strategy ', Credit Union Magazine
30	Robert Heckman (2003) 'STRATEGIC INFORMATION TECHNOLOGY PLANNING AND THE LINE MANAGER'S ROLE ', Information Systems Management
31	Axel Focke (2003) 'Strategic technology planning in hospital management* ', OR Spectrum
32	Esther Gelle (2003) 'Information quality for strategic technology planning ', Industrial Management + Data Systems
33	Ferdinando Chiaromonte (2003) 'From &D management to strategic technology management: Evolution and perspectives ', International Journal of Technology Management
34	Ned Bauhof (2003) 'THE STRATEGIC PLAN: A YEAR IN REVIEW ', Beverage Industry
35	Roy L Simpson (2003) 'Today's challenges shape tomorrow's technology, part 2 ', Nursing Management
36	Anonymous (2003) 'Build quality by investing in technology: An interview with Alan L. Broude ', Healthcare Financial Management
37	Hulya Yazici (2003) 'A simulation based capability assessment of advanced mining technology ', International Journal of Computer Applications in Technology
38	Probert D (2003) 'Technology roadmapping: Frontier experiences from industry-academia consortia ', Research Technology Management
39	Mark Adkins (2003) 'Using group support systems for strategic planning with the United States Air Force ', Decision Support Systems
40	Yuan Long (2003) 'Enterprise-wide strategic information systems planning for Shanghai Bell Corporation ', Annals of Cases on Information Technology
41	Ravi Shankar (2003) 'Strategic planning for knowledge management implementation in engineering firms ', Work Study
42	Don Dennis (2002) 'Strategic facility management and technology: The case study of the University of Calgary ', Journal of Corporate Real Estate
43	W Austin Spivey (2002) 'A generic value tree for high-technology enterprises ', International Journal of Technology Management
44	Bulchand Gidumal, Jacques (2002) 'Information and communication system and technology planning as a means of using knowledge: Application to ULPGC ', TESIS
45	Snowden, Shirlene Lofton (2002) 'An analysis of the impact of strategic planning on institutional transformation at twelve Vanguard Learning Colleges ', TESIS
46	Michael E Brunner (2002) 'Chart a steady course before deploying new technology ', Rural Telecommunications
47	Michael Parent (2002) 'CLEARWATER FINE FOODS INC.: USING A GROUP SUPPORT SYSTEM FOR STRATEGIC PLANNING ', Richard Ivey School of Business Case Collection
48	Petter Gottschalk (2002) 'The role of the chief information officer in formal strategic information systems planning ', International Journal of Technology Policy and Management
49	Alfred Tat-Kei Ho (2001) 'Information technology planning and the Y2K problem in local governments ', American Review of Public Administration
50	Scott, George (2001) 'Strategic planning for technology products ', R & D Management
51	Scott, George (2001) 'Strategic planning for high-tech product development ', Technology Analysis & Strategic Management

Tabla A.0.2 Registros recuperados para el análisis de publicaciones de la investigación documental (continuación)

No	Referencia
52	John Moss (2001) 'Technology planning 101 ', Texas Banking
53	Steven P Williams (2001) 'Technology planning for the community bank ', Community Banker
54	Liang, Yahong (2001) 'Dynamic strategic planning and justification systems for advanced manufacturing technology acquisition ', TESIS
55	Fred Williams (2001) 'Technology, planning came through after the attack ', Pensions & Investments
56	Anonymous (2000) 'ICMA adopts a new strategic plan emphasizing partnerships and technology ', PM. Public Management
57	Frank J Calzonetti (2000) 'State science and technology planning in West Virginia: Challenges facing practitioners ', Economic Development Quarterly
58	Michael P Bigwood (2000) 'Applying "cost of innovation" to technology planning ', Research Technology Management
59	Reed Branson (2000) 'Technology planning ', Community Banker
60	Scott, George (2000) 'Critical technology management issues of new product development in high-tech companies ', The Journal of Product Innovation Management
61	J I Penrod (2000) 'Designing and Implementing a Learning Organization-Oriented Information Technology Planning and Management Process ', Complete Collection of IGP Information Technology Case Collection Depository
62	Victor Portugal (2000) 'Production planning system redesign: A case study of food production ', International Journal of Manufacturing Technology and Management
63	Rainer Voelker (1999) 'New technologies and international locational choice for research and development units: Evidence from Europe ', Technology Analysis & Strategic Management
64	Vernet, Michel (1999) 'Linking business strategy to technology strategies: A prerequisite to the &D priorities determination ', International Journal of Technology Management
65	Alex Sheshunoff (1999) 'Technology planning beyond Y2K ', usbanker
66	Lyn Stabler (1999) 'Technology planning can speed Mississippi's economic development ', Economic Development Review
67	Anonymous (1999) 'Have you a technology strategy? ', New Zealand Manufacturer
68	Cathy Fleming (1999) 'How do you plan for technology investments? ', Credit Union Magazine
69	Anne Martensen (1999) 'Strategy and planning for innovation management - supported by creative and learning organisations ', The International Journal of Quality & Reliability Management
70	Anne Martensen (1999) 'Strategy and planning for innovation management - a business excellence approach ', The International Journal of Quality & Reliability Management
71	Bers, John A (1999) 'A computer simulation model for emerging technology business planning and forecasting ', International Journal of Technology Management
72	Probert D (1999) 'Linking technology to business planning: Theory and practice ', International Journal of Technology Management
73	Anonymous (1998) 'Strategic technology planning: Today's business imperative ', Business Communications Review
74	Anonymous (1998) 'Kuwait's oil industry: Strategy to move into the next century. Part I: Foreign participation, organization, reserves, exploration, upstream projects ', Middle East Executive Reports
75	Jim Champy (1998) 'Building strategy starts with a blueprint ', Computerworld
76	Chapelet, Bernard (1998) 'Development of a research methodology for assessing a firm's business process-related technologies ', International Journal of Technology Management
77	Darla Dernovsek (1998) 'Technology planning will keep you thinking ahead ', Credit Union Magazine
78	Klaus Brockhoff (1998) 'Technology management as part of strategic planning - some empirical results ', R & D Management
79	Berry, Maureen M J (1998) 'Combining technology and corporate strategy in small high tech firms ', Research Policy
80	Diane M Casey (1998) '1998 Grant Thornton Survey: Technology success requires planning ahead ', The Journal of Lending & Credit Risk Management
81	Ann Latham (1998) 'Strategic information systems planning: A necessary evil for schools? ', Journal of Applied Management Studies
82	Greg Hackett (1998) 'Prime your planning process ', Financial Executive
83	Erik Arnold (1998) 'Planeación estrategica en Institutos de investigación tecnologica', R & D Management

Tabla A.0.2 Registros recuperados para el análisis de publicaciones de la investigación documental (continuación)

No	Referencia
84	Jones, O (1997) 'Strategic technology management in a mid-corporate firm: The case of Otter Controls ', The Journal of Management Studies
85	Carayannis, Elias G (1997) 'A historical analysis of management of technology at Badische Anilin und Soda Fabrik (BASF), AG: A case study ', Journal of Engineering and Technology Management
86	Martin B Schneiderman (1997) 'Technology planning for 2001 and beyond ', Foundation News & Commentary
87	Lovelace, Plumer (1997) 'Technology planning: Merge adaptability & tradition - Part 2 ', Credit Union Executive
88	Anonymous (1997) 'Conducting business technology planning ', Managing Office Technology
89	Chiaromonte, Ferdinando (1997) 'How innovation is changing &D ', International Journal of Technology Management
90	Leigh Gregg (1997) 'No technology plan? You're not alone ', Credit Union Executive
91	Anonymous (1997) 'A center-stage role for executive development ', Management Development Review
92	Paul Tarricone (1997) 'Technology, planning open the door to security ', Facilities Design & Management
93	Fraser, Michael B (1997) 'IT planning coordination opportunities ', Public Manager
94	Metz, Philip D (1996) 'Integrating technology planning with business planning ', Research Technology Management
95	Seidenberg, Ivan (1996) 'Road maps for top line growth ', Vital Speeches of the Day
96	Anonymous (1996) '1996 Technology Planning Survey: Simple network management plans ', Network World
97	Brockhoff, Klaus (1996) 'Technology management in the company of the future ', Technology Analysis & Strategic Management
98	Anonymous (1996) 'The importance of strategic technology management ', British Food Journal
99	Cheese, John (1996) 'A process view of technology management - Implications for &D ', International Journal of Technology Management
100	Ulhoi, John P (1996) 'Towards a theoretical and methodological corporate technology management framework. The strategic perspective ', International Journal of Technology Management
101	Darling, Charles B (1996) 'A new tool for a new IS mission ', Datamation
102	Scott, William B (1996) 'Technology 'road maps' to direct &D expenditures ', Aviation Week & Space Technology
103	Brodsky, Ira (1996) 'FCC should butt out of technology planning ', Network World
104	Anonymous (1996) '1996 Technology Planning Survey: Spotting trends in server strategies ', Network World
105	Anonymous (1996) '1996 Technology Planning Survey: The ATM switch is on ', Network World
106	Anonymous (1996) '1996 Technology Planning Survey: Apps weigh heavy on users' minds ', Network World
107	Anonymous (1996) '1996 Technology Planning Survey: Web mastering lies ahead ', Network World
108	Oeltjenbruns, Henning (1995) 'Strategic planning in manufacturing systems - AHP application to an equipment replacement decision ', International Journal of Production Economics
109	Kim, Sang-Gon (1995) 'A strategic technology management model under different technology acquisition modes between developing countries: The case of telecommunications in Korea and China ', International Journal of Technology Management
110	Pisano, Gary P (1995) 'The new logic of high-tech &D ', Harvard Business Review
111	Werther (1994) 'The future of technology management ', Organizational Dynamics
112	Consoli, John (1994) 'Strategic technology plan ', Editor & Publisher
113	Flynn, D J (1994) 'Strategic planning for information systems - A case study of a UK metropolitan council ', European Journal of Information Systems
114	Davidson, A B (1994) 'Planning and performance measurement ', Management Accounting
115	Adhikari, Richard (1994) 'Planning, testing, teamwork a recipe for quality apps ', Software Magazine
116	Benkenstein, Martin (1993) 'Models of technological evolution: Their impact on technology management ', Marketing Intelligence & Planning
117	Seden, Wayne H (1993) 'Utilities can adopt new technologies faster ', Public Utilities Fortnightly
118	Anonymous (1993) 'Make strategic planning work for you ', Newspaper Financial Executive Journal

Tabla A.0.2 Registros recuperados para el análisis de publicaciones de la investigación documental (continuación)

No	Referencia
119	Armstrong, Alan (1993) 'Book notes -- Advances in Input-Output Analysis: Technology, Planning and Development edited by William Peterson ', The Economic Journal
120	Anonymous (1993) 'ME bookshelf - Strategic Technology Management by Frederick ', Mechanical Engineering
121	Mahoney, Ann I (1993) 'ASAE's strategic plan: Working with vision ', Association Management
122	Sambamurthy, V (1993) 'The design of information technology planning systems for varying organizational contexts ', European Journal of Information Systems
123	West, Richard (1993) 'The MELVYL System in the Larger Context of the University of California's Information Technology Planning ', Information Technology and Libraries
124	Karagozoglu, Necmi (1993) 'Environmental uncertainty, strategic planning, and technological competitive advantage ', Technovation
125	Spitzer, Peter G (1993) 'A comprehensive framework for I/S strategic planning ', Computers in Healthcare
126	Anonymous (1993) 'Lack of strategic planning a high cost to net managers ', Network World
127	Scharlacken, John W (1992) 'The Advantages of Manufacturing Technology Planning ', Quality Progress
128	Dymowski, Elizabeth V (1992) 'Strategic Planning ', The Internal Auditor
129	Benjamin, Claire (1992) '"Continuous Adaptation" Method Aligns I/S with Corporate Goals ', Computers in Healthcare
130	Williamson, Vicki (1992) 'Strategic Planning for Universities - A Process for Coping with Change ', The Practising Manager
131	Gibson, Sue (1992) 'Managing Technology -- Strategic Technology Management: Systems for Products and Processes by David I. Cleland and Karen M. Bursic ', Industry Week
132	Madsen, Henning (1992) 'Practitioners' forum - Strategic considerations in technology management: Some theoretical and methodological perspectives ', Technology Analysis & Strategic Management
133	Ligon, Gray C, (1992) 'Technology strategy: EDI and global air express ', International Journal of Physical Distribution & Logistics Management
134	Quaddus, M A (1992) 'An application of decision conferencing to strategic planning for a voluntary organization ', Interfaces
135	Courtot, Marilyn (1992) 'A Strategic Plan for Standards Development ', Inform
136	Ceriello, Vincent R (1992) 'How to Sabotage HRMS Planning ', Personnel Journal
137	Moore, Robert B and , Jr (1992) 'Financial Planning for Hospitals ', Topics in Health Care Financing
138	Roussel, Philip A (1991) 'The Evolution of Third Generation &D ', Planning Review
139	Laware, Gilbert W (1991) 'Strategic Business Planning: Aligning Business Goals with Technology ', Information Systems Management
140	Dodgson, Mark (1991) 'Technology Strategies in Small Firms ', Journal of General Management
141	Shulman, Richard E (1991) 'Planning Information Systems: How Do You Begin? ', Supermarket Business
142	Brooker, Robert E and , Jr (1991) 'Orchestrating the Planning Process ', The Journal of Business Strategy
143	Pavitt, Keith (1990) 'What We Know about the Strategic Management of Technology ', California Management Review
144	Pearson, A and W (1990) 'Planning and control in research and development ', Omega
145	Anonymous (1990) 'Information Technology: Planning For The Future ', Australian Accountant
146	Rohan, Thomas M (1990) 'Technology Management Twenty Years Backward And Forward ', Industry Week
147	Rosenfeld, Stuart A (1990) 'A Strategic Plan for the Nineties ', Business and Economic Review
148	Atkinson, Robert A (1990) 'Reshaping IS Strategic Planning ', The Journal of Information Systems Management
149	Atkinson, Robert A (1990) 'The Motivations for Strategic Planning ', The Journal of Information Systems Management
150	Samiee, Saeed (1990) 'Productivity Planning And Strategy In Retailing ', California Management Review