

00553



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA

FACULTAD DE QUÍMICA

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LA
COMPETITIVIDAD INDUSTRIAL

CASO: INDUSTRIA PETROLERA MEXICANA

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

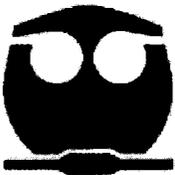
INGENIERÍA EN SISTEMAS – INNOVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN
DE LA TECNOLOGÍA

P R E S E N T A :

VICTOR GERARDO ORTIZ GALLARDO

TUTOR:

ROCIO CASSAIGNE HERNÁNDEZ



2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



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: Dr. Leonardo Ríos Guerrero

Secretario: Dr. Francisco Javier Garfias Vasquez

Vocal: Dr. José Sámano Castillo

1^{er}. Suplente: Dr. Rodrigo Cárdenas y Espinosa

2^{do}. Suplente: Dr. Javier Audry Sánchez

Esta tesis fue realizada en el Instituto Mexicano del Petróleo, Programa de Administración del Conocimiento e Inteligencia Tecnológica (ACeITe®).

TUTOR DE TESIS:

M. en C. Rocío Cassaigne Hernández



Firma

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo resposional.

NOMBRE: VICTOR GERARDO

ORTIZ GALLARDO

FECHA: 21/NOV/05

FIRMA: 

A mis padres y hermanas

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento y admiración a mis tutores los maestros Rocío Cassaigne H. y Héctor Huerta B., quienes, además de introducirme y guiarme en el campo de la gestión de tecnología, compartieron conmigo sus conocimientos y me orientaron en el desarrollo de esta tesis. Sin su apoyo, no habría sido posible este trabajo.

Agradezco sinceramente a mis compañeros y también maestros, los M. en C. Carlos Vega, Amparo Castillo, Georgina Ortiz y a la Q.F.B. Patricia Lozano por el tiempo que dedicaron a la revisión de este trabajo y por el apoyo que me brindaron a lo largo de mis estudios de maestría.

Asimismo, doy gracias a los miembros del jurado, quienes amablemente me hicieron observaciones y me dieron consejos invaluable para mejorar la claridad de expresión de las ideas que se pretenden transmitir en este trabajo.

Por otro lado, estoy muy agradecido con Maria Elena Basurto y Miguel Granada, por el apoyo que recibí de su parte a lo largo de la edición de este trabajo.

Finalmente, quiero agradecer al CONACYT y a la DGEP por la beca que me otorgaron durante la realización de mis estudios de posgrado.

CONTENIDO

Introducción	9
Objetivo.....	10
Hipótesis.....	10
Metodología.....	10
Estructura de la tesis.....	11
Parte I Conceptos teóricos	13
1 Dinámica de sistemas.....	14
1.1 Del pensamiento estático al dinámico.....	15
1.2 De los sistemas como efecto a los sistemas como causa.....	18
1.3 Del pensamiento correccional al operacional.....	19
2 Análisis y diseño de sistemas.....	21
2.1 Elementos del análisis estructurado.....	22
2.2 Diseño estructurado.....	23
3 Competitividad.....	24
Parte II Elementos para el análisis de la industria y su entorno	28
4 Análisis de la competitividad de la industria.....	29
4.1 Delimitación de la industria.....	31
4.2 Modelo de negocio.....	32
4.2.1 Propuesta de valor.....	32
4.2.2 Segmentos del sector industrial.....	33
4.2.3 Elementos de la cadena de valor.....	34
4.2.4 Estructura de costos.....	35
4.2.5 Red de valor.....	35
4.2.6 Estrategia competitiva.....	36

4.3	Fuerzas competitivas de la industria.....	38
4.3.1	Rivalidad entre los competidores.....	40
4.3.2	Ingreso de nuevos competidores.....	41
4.3.3	Productos sustitutos.....	43
4.3.4	Poder de negociación de los compradores.....	43
4.3.5	Poder de negociación de los proveedores.....	44
4.4	Influencias del entorno.....	44
4.4.1	Entorno social.....	45
4.4.2	Entorno político y legal.....	45
4.4.3	Entorno económico.....	46
4.4.4	Entorno tecnológico.....	47
4.5	Bases del modelo de competitividad.....	47
4.5.1	Caracterización preliminar del modelo a desarrollar.....	48
4.5.2	Caracterización de las variables.....	50
4.5.3	Análisis de la interacción entre las variables.....	52
4.6	Estructuración del modelo gráfico.....	55
4.6.1	Delimitación del sistema.....	56
4.6.2	Establecimiento de subsistemas.....	56
4.6.3	Elementos gráficos para la descripción de modelos.....	56
4.7	Programación del modelo en iThink®.....	58
 Parte III Industria petrolera mexicana.....		59
5	Análisis de la competitividad de la industria de exploración y producción de hidrocarburos.....	60
5.1	Contexto global de la industria petrolera.....	60
5.1.1	Principales países productores.....	62
5.1.2	Producción mundial de petróleo.....	64
5.1.3	Comercio internacional.....	65
5.1.4	Precio internacional del petróleo.....	68
5.1.5	Reservas probadas.....	69
5.2	Delimitación de la industria.....	71
5.2.1	Panorama general de la industria petrolera nacional.....	71

5.3	Modelo de negocio de la industria petrolera mexicana.....	72
5.3.1	Propuesta de valor.....	73
5.3.2	Segmentos del sector.....	74
5.3.3	Elementos de la cadena de valor.....	75
5.3.4	Estructura de costos.....	76
5.3.5	Red de valor.....	78
5.3.6	Estrategia competitiva.....	79
5.4	Fuerzas competitivas de la industria.....	79
5.4.1	Nivel de rivalidad entre los competidores.....	80
5.4.2	Riesgo de entrada de nuevos competidores.....	80
5.4.3	Productos sustitutos.....	81
5.4.4	Poder de negociación de los clientes.....	84
5.4.5	Poder de negociación de los proveedores.....	85
5.5	Influencias del entorno.....	85
5.5.1	Entorno social.....	86
5.5.2	Entorno político y legal.....	86
5.5.3	Entorno económico.....	88
5.5.4	Entorno tecnológico.....	90
6	Bases del modelo de competitividad de la industria de exploración y producción.....	91
6.1	Caracterización del modelo de competitividad de la industria petrolera.....	91
6.1.1	Fuerzas competitivas y variables del entorno que pueden influir en las operaciones de PEMEX.....	92
6.2	Matriz de relación entre variables.....	93
6.3	Exploración.....	97
6.4	Reservas.....	99
6.5	Desarrollo de campos.....	99
6.6	Producción.....	101
6.7	Inversiones.....	103
6.8	Capacitación.....	104
6.9	Finanzas.....	104
7	Desarrollo de la herramienta para el análisis de la competitividad en iThink®.....	106
7.1	Pruebas del funcionamiento de la herramienta desarrollada.....	110
7.1.1	Corridas de ejemplo de la herramienta.....	110
7.2	Comentarios finales del análisis del sector con la herramienta.....	121

Parte IV	Análisis y conclusiones.....	123
8	Análisis de resultados.....	124
9	Conclusiones y recomendaciones.....	129
Anexos.....		132
	Anexo 1 Glosario de abreviaturas de las variables utilizadas.....	133
	Anexo 2 Codificación del modelo en iThink®.....	135
	Diseño del sistema.....	135
	Ejecución y ajuste del sistema.....	136
	Actualización.....	137
	Anexo 3 Ecuaciones involucradas en el modelo de competitividad.....	138
	Anexo 4 Datos operativos de PEP.....	144
Bibliografía.....		148

Índice de tablas

Tabla 5-1 Países miembros de la OPEP (datos al 2003).....	63
Tabla 5-2 Principales países productores (2003).....	65
Tabla 5-3 Principales países exportadores (2003).....	65
Tabla 5-4 Reservas probadas por país (2003).....	70
Tabla 5-5 Clasificación de los hidrocarburos líquidos de acuerdo a su densidad.....	73
Tabla 5-6 Clasificación de las mezclas de aceites producidos en México.....	74
Tabla 5-7 Estructura de costos de PEMEX Exploración y Producción (2003).....	77
Tabla 7-1 Corrida 1. Datos alimentados al sistema.....	111
Tabla 7-2 Corrida 2. Datos alimentados al sistema.....	113
Tabla 7-3 Corrida 3. Datos alimentados al sistema.....	115
Tabla 7-4 Corrida 4. Datos alimentados al sistema.....	117

Índice de figuras

Figura 1-1 Algunos factores involucrados en los problemas de una organización.....	16
Figura 1-2 Red básica de relaciones.....	16
Figura 1-3 Red de interrelaciones.....	17
Figura 4-1 Etapas básicas de la metodología para la construcción del modelo de análisis.....	30
Figura 4-2 Cadena de valor.....	34
Figura 4-3 Fuerzas competitivas de los sectores industriales.....	39
Figura 4-4 Factores que inciden sobre la competitividad de una industria.....	49
Figura 4-5 Ejemplo del análisis de relaciones.....	53
Figura 5-1 Producción mundial de petróleo, 1970 – 2004.....	64
Figura 5-2 Principales países importadores, 2003.....	66
Figura 5-3 Principales países consumidores, 2003.....	67
Figura 5-4 Principales importadores-consumidores de petróleo, 2003.....	67
Figura 5-5 Precio histórico del crudo.....	68
Figura 5-6 Reservas probadas mundiales por región, 2003.....	70
Figura 5-7 Balance Nacional de Energía 2003.....	83
Figura 6-1 Matriz de relación de variables en la industria petrolera.....	94
Figura 6-2 Factores que inciden en la industria petrolera.....	95
Figura 6-3 Modelo preliminar del sector de Exploración y Producción.....	96

Figura 6-4 Elementos del subsistema de exploración	98
Figura 6-5 Elementos del subsistema de Reservas	99
Figura 6-6 Elementos del subsistema de Desarrollo de campos	100
Figura 6-7 Elementos del subsistema de Producción	102
Figura 6-8 Elementos del subsistema de Inversiones	103
Figura 6-9 Elementos del subsistema de Capacitación.....	104
Figura 6-10 Elementos del subsistema de Finanzas.....	105
Figura 7-1 Programación del modelo en iThink®	106
Figura 7-2 Interfase del sistema con el usuario.....	108
Figura 7-3 Pantalla de despliegue de resultados	108
Figura 7-4 Corrida 1. Variación de las reservas y producción en función del tiempo.....	112
Figura 7-5 Corrida 1. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo.....	112
Figura 7-6 Corrida 2. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo.....	114
Figura 7-7 Corrida 2. Variación de las reservas y producción en función del tiempo.....	114
Figura 7-8 Corrida 3. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo.....	116
Figura 7-9 Corrida 3. Variación de las reservas y producción en función del tiempo.....	116
Figura 7-10 Corrida 4. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo.....	118
Figura 7-11 Corrida 4. Variación de las reservas y producción en función del tiempo.....	118
Figura 7-12 Comparación de corridas. Valor total de las reservas producidas	120
Figura 7-13 Comparación de corridas. Variación de la tasa de restitución de reservas	120

Índice de cuadros

Cuadro 3-1 Definiciones del concepto de competitividad publicadas en la literatura.....	25
Cuadro 4-1 Implicaciones de las estrategias genéricas de Porter	37
Cuadro 4-2 Bloques básicos para la representación gráfica de sistemas.....	57
Cuadro 6-1 Líneas estratégicas de PEP y sus correspondientes factores de influencia	92
Cuadro 6-2 Fuerzas competitivas que actúan sobre el sector petrolero	93
Cuadro 6-3 Variables del entorno que pueden influir en las operaciones de PEMEX	93

Introducción

El grupo de Inteligencia Tecnológica Competitiva del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), requiere generar metodologías de trabajo y herramientas que apoyen sus procesos de análisis de información y de toma de decisión, por lo que el desarrollo de este trabajo se enmarca en la satisfacción de este requerimiento. Dentro de las metodologías y herramientas de análisis de interés, están las relacionadas con las áreas de competitividad de sectores industriales, especialmente los de la industria petrolera, dado que es el sector al cual sirve esta institución.

El estudio de la competitividad es un tema que ha sido tratado por muchos autores, pero el alcance de los trabajos publicados al respecto, no van más allá de la discusión de los factores que influyen en la competitividad de una empresa, industria, región o país, y sólo en algunos casos se llega a la al planteamiento de metodologías para su evaluación a través de indicadores de desempeño promedio o de comparación. Los resultados que se obtienen son puntuales y sólo a través del análisis de un conjunto de casos es posible inferir cuales son los factores que influyen en el desempeño y la importancia de estos, y por consiguiente a los que hay que prestar mayor atención.

Sin embargo, el análisis de la competitividad requiere de una visión más global y no sólo centrarse en la evaluación de unos cuantos puntos. Implica, entre otras cosas, reconocer que la competitividad cambia constantemente y que está determinada tanto por factores internos como externos a la unidad de análisis empleada.

La metodología que se propone en esta investigación, se basa en el análisis sistémico de la competitividad, por lo que se incorporan tres cambios fundamentales en la forma tradicional de analizarla: el primero de ellos involucra un cambio de perspectiva sobre las causas que originan que un sistema se comporte de una manera determinada, pasando de relaciones unidireccionales de causa-efecto a causalidades cíclicas, lo que implica pasar de una visión estática a una visión dinámica de los sistemas; el segundo cambio, tiene que ver con el reconocimiento de que tanto los factores internos del sistema, como los externos, influyen en el desempeño del mismo, y; el tercer cambio es pasar de un análisis con enfoque correccional a uno operacional, en el que se ponga de manifiesto el funcionamiento del sistema a través del entendimiento del rol de cada uno de sus elementos. Esos cambios son fundamentales para analizar los elementos que componen al sistema y sus interrelaciones, y en consecuencia, para identificar los factores correctos del sistema sobre los cuales se podría incidir para que éste se desempeñe como queremos que lo haga en el futuro.

Objetivo

Con base en lo expuesto anteriormente, el objetivo general de esta investigación es establecer las bases para la creación de una metodología que permita la elaboración de un modelo de análisis de la competitividad industrial, particularmente para la industria petrolera de exploración y producción, que pueda ser aplicable como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones. Específicamente, la investigación se guió por tres objetivos rectores:

- 1) Definir los factores que influyen en la competitividad de la industria de exploración y producción de petróleo;
- 2) Crear un modelo para el análisis de la competitividad de la industria en cuestión, y;
- 3) Crear una herramienta de cómputo, a partir del modelo generado, para apoyar el análisis de la competitividad de la industria.

Hipótesis

La investigación tomó como punto de partida, la hipótesis de que la competitividad de una industria es influida de distintas formas por factores internacionales, nacionales y operativos relacionados entre sí, los cuales pueden ser identificados y utilizados para crear un modelo que permita entender su comportamiento y servir como una herramienta de análisis de la industria, eventualmente aplicable a actividades de planeación y, en general, como apoyo para los procesos de toma de decisión.

Metodología

Para cubrir con los objetivos planteados, se siguió la siguiente metodología: En primer lugar se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos para identificar modelos y metodologías para el análisis de la competitividad. A partir de ello, se propuso una metodología preliminar para identificar las variables involucradas y analizar el sector, la cual fue ajustada aplicándola al análisis de la competitividad de la industria petrolera, tomando como caso de estudio la industria mexicana. Posteriormente, a partir del reconocimiento de las variables involucradas, se formuló el modelo de análisis del sector. Finalmente, el modelo generado se programó en un software especializado en la creación de modelos mentales, a fin de crear una herramienta de apoyo para el análisis de la competitividad del sector.

Estructura de la tesis

El informe de la investigación está estructurado en cuatro partes: La primera de ellas abarca la presentación de los conceptos teóricos que fundamentan el enfoque bajo el cual se desarrolló la metodología. La dinámica de sistemas es un concepto que desde hace tiempo fue desarrollado pero sus raíces aún siguen siendo válidas. Reconoce que los sistemas no son estáticos sino que cambian con el tiempo, puesto que cada componente responde de diferente manera a los estímulos y sus efectos son visibles con el tiempo.

El análisis y diseño de sistemas es un método ampliamente utilizado por los analistas de sistemas para el desarrollo de software. El análisis se hace desde la perspectiva de un agente que desconoce el ámbito en el cual operará su desarrollo, lo cual coincide con el enfoque que se plantea en este trabajo de investigación, pues se reconoce que el grupo de Inteligencia Tecnológica no tiene hasta ahora una visión integral de la operación global de la industria petrolera, sino sólo partes de ella.

La primera parte también incluye una breve discusión sobre el concepto de competitividad. Este concepto ha sido empleado ampliamente en los últimos veinte años por economistas, estrategas y políticos, para tener un marco sobre el cual establecer los lineamientos para generar políticas y estrategias encaminadas al fortalecimiento de empresas, sectores industriales y economía de los países. Dada la ambigüedad y falta de consenso en cuanto a lo que significa este término, existen una gran diversidad de definiciones, cada autor le da el enfoque que se ajusta mejor a su forma de pensar y a la unidad de análisis empleada para su estudio.

La segunda parte del informe conjunta la información relacionada con la metodología de análisis que se propone como resultado de la investigación. En ella, se presentan los elementos que deben ser considerados para realizar el análisis de la industria. En primer lugar se presentan los lineamientos generales para la delimitación del sector industrial que será estudiado. Luego, dado que se requiere conocer en forma general la industria que será estudiada, la caracterización del modelo de negocio representativo de las empresas que compiten en él, ofrece una visión global de su funcionamiento y de las actividades involucradas. Por otro lado, los dos apartados siguientes tienen que ver con el análisis del ambiente en el que se desenvuelve la industria. El marco del análisis de las fuerzas competitivas del sector está basado en el modelo de las cinco fuerzas de Porter, mientras que las influencias del entorno se analizan desde la perspectiva social, política y legal, tecnológica y económica. Los tres apartados restantes se enfocan en presentar los lineamientos bajo los cuales se recomienda la estructuración del modelo de la industria, que servirá como herramienta de apoyo en el análisis de la competitividad.

La tercera parte presenta el caso de la industria petrolera nacional, tomando como base los lineamientos establecidos en la segunda parte. Así, en primer lugar, se presenta un contexto global de la industria petrolera mundial para introducir elementos preliminares, que permitan realizar la delimitación de la industria, y posteriormente el modelo de negocio de la industria petrolera de exploración y producción. Enseguida se presenta el análisis del entorno, conformado por las fuerzas competitivas y las influencias del entorno.

Al final de la tercera parte, se presenta el desarrollo del modelo del sector y la programación del modelo en iThink®, para la creación de la herramienta de apoyo del análisis de la competitividad del sector.

Finalmente, la cuarta parte del informe está dedicada a la discusión de los resultados y conclusiones obtenidas. Ahí se presenta la discusión de la metodología generada, incluyendo recomendaciones sobre la posibilidad de utilizarla como base para el análisis de otros sectores industriales, sus limitaciones y los aspectos que podrían ser mejorados para reforzar los resultados.

Parte I

Conceptos teóricos

1 Dinámica de sistemas

Actualmente la única ventaja competitiva sustentable es la habilidad de aprender más rápido que la competencia y ser capaces de implementar a tiempo soluciones a problemas complejos en ambientes turbulentos¹. Los mercados cambian, la competencia es más dinámica por la presencia de empresas globales, las presiones competitivas de los sectores industriales limitan el desempeño que podrían tener las empresas, los periodos de respuestas a las necesidades del mercado son cada vez más cortos, la dirección de las empresas se vuelve más compleja en la medida en que ésta crece y se diversifica, etc. Así podríamos seguir generando toda una lista de factores que complican el ambiente de los negocios actuales.

Los éxitos obtenidos con métodos particulares no garantizan éxitos similares en los ambientes turbulentos y complejos del futuro. En la medida en la que la organización sea capaz de entender el funcionamiento del ambiente que la rodea y la naturaleza misma de su organización, tendrá más elementos para implementar soluciones exitosas a los problemas que se le presenten.

La toma de decisiones estratégicas implica elegir entre varias alternativas posibles, en función del efecto que vaya a producir cada una de las acciones. De esta manera, es indispensable que las personas encargadas de tomar las decisiones conozcan y entiendan la dinámica de las variables involucradas en el desempeño de las organizaciones. Toda toma de decisión implica una predicción que se hace con ayuda de un modelo². La relación que liga las posibles acciones con sus efectos, constituyen el modelo³ del sistema.

Los modelos representan la percepción de la realidad y ésta puede ser diferente dependiendo de los fines que se desee satisfacer. Mediante los modelos se busca reproducir el comportamiento del sistema global, a través de la identificación de interrelaciones entre los mecanismos parciales que los componen.

La principal complicación que enfrentan las empresas es, que tanto la organización como el entorno en el que operan, son sistemas complejos en constante movimiento y gran parte de las

¹ Charles Keating et al., "A framework for systemic analysis of complex issues", The Journal of Management Development, 2001.

² Javier Aracil, "Introducción a la dinámica de sistemas", Alianza, 1983.

³ Modelo es una de esas palabras que tienen multitud de usos y abusos y por ello se ha convertido en un término excesivamente ambiguo. Así se habla de modelo de sociedad, de modelo político, de servir de modelo (moral), de los modelos de alta costura, de los modelos atómicos, de los modelos matemáticos, del modelo de un artista, etc. Un modelo no es otra cosa que la representación gráfica o dimensional de un sistema.

personas tienen dificultad para apreciar este punto de vista. Los problemas en el entendimiento de sistemas dinámicos provienen de que la gente tiende a desarrollar ciertos hábitos de pensamiento basados en perspectivas locales. Estos hábitos son: Pensamiento estático más que dinámico; responsabilizar a factores externos de los hechos y no reconocer la influencia de los factores internos, y; pensar correctivamente más que operacionalmente.

Para explicar estos hábitos de pensamiento se partirá de la siguiente pregunta: ¿Qué causa que una organización tenga problemas? La mayoría de las personas tienden a responder a preguntas del tipo "¿Qué causa...?" con una lista de factores. Entre los factores comúnmente citados como la causa de los problemas son: dirección y liderazgo deficiente, incapacidad de atraer y retener personal, la competencia, la economía, falta de visión, poca comunicación, estrategias inconsistentes y falta de coordinación y trabajo en equipo. El hecho de que las personas generen una lista de factores en respuesta a las preguntas del tipo "¿Qué causa...?" indica que es un modo muy popular de construir modelos mentales. Esta es una forma muy natural de pensar⁴.

1.1 Del pensamiento estático al dinámico

Uno de los primeros problemas es que cuando se pide a las personas que realicen un diagrama de los factores involucrados, su respuesta general es unir los factores con flechas unidireccionales, teniendo como resultado un diagrama con relaciones causa efecto, lo que podría parecer como una serie de flechas apuntando de cada causa o factor, al objeto que es afectado. Para la pregunta establecida anteriormente, el diagrama resultante podría parecerse al de la figura 1-1. Esta percepción de la causalidad es consistente con una perspectiva espacial y temporal.

Al reflexionar sobre la forma en que realmente las dos columnas del diagrama están relacionadas, encontraremos que cuando una organización tiene problemas, los directivos tienen más dificultad para desempeñarse efectivamente. En consecuencia, tanto es correcto pensar en que la mala dirección es consecuencia de problemas en la organización, como que los problemas en la organización son causados por una mala dirección. Entonces, aquí nos enfrentamos al dilema del huevo y la gallina. De igual forma, si una organización es incapaz de atraer y retener a la mejor gente, existe la posibilidad de que ésta pronto comience a tener problemas. También se cumple el efecto inverso. Cuando una organización con la mejor gente comienza a tener problemas, no muy tarde su mejor gente comenzará a buscar trabajos más atractivos en alguna otra parte. Así es posible encontrar casos similares con el resto de las variables. Más que la causalidad de las cosas

⁴ Barry Richmond y Steve Peterson, "An Introduction to Systems Thinking". High Performance Systems, Inc. 1997.

tengan una sola dirección (de la causa al efecto), ésta fluye en ambas direcciones, por lo que tendremos relaciones causales circulares y no líneas directas.

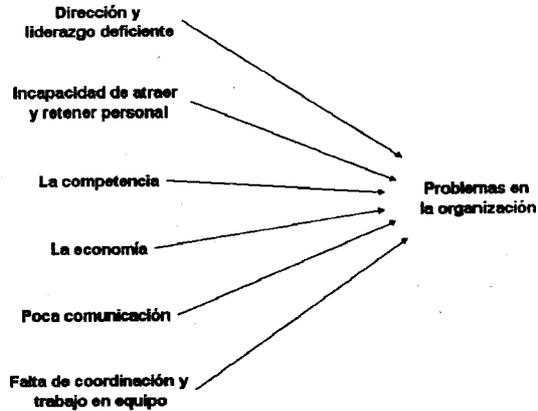


Figura 1-1 Algunos factores involucrados en los problemas de una organización (Barry Richmond y Steve Peterson, 1997)

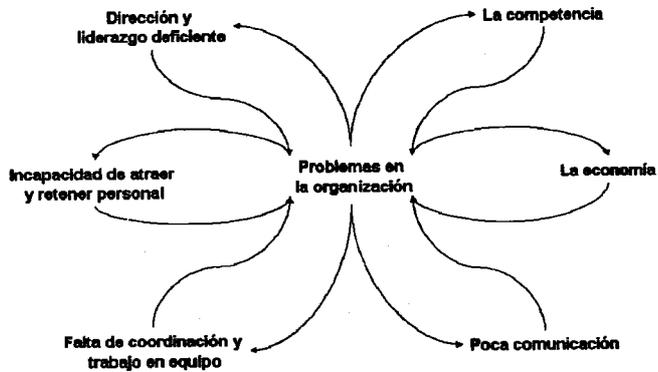


Figura 1-2 Red básica de relaciones (Barry Richmond y Steve Peterson, 1997)

Si lo mencionado anteriormente se tuviese que representar gráficamente, éste se podría ver como el de la figura 1-2. El gráfico comienza a verse como una red de interdependencias, en donde cada cosa es a la vez causa y efecto. Es importante resaltar que al pasar de un modelo de líneas de causalidad directa, a uno en el que la causalidad es cíclica, el modelo está pasando de ser un modelo estático a uno dinámico.

Hasta ahora se han visto las relaciones entre cada una de las causas y su relación con los problemas de la organización. Ha quedado al margen la reflexión de la relación de los factores para identificar si hay algún vínculo entre ellos. Por ejemplo, una incógnita a responder es si hay alguna relación entre una pobre administración y la dificultad de atraer y retener a las mejores personas. Por supuesto que ambos factores están vinculados. Si hay una pobre administración las personas no tardarán en abandonar la organización en búsqueda de mejores condiciones de trabajo. Esta situación también tiene un efecto inverso, es decir, si la organización ha sido incapaz de retener personas, es de esperarse que los directivos tengan una mayor dificultad para desempeñarse exitosamente⁵.

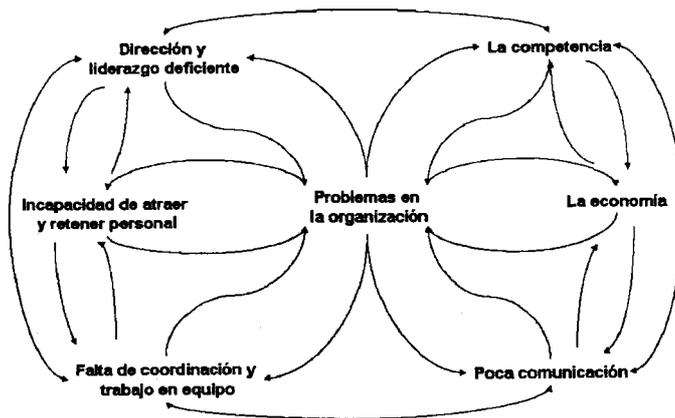


Figura 1-3 Red de interrelaciones
(Barry Richmond y Steve Peterson, 1997)

⁵ Barry Richmond y Steve Peterson, *Op. Cit.*

Al reflexionar sobre los posibles vínculos entre el resto de los factores será posible identificar influencias circulares o cadenas de causalidad, las cuales al representarse en forma gráfica, formarán un modelo que lucirá como una red compleja de relaciones interdependientes.

Este esquema, al ser analizado con el modo tradicional de pensar, nos llevaría a tratar de ponderar el peso de cada uno de los factores en términos del factor más importante, el segundo más importante y así sucesivamente. Sin embargo, en este tipo de redes, las relaciones dominantes cambian con el paso del tiempo. Primero, un conjunto de relaciones juegan el papel principal en la determinación de la dinámica. Luego, otro conjunto de relaciones comienza a dominar, y así sucesivamente. Cuando el comportamiento de los elementos que constituyen un sistema fluctúa a lo largo del tiempo, se dice que el sistema es dinámico⁶. Por lo tanto, el orden de importancia cambia de ser determinado estáticamente a ser determinado dinámicamente.

1.2 De los sistemas como efecto a los sistemas como causa

El segundo hábito del pensamiento tradicional, tiende a ver a los sistemas como un efecto (por ejemplo, el desempeño del sistema es determinado por fuerzas externas que están fuera de nuestro control) y no como la causa (por ejemplo, el sistema por sí mismo es el responsable del desempeño que logra).

Es importante mencionar que ni el punto de vista del efecto ni de la causa tiene que ser tomado como totalmente verdadero. Éstos representan solamente puntos de vista para alternar las prescripciones del comportamiento.

Por ejemplo, si regresamos al modelo anterior podremos ver que dentro de los factores citados como causa de los problemas en la organización, al menos dos (la competencia y la economía) pueden ser catalogados como fuerzas externas a la organización y sobre las que la organización no tiene control alguno. Algunas personas podrían responsabilizar a esos factores externos del pobre desempeño de la organización, sin embargo, el resto de sus competidores son afectados de la misma manera por tales fuerzas y aún así, pueden presentar un desempeño mejor que el de la compañía. Entonces, por sentido común, es posible concluir que la organización tiene hasta cierto punto la responsabilidad de sus problemas.

⁶ Elena López Díaz-Delgado y Silvio Martínez Vicente, *"Iniciación a la simulación dinámica, aplicaciones a sistemas económicos y empresariales"*, Ariel, Barcelona, España, 2000.

Todo sistema se caracteriza por elementos endógenos y exógenos⁷. Los primeros son aquéllos cuyo comportamiento se determina dentro del sistema por la variación en otros elementos. Los exógenos, son aquéllos cuyo comportamiento es ajeno al sistema, pero que deben ser considerados porque actúan sobre algún elemento endógeno.

En suma, se debe tener conciencia de que el comportamiento de los sistemas está determinado tanto por sus componentes estructurales, como por las fuerzas que se presentan en el macrosistema en el que opera. Los sistemas reales no son inmunes a variaciones en su entorno, sino que constantemente están intercambiando causas y efectos con él⁸.

1.3 Del pensamiento correccional al operacional

El tercer hábito del pensamiento tradicional es el pensamiento correccional. Si regresamos al conjunto inicial de factores responsables de los problemas en la organización, encontraremos una lista de palabras que están implicadas de alguna forma en cómo se desempeña ésta. Pero, ¿exactamente cómo es que se generan los problemas? La lista no proporciona una visión operacional de cómo esos factores interactúan para generar los problemas. Por ejemplo, ¿cuáles son las verdaderas causas y cuáles son las que solamente facilitan o inhiben un proceso causal? ¿Cuáles factores actúan más rápidamente y cuáles toman más tiempo para desplegarse? ¿Cuáles factores dominan al inicio y cuáles comienzan más tarde a acelerar los problemas? ¿Cuáles actúan para contrarrestar los problemas?

Esas son preguntas operacionales. Las respuestas a esas preguntas nos permitirán conocer cómo se producen en realidad los problemas. De hecho, la primera pregunta operacional debería ser ¿a qué nos referimos exactamente con problemas? ¿Significa pérdida de dinero? ¿Significa pérdida de participación en el mercado? ¿Significa un crecimiento en ventas menores al del último trimestre? Hasta que tengamos una respuesta operacional de lo que llamamos problemas, entonces tendremos una mejor oportunidad para identificar y entender las relaciones causales que los generan. La perspectiva operacional, más que responder a la pregunta de ¿qué factores influyen en el desempeño?, es ¿cuáles son las relaciones que generan el desempeño?

El pensamiento operacional también lleva a reflexionar acerca de los diferentes ritmos de desempeño de los factores inherentes al sistema. Por ejemplo, uno de los elementos del sistema

⁷ Elena López Díaz-Delgado y Silvio Martínez Vicente, *Op. Cit.*

⁸ Bary Richmond y Steve Peterson, *Op. Cit.*

puede que empiece a surtir efecto sobre el desempeño después de un cierto tiempo, dado que su naturaleza le impide incorporarse de inmediato al sistema. Pongamos el ejemplo de los nuevos trabajadores que contrata una fábrica de manufactura. Contratar al personal no necesariamente significa que éstos se incorporarán de inmediato a las actividades, pues antes de ello tienen que pasar por un periodo de capacitación para adaptarse a las operaciones y reglas de la empresa. Este periodo puede ser de un día, una semana, un mes o incluso un año en aquellas compañías intensivas en mano de obra calificada.

Al enfocar la atención en las características de los ritmos de cambio, se tendrá una mejor idea del ritmo en que los cambios globales se pueden manifestar. Si lo que se busca es mejorar el desempeño de un sistema, el punto de vista operacional brinda un panorama más integral de cómo funciona realmente el sistema, en lugar de presentar los comportamientos que han generado correlaciones pasadas. Es esencial entender cómo un sistema está actualmente trabajando, si lo que se quiere es cambiar la forma en que trabajará en el futuro. El cambio de paradigma fundamental aquí es de buscar predecir el futuro a buscar inventar el futuro⁹.

⁹ Barry Richmond y Steve Peterson, *Op. Cit.*

2 Análisis y diseño de sistemas

Uno de los principales problemas en el desarrollo de modelos, es la comprensión de manera completa de sistemas grandes y complejos. El método del análisis estructurado tiene como finalidad superar esta dificultad por medio de: 1) la división del sistema en componentes y 2) la construcción del modelo gráfico del sistema¹⁰. El método incorpora elementos tanto de análisis como de diseño.

El análisis estructurado es un método para modelar los componentes de un sistema por medio de símbolos gráficos. Se concentra en especificar lo que se requiere que haga el sistema o la aplicación.

Antes de abordar la forma en que se realiza el análisis y diseño de sistemas, es preciso mencionar las características estructurales de los sistemas¹¹:

Elementos: Un elemento es la percepción simplificada de alguna característica de la realidad bajo estudio.

Relaciones entre elementos o redes de comunicación: La segunda característica esencial de los sistemas es que los componentes están interrelacionados.

Límites: La tercera característica estructural de un sistema es que debe tener límites precisos, de tal manera que se pueda determinar sin ambigüedad si un determinado elemento pertenece o no al sistema.

Elementos endógenos y exógenos. Los primeros son aquéllos cuyos valores se determinan dentro del modelo y cuyo comportamiento está determinado por otras variables del modelo. Los exógenos, son aquéllos cuyos valores se determinan fuera del modelo, pero que deben ser considerados porque actúan sobre algún elemento endógeno.

¹⁰ James A. Senn, "Análisis y diseño de sistemas de información", 2da. Ed. McGrawHill, Colombia, 1998.

¹¹ Elena López Díaz-Delgado y Silvio Martínez Vicente, *Op. Cit.*

2.1 Elementos del análisis estructurado

Los elementos esenciales del análisis estructurado son símbolos gráficos, diagramas de flujo de datos y el diccionario centralizado de datos.

Descripción gráfica. Una de las formas de describir un sistema es preparar un bosquejo que señale sus características, identifique la función para la que sirve e indique como éste interactúa con otros elementos, entre otras cosas. Sin embargo, describir de esta manera un sistema grande, es un proceso tedioso y propenso a errores ya que es fácil omitir algún detalle o dar una explicación que quizá los demás no entiendan.

En lugar de las palabras, el análisis estructurado utiliza símbolos o íconos, para crear un modelo gráfico del sistema. Si se selecciona una simbología adecuada, entonces casi cualquier persona puede seguir la forma en que los componentes se acomodan entre sí para formar el sistema.

Diagramas de flujo de datos. El modelo del sistema recibe el nombre de diagrama de flujo de datos (DFD). La descripción completa de sistema está formada por un conjunto de diagramas de flujos de datos. Los DFD señalan el flujo de datos en el sistema y entre los procesos y dispositivos de almacenamiento de datos. Al preparar un modelo de esta naturaleza, se hace hincapié en los hechos y no en la forma en que éstos se llevan a cabo. De esta manera, el enfoque se dirige hacia los aspectos lógicos, más que a los físicos del sistema.

Para desarrollar una descripción del sistema por el método de análisis estructurado se sigue un proceso descendente (top-down). El modelo original se detalla en diagramas de flujo bajo nivel que muestran características adicionales del sistema. Cada proceso puede desglosarse en diagramas de flujo de datos cada vez más detallados. Esta secuencia se repite hasta que se obtienen suficientes detalles, que permitan al analista comprender en su totalidad la parte del sistema que se encuentra bajo investigación.

Diccionario de datos. Los diccionarios de datos son un componente importante del análisis estructurado, ya que por sí solos los diagramas de flujos de datos no describen el objeto de la investigación. El diccionario de datos proporciona más información del sistema. Todas las funciones de datos, procesos y demás información pertinente, se encuentran descritas detalladamente en el diccionario de datos.

2.2 Diseño estructurado

Es un complemento del análisis estructurado que emplea también la descripción gráfica, pero con mayor énfasis en las especificaciones para el desarrollo de herramientas de simulación dinámica. La meta del diseño estructurado es crear programas por módulos independientes unos de otros desde el punto de vista funcional. Este enfoque no sólo conduce hacia mejores resultados, sino que facilita el mantenimiento de los mismos cuando surja la necesidad de hacerlo.

El diseño estructurado, formula las especificaciones funcionales para los módulos de la herramienta de simulación. Así mismo, también incluye una descripción de la interacción entre los diferentes módulos pero sin mostrar la lógica interna en cada uno de éstos.

La herramienta fundamental del diseño estructurado es el *diagrama estructurado*. Al igual que los diagramas de flujo de datos, los diagramas estructurados son de naturaleza gráfica y evitan cualquier referencia relacionada con el hardware o detalles físicos. Su finalidad es mostrar la lógica de los programas (que es la tarea de los diagramas de flujo). Los diagramas estructurados describen la interacción entre módulos independientes junto con los datos que un módulo pasa a otro cuando interacciona con él. Estas especificaciones funcionales para los módulos se proporcionan a los programadores antes que dé comienzo la fase de escritura del código.

3 Competitividad

La competitividad es un concepto que se ha puesto de moda en los últimos 20 años, básicamente debido a la apertura de los mercados internacionales, ya que la presencia de organizaciones multinacionales ha promovido la elevación de los niveles de competencia internacional. A partir de ello, y de la necesidad de expresar el potencial de una organización para hacer frente a nuevos retos, se ha empleado el término de competitividad. También ha sido ampliamente utilizado este término para evaluar la fortaleza de una industria frente a industrias establecidas en otras regiones o países. En este caso, su uso ha sido importante para la generación de políticas de fomento industrial que deriven en el mejor desempeño de las industrias, frente a otras ubicadas en otras regiones geográficas.

En términos económicos y de negocios, el concepto es utilizado generalmente para expresar la capacidad de una empresa, industria o país para cumplir sus objetivos dentro de un entorno caracterizado por una intensa competencia. Sin embargo, el uso desmedido de este concepto ha propiciado su desvirtuación y mal empleo. Como resultado, cada vez ha sido más difícil poder definirlo en términos que puedan ser aceptados y aplicables en la mayoría de los casos. Incluso, hay quienes afirman que la competitividad es un fenómeno muy complejo y difícil de comprender, por lo que una definición universal y exacta para la competitividad no existe. Esto es verdad hasta cierto punto, pero en realidad el problema principal es que la competitividad significa diferentes cosas para diferentes organizaciones¹². De hecho, la principal discusión sobre su significado tiene origen en la unidad de análisis empleada para su estudio. Algunas definiciones que han sido publicadas en la literatura se presentan en el cuadro 3-1.

Por ejemplo, uno de los problemas más significativos se observa cuando se trata de establecer una definición utilizando a los países como unidad de análisis. El concepto de competitividad de los países, a menudo es erróneamente utilizado para obtener aproximaciones a términos como competitividad industrial o empresarial. La competitividad de las industrias o de empresas, e incluso de productos, pertenecen a un campo de batalla económico que corresponde a la lucha por el dominio de un mercado en particular, en el que los contrincantes tienen como principal objetivo, buscar continuamente la maximización de la rentabilidad del negocio (sus beneficios netos) a partir del ofrecimiento de productos y servicios que cumplan y superen las expectativas de los clientes.

¹² R. Feurer y K. Chaharbaghi, "Defining competitiveness: A holistic approach", Management Decision, London, 1994, Vol.32, Iss. 2, pg. 49.

Por su lado, el concepto de competitividad de los países no puede entrar en este contexto, puesto que el objetivo económico de los países es totalmente distinto, su principal meta es producir un nivel de vida cada vez más alto para sus ciudadanos. En este sentido, su capacidad de conseguirlo depende de la productividad con la que se empleen los recursos de la nación (tierra y capital), y de la forma en que se distribuya la riqueza entre los ciudadanos. La productividad debe entenderse como el valor¹³ del producto generado por una unidad de trabajo o de capital.

Cuadro 3-1 Definiciones del concepto de competitividad publicadas en la literatura

Ser competitivo es explotar adecuadamente los recursos, habilidades y características organizacionales de la empresa, que le dan a ésta una ventaja con respecto a sus competidores. En este sentido, podemos decir que la competitividad va asociada a la idea de viabilidad. En los días turbulentos que nos toca vivir generalmente se entiende por viabilidad la posibilidad de supervivencia de la empresa. R. Biasca (1991).

La competitividad es relativa y no absoluta. Depende de la valoración de los accionistas y clientes, de la fortaleza financiera, la cual determina la habilidad de actuar y reaccionar dentro de su ambiente competitivo, y el potencial de su gente y tecnología en la implementación de los cambios estratégicos necesarios. La competitividad puede ser sostenida únicamente si se mantiene el balance adecuado entre esos factores, los cuales pueden ser de naturaleza conflictiva. Feurer y Chaharabaghi (1994).

La competitividad es la capacidad estructural de una empresa para generar beneficios sin solución de continuidad a través de sus procesos productivos, organizativos y de distribución. Ugo Fea (1995).

Es la capacidad de competir de la empresa en su sector actual o potencial, capacidad que vendrá definida por unas características de la empresa y por unas condiciones y dimensiones del marco competitivo. Eduardo Bueno (1996).

La competitividad es la fortaleza relativa que uno necesita tener para ganar la competencia contra sus competidores. Dong-Sung Cho (1998-b).

La competitividad se refiere a la habilidad de una empresa para crecer en tamaño, participación de mercado y rentabilidad. John Clark (1998).

La competitividad puede ser definida como la capacidad de un país, región o empresa, para incrementar o, al menos, mantener de manera sostenida su participación en la oferta mundial, y hacerlo de forma compatible con el progreso de sus niveles de renta. Mariano Vergara (1999).

La competitividad puede definirse como la capacidad de las empresas para competir, ganar participación en el mercado, incrementar sus beneficios y crecer. Escorsa y Maspons (2001).

Fuente: Compilación propia.

¹³ El valor de los productos depende principalmente de su calidad y características (lo que determina los precios a que pueden venderse) y de la eficiencia con la que se producen.

Dado lo anterior, tratar de explicar la competitividad de una nación es, consecuentemente, responder a una pregunta hasta cierto punto impropia. En todo caso, se deberían tratar de comprender los determinantes de la productividad y de su tasa de crecimiento. Entonces, para encontrar posibles respuestas, es necesario centrar la atención no en la economía como un todo, sino en sectores y segmentos de sectores específicos. Cabe mencionar que ninguna nación puede ser competitiva en todos los sectores. Cada país tiene un conjunto de recursos diferentes y necesariamente limitados, y el ideal es que éstos se apliquen a los usos más productivos que sean posibles.

Así, entonces, para poder definir el concepto de competitividad, se debe establecer primero el contexto en el que se dará este calificativo a la unidad de análisis o a los competidores, es decir, se debe aclarar cuál es el objetivo de los contrincantes en el campo de batalla. Éste puede ser de tipo económico, social, ecológico, político, etc. Una vez establecido eso, se podrá emplear el término de competitividad para hacer referencia a la capacidad de los participantes para alcanzar ese objetivo.

En vista de la gran posibilidad de puntos de vista que podrían utilizarse para definir el concepto de competitividad, es necesario establecer un concepto propio de la forma en que será considerado este término, a lo largo de este trabajo a partir de sus características esenciales. Para ello, lo primero es mencionar los atributos de la competitividad:

La competitividad es:

a) *Un concepto relativo y no absoluto.* Definir la capacidad de un sujeto para lograr algo, necesariamente requiere de la determinación de un punto de comparación, para establecer un criterio objetivo de esa característica totalmente subjetiva. Dicho punto puede tratarse de una referencia interna o externa de la unidad de estudio, e incluso de un estado ideal, dependiendo de las necesidades y enfoque de la definición del concepto de competitividad establecido.

b) *Una forma de expresar la fortaleza que tiene el sujeto de estudio para alcanzar sus objetivos dentro de un marco de competencia.* Hablar de competitividad, es referirse en esencia a la capacidad que tiene el sujeto para realizar sus propósitos, estando definida tal capacidad por las ventajas competitivas que muestra frente a sus competidores.

c) *Representa la habilidad para cumplir continuamente con los objetivos bajo los mismos niveles de desempeño, pese a los cambios en el entorno.* La adaptación a los cambios en el entorno, requiere de una estructura flexible que permita reducir los tiempos de respuesta ante posibles oportunidades o amenazas resultantes de cambios estructurales. La competitividad está ligada íntimamente con esta capacidad de respuesta.

d) *Cualidad que no es estática ni permanente, sino que es totalmente dinámica.* Si la competitividad fuera estática, estaríamos ante la situación de que no hay cambios en el entorno, por lo que todo permanecería igual. Pero esto no es posible, porque absolutamente todo cambia, en menor o mayor grado, pero al final todo sufre modificaciones con el tiempo. Actualmente, hay quienes dicen que en estos tiempos la única constante es el cambio.

Con base en lo anterior, la competitividad puede definirse como *la fortaleza relativa que se tiene para enfrentar y adaptarse a los cambios en el entorno competitivo, a fin de cumplir continuamente con los objetivos de la organización.* Entendiendo que la fortaleza está determinada por la posesión y desarrollo continuo de ventajas competitivas para competir en un sector determinado.

Parte II

**Elementos para el análisis de la
industria y su entorno**

4 Análisis de la competitividad de la industria

Los elementos que permiten describir la competitividad de la industria pueden ser identificados a partir del análisis del contexto de operación del sector industrial. El contexto de operación de la industria puede ser dividido en tres dimensiones de análisis. En primer lugar, se deben delimitar los alcances del sector que será estudiado. Por lo general las fronteras de las industrias no son claras, así que la primera dimensión del análisis del contexto es definir el sector industrial que será estudiado. A partir de ello, el siguiente paso es la caracterización del modelo de negocio de la industria, con lo que se establecerá una visión más concreta de las actividades involucradas en el sector y podrán ser identificados los elementos estructurales y estratégicos que la componen. Hecho lo anterior, se tendrá una visión más completa del sector y elementos básicos para la construcción del modelo de competitividad. El tercer nivel de análisis involucra el reconocimiento de las fuerzas competitivas y los factores del entorno social, económico, político y tecnológico que inciden sobre el sector. El análisis de las influencias externas permitirá identificar cuales son las variables a las que el sector es sensible, puesto que pueden ser las responsables de cambios significativos en el desempeño de la industria.

Así, una vez identificados los elementos que definen la competitividad del sector, la parte complementaria consiste en la estructuración del modelo que describa su comportamiento. La conformación del modelo inicia con el reconocimiento de las variables externas que influyen sobre el sistema y de las variables internas que están involucradas. Con ellas se construye un modelo preliminar que será la guía para identificar posteriormente variables adicionales y las relaciones entre ellas. Todas las variables implicadas se caracterizan para identificar su participación en el sistema y la interacción con otros elementos del sistema. Una vez hecho esto, es posible construir por completo el modelo del sector, el cual será la base para entender el comportamiento del sistema y para realizar el análisis del mismo. En la figura 4-1 se muestran esquemáticamente los pasos más importantes de la metodología. El detalle de las etapas involucradas se presenta a lo largo de este apartado.

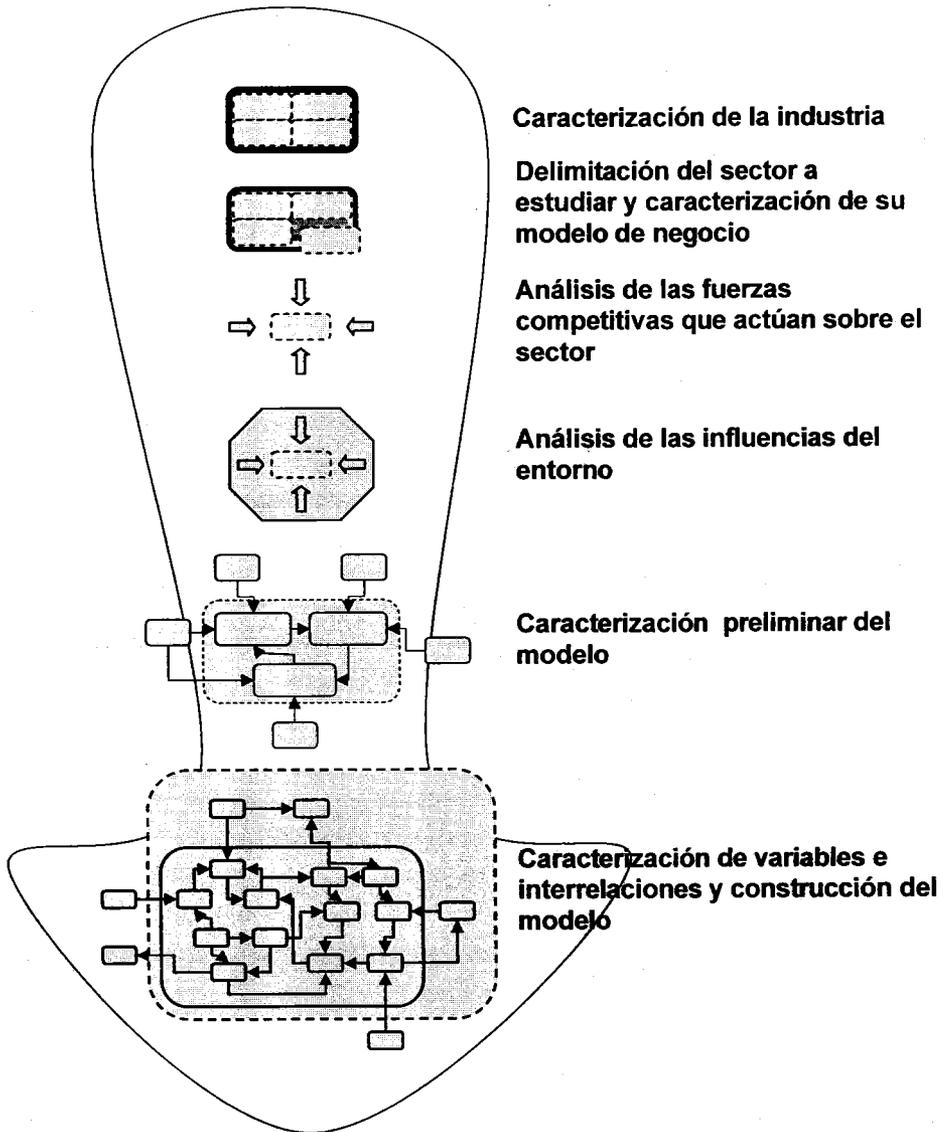


Figura 4-1 Etapas básicas de la metodología para la construcción del modelo de análisis

4.1 Delimitación de la industria

El concepto de industria ha sido tan ampliamente utilizado, que prácticamente cualquier actividad comercial o que tenga retribuciones económicas son llamadas industrias. No existe un concepto universalmente aceptado para definir a una industria¹⁴, sin embargo, para nuestros fines se considera como industria al conjunto de empresas que compiten en el ofrecimiento soluciones semejantes a necesidades específicas del mercado¹⁵.

El punto de partida es la caracterización de la industria que será analizada. Una revisión general de su funcionamiento será suficiente para identificar los subsectores existentes y tener elementos en la delimitación del mismo.

Las industrias se pueden delimitar desde dos perspectivas: desde el punto de vista espacial (región geográfica) y operacional (actividades involucradas). En muchas ocasiones las empresas que proveen de soluciones al mercado, abarcan regiones geográficas que pueden llegar a trascender las fronteras políticas de los países, puesto que la región en la que desarrollan las actividades productivas presenta ventajas comparativas¹⁶ con relación a otras.

Por otro lado, las industrias generalmente llegan a comprender una gran cantidad de empresas que se especializan en el ofrecimiento de productos o servicios muy particulares, que responden tan sólo a necesidades específicas de un segmento de todo el sector. Entonces, es cuando dentro de la industria se crean subsectores, que por su relevancia y estructura, pueden formar nuevas industrias. Por ejemplo, la industria de los alimentos es tan grande, que dentro de ella se pueden encontrar las industrias de lácteos, bebidas no alcohólicas, panadería y repostería, etc. En una aproximación muy general, se podría decir que las industrias se dividen en subsectores de acuerdo con los segmentos de mercado que existan en la industria.

¹⁴ Michael Porter en su libro *Estrategia competitiva* (1982) define como industria al grupo de empresas fabricantes de productos semejantes entre sí. Posteriormente, en su libro *La ventaja competitiva de las naciones* (1991) utiliza la siguiente definición: "Un sector (fabricante de productos y servicios) es un grupo de competidores que fabrican productos o prestan servicios y compiten directamente unos con otros."

¹⁵ Para fines prácticos, se entenderá como mercado a una región geográfica en la que productores y consumidores intercambian bienes y servicios.

¹⁶ Las ventajas comparativas son aquellos factores que constituyen para las organizaciones productivas establecidas en una cierta región, ventajas frente a organizaciones localizadas en otros lugares. Principalmente este tipo de factores son de tipo estructural, de disponibilidad de materias primas de mejor calidad y con menores costos, e incluso, de mano de obra, por citar algunos.

La contextualización de la industria que será analizada, además requiere de la especificación precisa de sus límites geopolíticos de operación. Ello es indispensable a la hora de identificar los factores externos que tienen influencia en el sector. Por ejemplo, el desempeño de las industrias está definido en gran medida por las leyes y regulación fiscal imperantes en su área de operación.

4.2 Modelo de negocio

Una vez que se han establecido los límites de la industria, es necesario realizar un estudio de las características principales de la misma, que determinarán las diferencias con otros sectores. Así, es necesario identificar en primera instancia, el tipo de productos o servicios principales que ofrece la industria; los segmentos que la componen; los elementos de la cadena de valor; la estructura de costos típica de los competidores; las principales industrias relacionadas y de apoyo que influyen en mayor medida en el desempeño de la industria; y, las estrategias genéricas que tienden a emplear las empresas del sector para afrontar la competencia.

4.2.1 Propuesta de valor

La propuesta de valor no es más que la definición del producto, servicio o solución¹⁷ principal que ofrece el sector. La propuesta de valor por lo general surge de la revisión de las visiones estratégicas de las empresas del sector. No obstante, suele suceder que las visiones que las empresas declaran, no permiten definir el tipo de solución que ofrecen al mercado, en esos casos quizá sea necesario recurrir al estudio directo de sus ofrecimientos, para poder hacer una generalización de sus propuestas para el mercado.

En muchas industrias, la intensidad de la competencia fomenta que las empresas ofrezcan al cliente productos, servicios o beneficios adicionales en la compra de los productos. En estos casos, es necesario complementar la propuesta de valor del sector, con los mecanismos que recurrentemente emplean los competidores para comercializar y crear mayor valor agregado a sus ofrecimientos en el mercado.

Así, las soluciones que ofrecen al mercado y los mecanismos tradicionales elegidos por las empresas para aumentar la valoración que pueden percibir los clientes, conforman la propuesta de valor de la industria.

¹⁷ A lo largo del estudio se utilizará el término solución para hacer mención a los productos y/o servicios que ofrecen en general las empresas competidoras del sector al mercado.

4.2.2 Segmentos del sector industrial

La segmentación del sector industrial es la división de un sector en subunidades. La noción de esta segmentación es más amplia que la de segmentación de mercado. La segmentación de mercado está enfocada primordialmente en la identificación de diferencias, en las necesidades de los compradores y en el comportamiento de compra, por lo que tiende a enfocarse básicamente en las actividades de mercadotecnia dentro de la cadena de valor de los competidores del sector. Mientras, la segmentación del sector industrial, combina el comportamiento de compra del cliente con el comportamiento de los costos, tanto de producción como con los de servir a distintos compradores¹⁸.

Para segmentar un sector industrial, cada variedad discreta del producto debe ser identificada y examinada para encontrar diferencias estructurales o estratégicas entre los competidores. Existen cuatro clases observables de variables de segmentación que son usadas individualmente o en combinación para capturar las diferencias entre los productores y compradores. En cualquier industria dada cualquiera o todas estas variables, pueden definir los segmentos relevantes estratégicamente:

- Variedad de producto: las variedades de producto discretas que son, o podrían ser producidas.
- Tipo de comprador: Los tipos de compradores finales que compran, o podrían comprar, los productos del sector industrial.
- Canal (comprador inmediato): Los canales de distribución empleados o de los que alternativamente se dispone para llegar al comprador final.
- Ubicación geográfica del cliente: la ubicación geográfica de los compradores, definida por la localidad, región, país o grupo de países.

El identificar las variables de segmentación es quizá la parte más creativa de la segmentación de un sector industrial, ya que implica concebir las dimensiones en las que difieren los productos y compradores. Ello requiere de una comprensión clara de la estructura del sector industrial, incluyendo las estrategias particulares de los competidores y características del sector comprador¹⁹.

¹⁸ Michael Porter, "Ventaja Competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior", CECSA, México D.F., 1987.

¹⁹ *Ibid.*

4.2.3 Elementos de la cadena de valor

El término cadena de valor, introducido por Michael Porter, se refiere a las actividades productivas primarias y de apoyo, que necesitan en general las empresas del sector para ofrecer soluciones al mercado. Va desde el abastecimiento de las materias primas, hasta las actividades que permiten llevar la solución al mercado objetivo. La estructura del sector industrial tanto conforma la cadena de valor de una empresa, como refleja las cadenas de valor colectivas de los competidores²⁰.

La cadena de valor tiene como propósito desagregar a las empresas en sus actividades estratégicas para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación, existentes y potenciales. El conocimiento de los componentes de la cadena de valor de los competidores de la industria, es indispensable para estructurar la cadena de valor representativa de la industria.

Para realizar la caracterización de la cadena de valor, lo primero que se requiere es la identificación de las actividades primarias y de apoyo genéricas, involucradas en la generación de los productos y servicios que ofrece la industria. Una vez identificadas estas actividades genéricas, cada una se describe como un proceso en el que se definen las etapas involucradas.

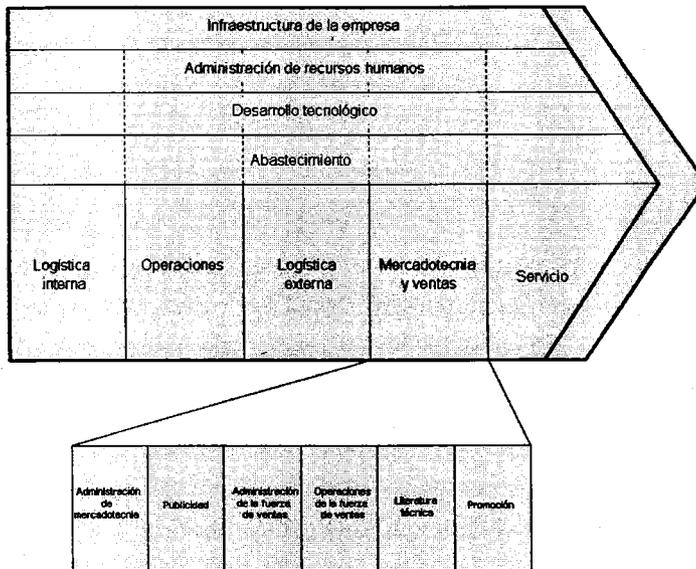


Figura 4-2 Cadena de valor (Porter, 1987)

²⁰ Ibid.

4.2.4 Estructura de costos

La estructura de costos se refiere a la identificación de los porcentajes de los costos involucrados en la actividad productiva del sector con relación a los costos totales. La caracterización de la estructura de costos es importante en la identificación del modelo de negocio de un sector, puesto que permite revelar y entender las capacidades económicas que requieren los jugadores de la industria para competir exitosamente.

El comportamiento de los costos de una empresa y su posición de costo relativo, surgen de las actividades de valor que las empresas desempeñan típicamente al competir en una industria.

El primer paso es identificar los principales componentes del costo en la industria. Ello se logra fácilmente con la identificación de las actividades que constituyen la cadena de valor del sector. De esta forma, el punto de partida para el análisis de costos es el definir la cadena de valor de una empresa y asignar costos fijos y operativos a las actividades de valor.

Las actividades deberán ser desglosadas para el análisis de costos, si representan un porcentaje importante o con una participación creciente en los costos totales.

4.2.5 Red de valor

Lo que se pretende identificar en esta parte, son las principales industrias involucradas con el sector que por su importancia, pueden llegar a alterar significativamente el desempeño del sector por completo. Incluso, podría considerarse que son industrias cuya participación es vital para la comercialización e implementación de las soluciones ofrecidas.

La red de valor de los sectores se compone de todas aquellas industrias que ofrecen insumos y servicios a las diferentes actividades de valor de la empresa. El papel de los diferentes elementos de la red de valor puede darse como proveedores de materias primas, servicios técnicos o de información; socios tecnológicos; comercializadores; soporte técnico a clientes, capacitación, etc.

En una mera aproximación, podríamos decir que la red de valor de las industrias se compone por dos tipos de socios, los cuales denominaremos como de primer y segundo nivel. Los socios de primer nivel, son aquéllos con los que la industria típicamente establece contratos o convenios de colaboración de largo plazo. Incluso, son aquéllos que en algunas industrias pasan a formar parte de la cadena productiva. Los socios de segundo nivel están integrados por industrias cuya participación es vital en el abastecimiento de insumos y servicios en cada una de las actividades de valor de la industria, pero su interacción suele ser de corto plazo, debido a que su participación no es estratégica para el éxito de los competidores del sector.

En suma, si las industrias relacionadas con el sector representan una fuente importante de ventaja competitiva, entonces se les puede considerar socios de primer nivel. Sin embargo, si su relación es importante pero no crítica para la creación de fuentes de ventaja competitiva, se trata de socios que podemos llamar de segundo nivel.

Para identificar la red de valor de la industria, lo más práctico es analizar el funcionamiento de cada uno de los principales competidores, y a partir de ello identificar el tipo de relación que tienen con otros sectores u organizaciones. La intensidad de competencia de los sectores industriales, suele presionar a los jugadores del sector a tomar elecciones estratégicas, que les permitan fortalecer su posición competitiva. Cuando los competidores eligen estrategias similares para interaccionar con otras industrias, se puede decir que éstas forman parte de la red de valor del sector, y en ese caso es cuando se considera que los socios son de primer nivel. Estas estrategias por lo general se expresan como contratos de abastecimiento de materias primas o servicios, convenios de colaboración para el desarrollo de tecnología, programas de investigación, contratos de exclusividad con sectores comercializadores, para la distribución de los productos e implementación de soluciones, etc.

4.2.6 Estrategia competitiva

Los competidores de cada industria por lo general siguen estrategias de negocio genéricas que pueden basarse en costos, diferenciación o enfoque, e incluso, en ciertos casos, podría hablarse de combinación de ellas.

De acuerdo con las observaciones de Michael Porter²¹, los competidores de los sectores industriales disponen de tres estrategias genéricas de gran eficacia, para lograr un mejor desempeño que sus contrincantes:

- Liderazgo global en costos
- Diferenciación
- Enfoque o concentración

²¹ Michael Porter, "Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia". Prólogo de Miguel León Garza, CECSA, México D.F., 1982.

La primera estrategia consiste en alcanzar el liderazgo en costos globales, mediante un conjunto de políticas funcionales encaminadas hacia este objetivo. El liderazgo en costos exige la construcción agresiva de instalaciones de escala eficiente, la búsqueda vigorosa de reducción de costos a partir de la experiencia y tecnologías más eficientes, control riguroso de los costos variables y fijos, evitar las cuentas de clientes menores y minimizar los costos en áreas como investigación y desarrollo, personal de ventas, publicidad y otras.

Cuadro 4-1 Implicaciones de las estrategias genéricas de Porter

ESTRATEGIA GENÉRICA	HABILIDADES Y RECURSOS REQUERIDOS COMÚNMENTE	NECESIDADES ORGANIZACIONALES COMUNES
Liderazgo en costos globales	<p>Inversión sostenida de capital y acceso a los capitales</p> <p>Habilidades de ingeniería de procesos</p> <p>Supervisión meticulosa de la mano de obra</p> <p>Productos diseñados para facilitar la manufactura</p> <p>Sistema barato de distribución</p>	<p>Riguroso control de costos</p> <p>Informes detallados y frecuentes de control</p> <p>Organización y responsabilidades bien estructuradas</p> <p>Incentivos basados en el cumplimiento de objetivos cuantitativos estrictos</p>
Diferenciación	<p>Sólidas capacidades de marketing</p> <p>Ingeniería de productos</p> <p>Estilo creativo</p> <p>Gran capacidad de investigación básica</p> <p>Reputación corporativa del liderazgo tecnológico o en calidad</p> <p>Larga tradición en la industria o combinación original de habilidades obtenidas en otras industrias</p> <p>Cooperación incondicional de otros canales</p>	<p>Buena coordinación entre las funciones de investigación y desarrollo, de desarrollo de productos y de marketing</p> <p>Medición subjetiva e incentivos en vez de medidas cuantitativas</p> <p>Comodidades para atraer mano de obra bien calificada, científicos o personas creativas</p>
Enfoque	Combinación de las políticas anteriores dirigidas a determinado objetivo estratégico	Combinación de las políticas anteriores dirigidas a determinado objetivo estratégico

Fuente: Porter, 1982.

La segunda, está enfocada en la diferenciación del producto o servicio que ofrecen los competidores, con la intención de crear algo que en la industria se considera como único. Las formas en que se logra son muy diversas: el diseño o la imagen de la marca, la tecnología base, las características, el servicio al cliente, canales de distribución u otros atributos. La diferenciación, sin embargo, a menudo impide que las empresas que optan por esta estrategia, consigan una gran participación en el mercado.

Finalmente, la tercera estrategia, el enfoque, resulta de la elección de los competidores de centrarse en un grupo de compradores, en un segmento de la línea de productos o en un mercado geográfico, entre otras tantas alternativas. En contraste con las dos estrategias anteriores, ésta procura ante todo dar un servicio excelente a un mercado particular y con base en ello se diseñan las estrategias funcionales. Aunque esta estrategia no logra costos bajos ni diferenciarse desde la perspectiva del público general, sí logra una o ambas metas frente a un nicho.

La identificación de las estrategias seguidas por los diferentes jugadores de la industria, podría verse como un complemento de la segmentación del sector. La identificación de las estrategias de cada uno de los competidores revelará cuál es la o las estrategias características de la industria.

4.3 Fuerzas competitivas de la industria

Los sectores industriales se caracterizan por el conjunto de fuerzas competitivas que actúan sobre él, imponiendo limitaciones a las utilidades a que los competidores pueden aspirar. Desde el punto de vista estratégico, estas fuerzas son las que contribuyen de manera decisiva a determinar la intensidad de la competencia y las estrategias que pueden ser implementadas por los competidores de un sector.

Según Michael Porter, la intensidad de la competencia entre los competidores de un sector, está definida por cinco fuerzas competitivas (Figura 4-3). Su fuerza combinada determina el potencial de utilidades en un sector; el potencial se mide por el rendimiento a largo plazo sobre el capital invertido. Las cinco fuerzas competitivas (entrada de nuevos competidores, riesgo de entrada de productos sustitutos, poder de negociación de los clientes, poder de negociación de los proveedores y rivalidad entre los competidores actuales), reflejan el hecho de que la competencia no se limita en absoluto a los participantes bien establecidos. Los clientes, los proveedores, los participantes potenciales y los sustitutos, son todos "competidores" de las empresas y su importancia dependerá de las circunstancias del momento.

Las cinco fuerzas competitivas combinadas rigen la intensidad de la competencia y la rentabilidad en una industria. Las fuerzas influyen de distinta forma en cada industria; habrá industrias que sean menos sensibles al poder de negociación de los clientes o de los proveedores, es decir, incluso si una compañía ocupa una sólida posición en un sector industrial donde los posibles participantes no representan una amenaza, obtendrá bajos rendimientos si enfrenta un sustituto de mayor calidad y de costo más bajo. Aún cuando no haya sustitutos y esté bloqueada la entrada a otras empresas, una rivalidad intensa entre los competidores limitará los rendimientos posibles.

El poder de las cinco fuerzas varía de industria a industria y puede cambiar con la evolución del sector industrial. El resultado es que no todos los sectores industriales son iguales desde el punto de vista de utilidad inherente. En los sectores industriales en los que las cinco fuerzas son favorables, como en el caso de los productos farmacéuticos, refrescos y edición de bases de datos, muchos competidores ganan márgenes atractivos. Pero en los sectores industriales en los que la presión de una o más fuerzas es intensa, como en la industria del corcho, del acero y juegos de video, pocas empresas logran márgenes atractivos a pesar de los mejores esfuerzos de la administración.

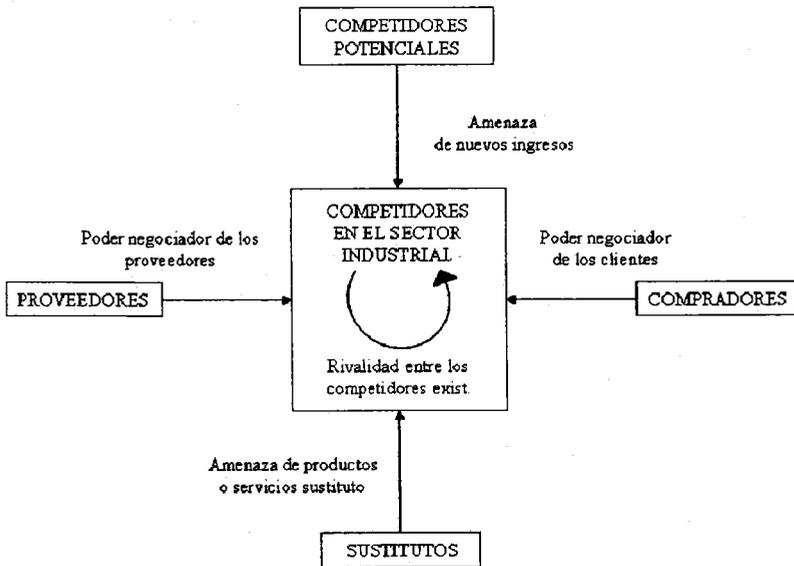


Figura 4-3 Fuerzas competitivas de los sectores industriales (Porter, 1982)

Las cinco fuerzas determinan la utilidad del sector industrial porque influyen los precios, los costos y la inversión requerida de las empresas en un sector (elementos del retorno y de la inversión). El poder del comprador influye en los precios que puede cargar la empresa, por ejemplo, cuando lo hace la amenaza de una posible sustitución. El poder de los compradores

también puede influir el costo y la inversión, debido a que los compradores poderosos demandan servicios que podrían ser más costosos. El poder de negociación de los proveedores determina el costo de las materias primas y otros insumos. La intensidad de la rivalidad influye los precios, así como los costos de competir en áreas como planta, desarrollo del producto, publicidad y fuerzas de ventas. La amenaza de entrada coloca un límite en los precios y conforma la inversión requerida para desanimar a entrantes.

El análisis de las fuerzas competitivas es un elemento medular en el estudio de la competitividad de los sectores industriales. Establece un marco de referencia para identificar las principales fuerzas competitivas que determinan la rentabilidad del sector industrial, y en consecuencia las utilidades potenciales que podrían llegar a obtener los participantes de la misma. Cada una de las fuerzas se puede manifestar dentro de un sector en más de una forma. El análisis involucra la identificación de cada una de las formas de influencia de las fuerzas sobre el sector, así como la forma en que éstas actúan sobre cada elemento particular de la industria.

4.3.1 Rivalidad entre los competidores

La competencia se presenta porque uno o más competidores sienten la presión o ven posibilidades de mejorar su posición. El nivel de rivalidad entre los competidores está dado por: el número de competidores, participación en el mercado, tasa de crecimiento del sector industrial, costos fijos y de almacenamiento, barreras de movilidad, barreras de salida (activos especializados, interrelaciones estratégicas, barreras emocionales, restricciones sociales y gubernamentales), excedentes de capacidad, diferenciación de productos, diversidad de competidores (homogeneidad de los competidores), intereses estratégicos, condiciones cambiantes de la oferta y la demanda, entre otros.

Una mayor intensidad en la rivalidad de los participantes en la industria reduce la rentabilidad promedio de la misma. Esta situación es del conocimiento absoluto de los competidores del sector, por lo que la coordinación entre ellos (para asignar precios o establecer lineamientos de competencia) es una práctica que a menudo se da en las industrias, puesto que ayuda a elevar el nivel promedio de rentabilidad. Sin embargo, no cualquier sector puede adoptar esta práctica.

La intensidad en la rivalidad cambia dependiendo de la oportunidad que ofrezca el sector a los competidores para coordinarse. Básicamente, la oportunidad de coordinación depende del número de competidores y del tamaño de los mismos. Entre mayor sea el número de empresas competidoras en un mercado, las oportunidades de coordinación son menores.

Sin embargo, aún cuando los participantes se coordinen para competir en condiciones similares, si la coordinación rinde un exceso de utilidades, hay incentivos para que algunas de las empresas bajen un tanto sus precios y ganen así una mayor participación en el mercado.

Existen otros factores que modifican el nivel de rivalidad en las industrias, a saber (Oster, S., 2000): las industrias en las cuales las empresas principales son de tamaño similar, la competencia es más intensa; mientras más similares sean las empresas en un mercado, si todo lo demás permanece constante, más fácil será la coordinación de esas compañías; las empresas que tienen considerables activos específicos, exhiben elevadas barreras de salida y una rivalidad intensificada; la variabilidad en la demanda crea una rivalidad mayor dentro de una industria.

4.3.2 Ingreso de nuevos competidores

El rendimiento promedio de la industria siempre será uno de los principales factores que promoverá la entrada de nuevos competidores al sector. Los nuevos participantes en una industria aportan mayor capacidad, el deseo de conquistar participación en el mercado y, a menudo, grandes recursos. Ello puede provocar que se reduzcan los precios o que se inflen los costos de las compañías establecidas. La posibilidad de ingreso de nuevos competidores se analiza mediante la determinación de las barreras de entrada.

Las empresas que quieran ingresar a una industria están sujetas a superar algunas barreras inherentes al sector. Antes de que alguna empresa piense en ingresar al sector, deberá caracterizar la estructura de la industria y con base en ello, plantear su estrategia para posicionarse en el mercado.

El análisis de las barreras de entrada deberá considerar en primer lugar qué tanto dependen las utilidades de la industria de las economías de escala. Las economías de escala limitan la entrada sólo a aquellas empresas con la capacidad económica de realizar las inversiones necesarias, a menudo muy elevadas y de soportar las posibles represalias de la competencia.

En segundo lugar, cuando los productos que ofrece una industria tienen un cierto nivel de diferenciación, es una señal de que se han ganado la lealtad de sus clientes y el reconocimiento de su marca. Esta situación representa una barrera adicional contra la entrada, en el sentido de que las empresas que quieran ingresar al sector, deberán realizar grandes inversiones y dedicar suficientes esfuerzos para posicionar su presencia en el mercado y ganarse la lealtad de sus clientes.

La necesidad de invertir grandes recursos financieros a actividades como publicidad, investigación y desarrollo, inventarios, etc., que involucran riesgo o que de antemano se sabe que podrían ser irre recuperables, levanta otra barrera contra la entrada de nuevos participantes en el sector.

Al analizar las barreras de entrada, también es importante considerar la relevancia de los canales de distribución para los participantes del sector. Si uno de los componentes fundamentales de la competencia es la distribución de sus productos en el mercado, entonces las empresas que pretendan incursionar en la misma deberán evaluar la disponibilidad que tendrían para acceder a canales de distribución. En ocasiones los canales de distribución son limitados o bien, están vinculados de diversas maneras a los competidores existentes. Las empresas deberán estudiar la posibilidad de acceder a esos canales bajo los riesgos que ello conlleva o de invertir en el establecimiento de sus propios canales de distribución.

Otra de las barreras que se puede identificar es la curva de la experiencia. En algunas industrias se observa que, a medida que una organización adquiere experiencia en la elaboración de un producto particular, disminuyen sus costos por unidad de producción (Oster, S. 2000). En la medida en la que se desarrolla diariamente la producción, los trabajadores se organizan más eficientemente y aprenden trucos de la producción. Incluso, el empleo de los insumos se va mejorando a lo largo del tiempo. Todas las empresas que quieran ingresar en una nueva industria tendrán que evaluar su posición frente a la experiencia de las empresas establecidas.

Las barreras de entrada como ha sido posible ver, provienen principalmente de la naturaleza de la industria y de la intensidad de competencia entre las empresas establecidas, sin embargo, existe una barrera más que no precisamente tiene su fuente en esos factores. El gobierno también puede jugar un papel clave en el establecimiento de barreras contra la entrada. Dentro de los límites geopolíticos en los que son válidas las leyes o disposiciones de un gobierno, pueden existir restricciones para la entrada de nuevos competidores a la industria. Por ejemplo, hay algunos gobiernos que reservan ciertas industrias para el dominio exclusivo del estado.

Para cada industria las barreras de entrada son distintas y pueden ser producto de la estructura misma de su cadena de valor, de las características individuales y estrategias competitivas de cada uno de los competidores establecidos o bien por intervención de agentes reguladores externos.

4.3.3 Productos sustitutos

En un sentido general, todas las compañías de una industria compiten con las industrias que generan productos sustitutos. Los productos sustitutos son productos que pueden desempeñar la misma función que el producto de la industria. Limitan los rendimientos potenciales de un sector industrial, pues imponen un techo a los precios que pueden cobrarse rentablemente en él. Cuanto más atractiva sea la opción de precios que ofrecen los sustitutos, menor será el margen de utilidad.

Para descubrir los productos sustitutos es necesario buscar otros productos que más o menos cumplen la misma función y cubren las necesidades de los clientes de la industria. Esto puede llegar a ser una tarea sutil para el analista y llevarlo al estudio de productos de industrias totalmente distintas.

Los sustitutos que merecen mayor atención son los que están sujetos a tendencias que mejoran su desempeño y precio, y los que son producidos por sectores industriales que obtienen elevados rendimientos. En este último caso, es cuando los productos sustitutos con precios menores al de la industria son introducidos con mayor rapidez en el mercado.

4.3.4 Poder de negociación de los compradores

Los compradores influyen en el funcionamiento de la industria cuando la obligan a reducir los precios, cuando demandan una mayor calidad o más servicios y cuando enfrentan a los competidores entre sí.

El primer elemento a analizar en la determinación del poder de negociación de los compradores es el número de clientes y la distribución de sus compras. Cuanto mayor sea el número de compradores y menores sean sus compras individuales, menos poder tendrá cada uno de ellos. En segundo lugar, lo que se debe estudiar son las características del producto mismo. Mientras los productos ofrecidos por los competidores del sector sean estandarizados, el poder de negociación de los clientes aumenta en el sentido de que permite a los clientes oponer más fácilmente a un proveedor con otro. Finalmente, el tercer factor a estudiar es la capacidad y probabilidad de que los clientes se integren hacia atrás produciendo el bien para ellos mismos.

Otros factores que podrían aumentar el poder de negociación de los clientes se presentan cuando las materias primas representan una fracción importante de los costos o compras del comprador; cuando son bajos los costos asociados al cambio de proveedor; el producto no es de importancia relevante para mantener la calidad de los productos y servicios del comprador; y cuando el

comprador tiene información total (demanda, precios reales, proveedores, costos de los proveedores, etc.).

4.3.5 Poder de negociación de los proveedores

En la misma forma en que los compradores poderosos pueden obtener utilidades presionando para que bajen los precios, los proveedores pueden obtener utilidades incrementando los costos de los insumos. Prácticamente los mismos factores que determinan el poder de los clientes determinan el poder de los proveedores.

En primera instancia, para determinar el poder de negociación de los proveedores es necesario conocer el número de ellos, mientras menos sean, su poder de negociación será mayor. Luego, mientras más diferenciados sean los productos ofrecidos por los proveedores, sus clientes son más vulnerables al poder de los proveedores. Si los productos ofrecidos por el proveedor son de gran importancia para la calidad de los productos del cliente, el proveedor adquiere también mayor poder en la negociación. Otro factor que eleva el poder de negociación del proveedor es cuando el cambio de este último representa altos costos o inversiones adicionales para el cliente. Finalmente, si los proveedores amenazan con integrarse hacia delante, también se incrementará su poder de negociación.

Los proveedores pueden ejercer poder de negociación sobre los participantes de una industria, si amenazan con elevar los precios o disminuir la calidad de los bienes y servicios que ofrecen. De este modo, los más poderosos reducen drásticamente la rentabilidad en una industria incapaz de recuperar los incrementos de costos con sus precios.

4.4 Influencias del entorno

El análisis del contexto bajo el cual opera la industria en observación, no podría ser completo sin que antes se identifiquen los factores del entorno que moldean el funcionamiento de la misma. Estos factores son los que definen el porqué ciertas industrias establecidas en una región geográfica determinada, tienen mayor prosperidad con relación a las que se encuentran localizadas en otros lugares.

A través del estudio de las influencias del entorno, es posible entender la situación actual y las tendencias esperadas en el ambiente que rodea el desempeño de la industria. Es importante considerar el ambiente general de los negocios puesto que influye en el alcance a largo plazo de las estrategias de las compañías participantes en la industria.

Los factores ambientales pueden catalogarse en cinco grupos: sociales, políticos, tecnológicos, económicos y ecológicos. La catalogación de los factores es una manera organizada para la identificación de los factores de mayor impacto.

4.4.1 Entorno social

El entorno social involucra los aspectos culturales de la sociedad en la que se desenvuelve la industria. No solamente incluye cuestiones relacionadas con las costumbres predominantes entre los empleados de la organización productiva, sino también las de los clientes y proveedores domésticos de servicios a la industria.

El componente social describe las características del contexto social en el que funcionan las empresas del sector. La demografía, actitudes culturales, tasas de alfabetización, niveles de educación, costumbres, religión, valores, estilos de vida, distribución de edades, distribución geográfica y movilidad de la población; de una u otra forma impactan en el funcionamiento de la industria, dependiendo de su perfil.

La influencia del entorno social por lo general se ve reflejada en la determinación de los niveles de calidad de las soluciones que ofrece la industria al mercado. También representa el marco en el cual se podrían esperar limitaciones a las iniciativas de la industria, debido a movimientos sociales o resistencia al cambio. Sin embargo, quizá la principal fuerza ejercida por este factor, es la definición de las características del mercado doméstico²².

4.4.2 Entorno político y legal

El componente político del ambiente general se relaciona con el gobierno y las actitudes públicas hacia varias industrias, clima regulatorio, plataformas de partidos políticos, y (algunas veces) la predisposición de los políticos. El componente legal del ambiente general consiste en las leyes que los miembros de la sociedad deben cumplir.

²² Es el mercado consumidor delimitado por los mismos límites geopolíticos de la industria.

El entorno político y legal es quizá el que presenta mayores restricciones a las actividades de la industria. Su presión sobre los sectores industriales se expresa principalmente en tres vertientes:

- Capacidad del poder ejecutivo y legislativo para llegar a la generación de acuerdos y al establecimiento de un proyecto de nación.
- Generación de políticas y leyes que delimitan las actividades relacionadas directa o indirectamente con el sector.
- Ejecución de las políticas y leyes establecidas que garanticen un ambiente de negocios en el que no hay ventaja para algún competidor.

La inestabilidad en el entorno político y legal ejerce una fuerza negativa en los sectores al reducir la confianza de los inversionistas para inyectar recursos, y por consiguiente inhibe el crecimiento del mismo.

4.4.3 Entorno económico

El componente económico del ambiente general indica la distribución y uso de los recursos dentro de una sociedad. Es importante porque los hábitos de consumo están altamente influenciados por las tendencias económicas, como es el balance comercial, tasas de empleo, tasas de cambio, tasas de interés, tasas de inflación, disponibilidad de crédito, políticas fiscales y monetarias, deuda y niveles de ingresos disponibles.

El entorno económico está determinado por las políticas económicas y fiscales existentes en un país. Éste es moldeado por el funcionamiento integral de una nación, generalmente como resultado de las acciones emprendidas tiempo atrás por el gobierno. La fortaleza económica de un país es la que define factores cruciales para la toma de decisiones sobre la inversión en proyectos productivos en un país. Las economías débiles inhiben las inversiones que son necesarias para fortalecer los proyectos de expansión de las industrias.

La estabilidad económica, por tanto, definirá la predisposición de los inversionistas a inyectar capital a la industria. Todas las industrias se ven influenciadas por el entorno económico de distinta manera. Ello depende de su sensibilidad a la necesidad de capital para funcionar adecuadamente, de las tasas de inflación, tipo de cambio, de cargas fiscales, etc.

4.4.4 Entorno tecnológico

La comunicación digital, biotecnología, químicos, energía y medicina son algunos de los campos en los que los principales cambios tecnológicos han abierto nuevas áreas para la competencia comercial. La explotación de estos avances tecnológicos es esencial en la creación de mayor valor para los productos y servicios ofrecidos al mercado. La tecnología por una parte permite que las actividades productivas y administrativas de las empresas se realicen más rápidamente y con mayor nivel de confiabilidad, por lo que sus efectos se traducen en la reducción de los costos de producción globales. Por otro lado, la incorporación de la tecnología a los productos que demanda el mercado, crean un mayor valor agregado en éstos, estableciendo nuevos estándares a los ofrecimientos globales de la industria.

Las universidades y centros de investigación públicos y privados son las fuentes principales de tecnologías. No obstante, los proveedores de bienes y servicios juegan también un papel muy importante en la generación y transferencia de tecnología a los sectores.

Las políticas y programas nacionales orientados hacia la promoción del desarrollo tecnológico de los países, influyen en una forma muy importante en la creación de nuevas tecnologías. La ausencia de mecanismos eficientes tiene como efecto una mayor dependencia tecnológica de proveedores extranjeros, lo cual se traduce en desventajas competitivas para la industria frente a la competencia internacional.

4.5 Bases del modelo de competitividad

Esta parte es muy importante y consiste en la realización del análisis detallado de la industria, con la finalidad de proponer un modelo que permita conocer su funcionamiento. Está claro que este modelo no puede existir sin que se hayan identificado todos y cada uno de los componentes estructurales de la industria.

Si consideramos que las industrias funcionan como un sistema²³ compuesto por un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, entonces debe haber una manera de hacer explícita su estructura. Se insiste en los procesos estructurales porque son la clave para entender y analizar un problema no trivial. El modelo de un sistema representa la forma en la que están relacionados entre sí sus diversos componentes, de modo que es perfectamente posible tener dos modelos

²³ Ha existido una concepción demasiado ligera y vulgarizada de lo que son los sistemas, de que cualquier cosa puede suponerse como tal. En consecuencia ha surgido una tendencia por considerar todo desde el punto de vista de los sistemas. Los riesgos de tal enfoque son peligrosos en el sentido de que pueden llevar a generalizaciones carentes de rigor metodológico y científico. Hay que tener cuidado de llamar sistema solamente a aquellos complejos de elementos en los que su interrelación pueda ser explicitada por medio de un modelo matemático o, por lo menos, a partir de una descripción libre de ambigüedades (Levine, 1989).

diferentes con los mismos componentes. La diferencia estará en la forma de hacer corresponder unos con otros.

La estructura de la industria permitirá identificar entonces, los posibles cambios en su competitividad a partir de los cambios que se generan en su ambiente competitivo y en su entorno.

4.5.1 Caracterización preliminar del modelo a desarrollar

Antes que nada es importante que se establezca el objetivo particular del modelo que se va a realizar. En principio, se pretende que el modelo sea la base para la creación de una herramienta de apoyo en los procesos de planeación o toma de decisión, sin embargo, los criterios y elementos que son utilizados por los directivos varían significativamente de una industria a otra, por ello lo primero que se debe hacer en el análisis de la industria, es identificar estos parámetros y caracterizarlos de acuerdo a la forma en que típicamente se emplean en la industria. De esta forma la pregunta a responder es ¿con base a qué criterios se apoyan los procesos de toma de decisión en la industria en estudio?; lo anterior establecerá un marco en el cual se podrán identificar las características que se esperan en el modelo.

Una vez que se conocen las características que debe tener el modelo, el siguiente paso es la identificación preliminar de las variables independientes, las cuales pueden dividirse en dos grupos: aquéllas sobre las cuales la industria tiene el control (como producción, reducción en inversiones de capital, distribución de recursos entre distintas líneas de negocio, etc); y aquéllas que son producto de fuerzas externas (macroeconomía, intensidad de competencia y rivalidad entre empresas, poder de negociación de proveedores y clientes, etc.).

Las variables independientes sobre las cuales la industria tiene control, a menudo se pueden identificar a través de las líneas de acción estratégicas de los planes anuales de los competidores del sector. Por lo general estas líneas de acción tienen que ver con las acciones que deben emprender (variables que se deben modificar) para obtener un cierto resultado.

Las variables independientes exógenas son las variables que ponen en riesgo las operaciones de la industria. La industria no tiene control sobre ellas y en algunos casos su más mínima variación podría llegar a modificar sustancialmente la estructura del sector. Dado que su impacto influye directamente en el desempeño de los competidores del sector, éstas pueden ser localizadas en los informes de análisis de riesgo de las empresas.

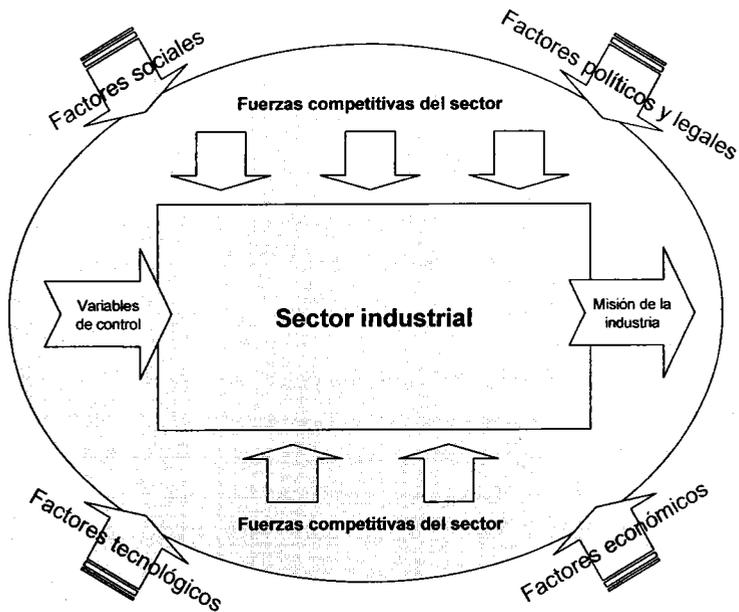


Figura 4-4 Factores que inciden sobre la competitividad de una industria

En general, la información relacionada con las variables que moldean el desempeño de los sectores, se puede localizar en los reportes periódicos que publican las empresas que cotizan en alguna bolsa de valores. Estos documentos están a disposición del público general y presentan información detallada tanto de la empresa como del sector en el que operan.

Ya que se han identificado las primeras variables que influyen en el sistema, el segundo paso, es la caracterización preliminar del modelo a través del ordenamiento de las variables en grupos de factores. La figura 4-4 muestra la forma gráfica en la que se puede realizar este primer esbozo gráfico.

Al tomar como base el esquema de la figura 4-3 tendremos una visión global del modelo y servirá como guía para reflexionar acerca de variables faltantes o que están mal planteadas.

Posteriormente, ya que han sido ubicadas las variables independientes, es tiempo de identificar las variables dependientes, las cuales por naturaleza, son propiamente parte del sistema que se pretende modelar. Para ello, cada una de las variables independientes identificadas, deberá ser caracterizada en términos de las variables sobre las que actúa de forma directa. Por ejemplo, el

nivel de las tasas de interés (variable independiente exógena al sistema) incide directamente sobre el costo financiero de una organización (variable dependiente interna del sistema). Los resultados de este análisis se deberán trasladar a una tabla con dos columnas, una para las variables independientes y una más para las variables dependientes.

Una vez que se tiene una idea general de las variables que moldean y forman parte del sistema, el siguiente paso en la estructuración del modelo, es la identificación de variables adicionales y el establecimiento de las interdependencias de las variables del sistema.

4.5.2 Caracterización de las variables

Esta es una primera aproximación a la identificación de variables adicionales y de la forma en que interactúan las variables en todo el sistema. Cabe hacer la precisión que las variables que se caracterizarán son solamente las que se han identificado anteriormente como variables dependientes, puesto que son las que realmente forman parte del sistema que se pretende modelar.

Para cada variable se debe realizar un análisis a partir de las siguientes preguntas:

¿En qué forma influye la variable en el sistema global?, ¿qué tipo de información aporta al sistema?, ¿qué variables alteran su comportamiento?, ¿cuál es el tiempo de respuesta de la variable a cambios en su entorno?, ¿cuáles son las premisas que se consideran para que la variable funcione dentro del sistema?, ¿cuál es su rango de aplicabilidad o funcionamiento? y ¿cuáles son sus límites?

Las respuestas de las preguntas anteriores para cada variable permitirán identificar con mayor precisión con cuáles otras variables interactúan y revelar relaciones ocultas que no es posible identificar en una primera instancia.

El ejercicio anterior tiene como objetivo ayudar a comprender el papel de cada uno de los componentes del sistema, revelar variables adicionales y ser el punto de referencia para el diseño del modelo de análisis.

Hay varias técnicas que se pueden utilizar para recolectar información de las variables que componen los sistemas. A continuación se mencionan brevemente las cinco técnicas más utilizadas para este fin:

4.5.2.1 Técnicas de colección de información de sistemas.

Para obtener información sobre el sistema existente y su medioambiente, hay cinco técnicas que pueden emplearse:

- Entrevistas
- Documentación
- Observación
- Cuestionario
- Mediciones

Entrevistas

Quizá esta es la forma más importante para obtener la información necesaria del sistema. El establecimiento de entrevistas con personal clave en diferentes niveles de las organizaciones asegura que se enriquezca la visión completa de lo que sucede en la industria. La entrevista es un método que sólo con la experiencia se mejora, sin embargo, existen lineamientos que son esenciales para una entrevista exitosa. Las dos más importantes son que el entrevistado debe tener una idea clara del objetivo de la entrevista y que el entrevistador de antemano defina la información que pretende obtener de la entrevista, preparando cuidadosamente las preguntas que realizará.

Documentación

Muchas organizaciones de negocios, particularmente las más grandes, tienen gran cantidad de información documentada que permiten ayudar a comprender la forma en que operan. Entre los documentos que se pueden encontrar están: Manuales y procedimientos, formatos, descripciones de los puestos de trabajo, estatutos y políticas de la empresa, publicidad e información externa que se puede obtener en estadísticas económicas del sector o en la bolsa de valores.

Observación

La observación de las actividades de los empleados, dentro del área bajo investigación es otra fuente de información. La ventaja de este método frente a los demás es que es directo. Si lo que se pretende es entender la forma en que funciona el sistema, las entrevistas por una parte, podrían estar sujetas a las distorsiones debido a la forma en que personalmente el entrevistado percibe que trabaja el sistema. Por otro lado, los documentos son una indicación de qué es lo que las personas deberían de hacer, más no que es lo que están haciendo.

Cuestionarios

Los cuestionarios son de uso limitado para propósitos de investigación del funcionamiento de sistemas existentes. Principalmente la mala interpretación por parte de los encuestados, la simpleza que deben tener las preguntas, el interés de las personas por responderlos, etc, son la razón de que los cuestionarios tengan poca relevancia en la obtención de información del sistema.

Mediciones

En ciertas ocasiones es necesario realizar mediciones estadísticas sobre la forma en que opera el sistema. Principalmente esto es útil cuando se requiere conocer de los rangos en los que varía alguna actividad de la empresa. Ello permite parametrizar las variables con las que se describe el sistema. Las mediciones pueden tomar dimensiones de tiempo, dinero, producción, etc., o combinaciones de éstas.

4.5.3 Análisis de la interacción entre las variables

El siguiente paso después de la caracterización de cada una de las variables es la identificación de la interrelación entre ellas. A partir del análisis de estas relaciones será posible estructurar el modelo.

El análisis de las relaciones parte de la identificación preliminar de las variables involucradas. Tales variables se vacían en una matriz, siendo los encabezados de las columnas y de cada fila las variables previamente identificadas, tal como se muestra en el siguiente ejemplo (figura 4-5 a). La intersección entre las mismas variables se deben resaltar con una "X" a fin de evitar confusiones a la hora de manejar las relaciones.

a)

		Variables independientes									
		Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7	Var 8	Var 9	Var 10
Variables dependientes	Var 1	x									
	Var 2		x								
	Var 3			x							
	Var 4				x						
	Var 5					x					
	Var 6						x				
	Var 7							x			
	Var 8								x		
	Var 9									x	
	Var 10										x

b)

		Variables independientes										
		Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7	Var 8	Var 9	Var 10	
Variables dependientes	Var 1	x			1		1					2
	Var 2		x		1					1		2
	Var 3	1		x								1
	Var 4		1		x							2
	Var 5			1	1	x	1					3
	Var 6						x					0
	Var 7				1			x	1			2
	Var 8	1	1					1	x		1	4
	Var 9			1	1					x		2
	Var 10										x	0
		2	1	3	4	1	2	1	1	1	2	

c)

		Variables independientes										
		Var 4	Var 3	Var 1	Var 6	Var 10	Var 2	Var 5	Var 7	Var 8	Var 9	
Variables dependientes	Var 8		1	1		1			1	x		4
	Var 5	1	1		1			x				3
	Var 1	1		x	1							2
	Var 2	1					x				1	2
	Var 4	x				1	1					2
	Var 7	1							x	1		2
	Var 9		1				1				x	2
	Var 3		x	1								1
	Var 6				x							0
	Var 10					x						0
		4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	

d)

		Variables independientes										
		Var 4	Var 3	Var 1	Var 6	Var 10	Var 2	Var 5	Var 7	Var 8	Var 9	
Variables dependientes	Var 8		1	1		1			1	x		4
	Var 5	1	1		1			x				3
	Var 1	1		x	1							2
	Var 2	1					x				1	2
	Var 4	x				1	1					2
	Var 7	1							x	1		2
	Var 9		1					1			x	2
	Var 3		x	1								1
	Var 6				x							0
	Var 10					x						0
		4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	

Figura 4-5 Ejemplo del análisis de relaciones (elaboración propia)

Mediante la matriz se relacionarán las variables. El proceso de identificación de relaciones se realiza analizando fila por fila. Así, para cada variable dependiente, se realiza un barrido horizontal para identificar la intersección con las variables que modifican su comportamiento. En cada intersección se coloca una marca para identificar la relación.

Durante el llenado de esta matriz, es posible que al tratar de identificar las dependencias de una variable, nos demos cuenta de que el comportamiento de alguna de ellas no se explica con alguna de las ya identificadas, sino que se explica por otra variable que no se había identificado con anterioridad. Entonces, observaremos que esa reflexión nos llevará a incorporar nuevas variables al sistema, que no habíamos tomado en cuenta o que simplemente las desechamos en la etapa inicial de identificación de variables. La incorporación de estas nuevas variables, llevará a revisar nuevamente la dependencia de todas las variables para reflexionar si interactúan con alguna de las analizadas anteriormente. Este es un proceso iterativo que termina cuando tenemos la seguridad de que ya no hay variables por adicionar, ni variables por analizar.

Una vez que se tiene completa la matriz, ésta lucirá tal como la figura 4-5 b. Ahora el siguiente paso es hacer un conteo fila por fila y columna por columna, del número de coincidencias de cada variable. Las variables cuyo conteo horizontal sea cero, serán aquellas que son totalmente independientes al sistema. Luego, en el conteo vertical, si el resultado de alguna de ellas es cero, entonces se trata de una variable que es dependiente de alguna otra.

La matriz obtenida, además de ayudarnos a identificar las interrelaciones entre las variables, nos sirve para analizar el sistema y revelar cuáles son las variables críticas del mismo y las que tienen un mayor impacto sobre él. El análisis se realiza de la siguiente forma:

Antes de procesar la matriz se debe observar si existe un fenómeno de identidad entre las variables. En el ejemplo anterior podemos notar que las variables 7 y 8, así como las variables 2 y 4, son mutuamente dependientes, es decir, una depende de la otra y viceversa. Lo que esto nos indica, es que ambas variables interactúan de tal forma que crean una relación cíclica en el sistema.

Hecho lo anterior, el siguiente paso es manipular la matriz para poder analizarla. Las filas son ordenadas en forma descendente por los conteos de cada una de las variables, y las columnas también se ordenan de mayor a menor, iniciando por la izquierda. De esta manera, al final la matriz tomará un aspecto como el que se muestra en la figura 4-5 c.

El resultado del reacomodo de filas y columnas se puede interpretar de la siguiente forma (figura 4-5 d):

- Las variables localizadas en el extremo superior izquierdo de la matriz nos indican que son de las variables más importantes del sistema.
- Si alguna de las variables se localiza tanto en forma vertical como horizontal en la zona superior izquierda de la matriz, nos indicará que es una de las variables críticas del sistema y que de ella depende el funcionamiento adecuado del sistema.
- Si alguna de las variables independientes al sistema, después del reacomodo se ubica en el extremo izquierdo de la tabla, entonces nos confirmará que se trata de una variable a la cual el sistema es altamente sensible.
- En suma, cuanto más a la izquierda y arriba se encuentren las variables su importancia en el sistema es mayor.

Una vez que se construye y analiza la matriz, tendremos entonces los elementos necesarios para estructurar gráficamente el modelo.

4.6 Estructuración del modelo gráfico

El análisis de las variables es sólo una parte del modelo, la segunda parte consiste en representarlo gráficamente, a fin de que sea más fácil comunicar la esencia del mismo a las demás personas y servir como herramienta de análisis del fenómeno estudiado.

El proceso de estructuración del modelo tiene tres etapas, cada una con su respectiva parte gráfica y descripción textual. La primera corresponde a la delimitación del sistema, viendo a éste como una caja negra rodeada por distintos factores del entorno y en la que entran determinados insumos y salen ciertos productos o resultados; la segunda, corresponde a la representación de los grupos de variables que participan en el sistema (los cuales para fines prácticos denominaremos subsistemas) y a los flujos de información principales entre ellos mismos y con el entorno; finalmente, la tercer etapa consiste en detallar las relaciones y variables involucradas en cada subsistema. El sistema puede aún desglosarse más en la medida en que cada variable pueda ser separada en más variables; la decisión dependerá del nivel de confianza que se pretenda obtener del modelo.

Adicionalmente a la descripción gráfica del sistema, un complemento que puede ayudar a comprender globalmente su funcionamiento, es el establecimiento de relaciones matemáticas que permitan ilustrar el efecto que tiene una variable sobre otra. Para realizar esta tarea es importante apoyarse en tablas y cuadros con datos históricos del fenómeno. Ello permitirá tener una mejor idea del nivel de impacto que tiene una variable sobre otra e identificar patrones de comportamiento.

4.6.1 Delimitación del sistema

La delimitación del sistema tiene que ver con la identificación de las variables del entorno que influyen en su comportamiento y las variables que manifiestan los efectos de los cambios en el entorno. En esta primera representación del sistema, se concibe a éste como una caja negra, en la que sólo se sabe cuáles son las variables que alteran su funcionamiento y los efectos globales que éstas producen en el sistema.

La importancia de esta primera representación es porque señala cuáles son las variables que realmente están afectando al sistema y cuáles son los efectos globales que generan sobre él. De esta forma es más fácil transmitir este mensaje a otras personas. Las variables que rodean al sistema primordialmente corresponden a factores ambientales y a fuerzas competitivas presentes en el sector.

4.6.2 Establecimiento de subsistemas

Los subsistemas se deben ver como módulos que cumplen tareas específicas. Son alimentados por insumos de información y con base en ello dan respuestas, las cuales, a su vez, sirven como insumos de información de otros subsistemas y así sucesivamente. En consecuencia, como resultado, se observa que todos los subsistemas intercambian información de una u otra manera.

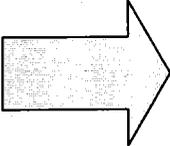
La descripción de cada subsistema, acompañada de la caracterización de la relación entre variables, permitirá hacer explícita su dinámica. Así, será más fácil describir el sistema por módulos independientes y analizar las implicaciones de los cambios sobre el entorno sobre ese módulo en particular.

4.6.3 Elementos gráficos para la descripción de modelos

La representación gráfica del modelo dará más información de lo que se podría pensar si se emplean símbolos estandarizados que representen las diferentes funciones de los elementos. Los sistemas son dinámicos, no estáticos, por lo que esto deberá reflejarse en la descripción gráfica del sistema.

Para la construcción del modelo se proponen cinco bloques básicos y dos tipos de conectores de información. Todos ellos y su correspondiente descripción se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4-2 Bloques básicos para la representación gráfica de sistemas

	<p>Acumulación. Este bloque denota la acumulación de información, o bien, simplemente la retención de información. Estos bloques están conformados por entradas y salidas, es decir, representa un estado dinámico en el que constantemente está llegando y saliendo información, pero no necesariamente al mismo tiempo o al mismo ritmo.</p>
	<p>Insumos / Productos. Este símbolo se utiliza para representar los insumos de información que entran a los subsistemas y la información que envían éstos al resto del sistema. No denota transformación alguna en la información, sólo es utilizado para indicar las corrientes de información que pasan de un subsistema a otro. Aquellos cuya línea es más gruesa, hacen referencia a insumos provenientes del exterior del sistema bajo estudio.</p>
	<p>Función. En el caso de este elemento, su papel es el de traducir las relaciones o funciones entre las variables que entran y la respuesta conjunta de éstas al sistema completo. Es decir, la información de las variables entrantes puede tener ciertas dimensiones, pero al pasar por este elemento pueden cambiar de unidades.</p>
	<p>Divisor. La función del divisor es denotar la división de la información, es decir, pretende indicar que una determinada corriente de información sirve de insumo para dos o más elementos del sistema. Ello significa que las corrientes de informaciones entrantes y salientes tienen las mismas unidades.</p>
	<p>Sumador. Los sumadores son elementos que indican, como su nombre lo dice, que la información contenida en las corrientes entrantes se suma, por lo que sólo existe una única corriente de salida de información. En consecuencia, como en el caso del divisor, todas las corrientes entrantes y salientes tienen las mismas dimensiones.</p>
	<p>Flujo de información. Las flechas sólidas se emplean en la representación gráfica para denotar los flujos de información. La información que circula a través de ellas se deberá indicar con una etiqueta de texto en las proximidades de la flecha.</p>
	<p>Flujo de señales de control. Su tarea es representar el envío de información instantánea del valor o información contenida en un bloque determinado a otro elemento del sistema.</p>

Fuente: elaboración propia.

4.7 Programación del modelo en iThink®

Actualmente se encuentran disponibles comercialmente en el mercado productos que permiten programar y simular sistemas²⁴. Algunos de ellos han sido desarrollados especialmente para la creación de modelos de análisis que apoyen los procesos de decisión en los negocios. Uno de estos productos es el denominado iThink® el cual es un software que permite diseñar y simular sistemas a través de sencillas herramientas de diseño y de programación. No se necesita tener amplios conocimientos de programación, incluso, ni siquiera es necesario que el programador sea un experto matemático. Lo único que se necesita, es comprender el sistema que se pretende modelar y un poco de imaginación para utilizar las diversas utilerías que contiene para crear un modelo dinámico y hacerlo funcionar.

Dadas las bondades que ofrece iThink® en la programación de modelos, es una herramienta de gran utilidad para la creación de modelos dinámicos que permitan apoyar el análisis de la competitividad. Sus características básicas se presentan a continuación.

iThink® es un producto que hace posible llevar modelos mentales a simulaciones dinámicas de una manera muy práctica. Esta herramienta permite construir modelos mentales, simularlos de una forma real, transmitir ideas más fácilmente y aprender del sistema que se estudia.

Tiene tres interfases de programación. En la primera el usuario construye gráficamente su modelo, estableciendo los elementos del sistema y las relaciones entre ellos, a partir de los cinco elementos básicos de programación que ofrece iThink®. La segunda interfase es la que permite hacer dinámico el modelo, en ella se pide al usuario agregar al modelo las ecuaciones, curvas o valores que describen el comportamiento de cada elemento en el sistema. Finalmente, la última interfase corresponde a lo que iThink® llama construcción del "simulador de vuelo" (flight simulator), el cual no es otra cosa que la construcción de un tablero de control, mediante el cual se podrán hacer ajustes a los datos alimentados al modelo y desplegar los resultados obtenidos de la simulación del mismo²⁵.

Mientras el usuario va creando el modelo gráfico e incorporando las relaciones matemáticas entre los elementos, el programa en segundo plano automáticamente va codificando el sistema en el lenguaje de comunicación con la computadora. Esto hace que el usuario no necesite del conocimiento o dominio de algún lenguaje de programación, e incluso de habilidad en el uso de matemáticas avanzadas para hacer dinámico el modelo.

²⁴ Vensim (www.vensim.com), Powersim (www.powersim.com), Extend (www.imaginetthatinc.com), Stella y iThink (www.hps-inc.com) entre otros.

²⁵ Para consultar con mayor detalle las funciones y características de iThink® ver el anexo 2.

Parte III

Industria Petrolera Mexicana

5 Análisis de la competitividad de la industria de exploración y producción de hidrocarburos

La metodología descrita anteriormente ha sido desarrollada en paralelo al análisis de la competitividad de la industria petrolera mexicana de exploración y producción. En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología. En general, se siguió un proceso iterativo para establecer la metodología y realizar el análisis.

En primer lugar, es conveniente plantear un panorama general de la situación de la industria petrolera mundial, para establecer las bases del estudio, así en el apartado 5.2 se presentan los criterios empleados para delimitar la industria. Luego, en el apartado 5.3 se presenta el modelo de negocio de la industria, teniendo como base el funcionamiento de PEMEX Exploración y Producción, puesto que es la única empresa competidora en el sector. En seguida, se realiza un análisis de las fuerzas competitivas que actúan sobre el sector. Finalmente, el último apartado presenta una reflexión sobre las variables del entorno de la industria que tienen un impacto significativo sobre esta.

5.1 Contexto global de la industria petrolera

La industria petrolera involucra una serie de actividades que van desde la exploración de regiones para la localización de reservas de hidrocarburos hasta la comercialización de productos refinados. Esta industria está segmentada en tres grandes rubros, que a nivel internacional se les conoce como:

- Upstream: Exploración y producción de hidrocarburos.
- Midstream: Transporte y almacenamiento de los hidrocarburos y productos refinados.
- Downstream: Refinación y comercialización de productos refinados.

Upstream

En términos generales, las actividades involucradas en este segmento son la exploración, perforación y registro de pozos, terminación de pozos, bombeo y recuperación crudo remanente del yacimiento.

Midstream

Una vez que el petróleo es extraído del subsuelo, el crudo y el gas natural se transportan de los campos de producción a las refinerías o centros de distribución. En la industria petrolera, a estas actividades se les conoce como Midstream.

Cuando los productos se comercializan internacionalmente, el crudo es transportado tradicionalmente mediante buquetanques, y en el caso del gas natural, este suele licuarse y transportarse mediante tanques especiales de GNL. El transporte en tierra por lo general se da a través de ductos, pipas o por tren.

Las estaciones de almacenamiento son una parte esencial de toda red de distribución de hidrocarburos, puesto que permiten administrar las fluctuaciones entre la oferta y la demanda.

Downstream

Las actividades involucradas en esta parte de la industria petrolera, consisten primordialmente en la refinación y comercialización de los hidrocarburos al usuario final.

El crudo es una mezcla compleja de hidrocarburos, por lo que para obtener productos de mayor valor agregado, se somete a procesos de refinación. Las etapas del proceso de refinación son la destilación, el hidrot ratamiento, craqueo catalítico, reformación y alquilación.

Los principales productos de la refinación son combustibles como la gasolina y diesel. Estos productos se comercializan básicamente a través de estaciones de venta al público, tanto de empresas petroleras integradas como de vendedores independientes.

Los hidrocarburos de menor peso molecular (metano, etano, propano y butano) son utilizados principalmente como energéticos en la industria y en los hogares, y como materia prima para la generación de electricidad. Dada la volatilidad de estos compuestos, generalmente se someten a procesos de licuefacción para ser comercializados.

El gas natural es un hidrocarburo gaseoso principalmente conformado por metano, el cual generalmente se localiza en yacimientos independientes de los de crudo. Su eficiencia de combustión y sus ventajas ambientales con relación al gas LP, lo han llevado paulatinamente a una posición preferida en los sectores industriales y en los hogares. Su comercialización al usuario final suele darse mediante una red especial de ductos de vendedores independientes.

5.1.1 Principales países productores

Los países productores de petróleo se dividen entre los que forman parte de la OPEP y los que no son miembros de esta organización. A principios de la década de los 70, los países miembros de la OPEP producían prácticamente la mitad de los hidrocarburos a nivel mundial, sin embargo con el paso de tiempo, la participación de la OPEP en la producción global se ha reducido paulatinamente. En el 2003, la producción de la OPEP tan sólo representó alrededor del 38%.

OPEP

La Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) fue fundada en Bagdad, Irak, en 1960, con el fin de coordinar y unificar las políticas petroleras de sus miembros. A finales de la década de 1950, la producción mundial de petróleo excedía de forma considerable a la demanda. El precio del crudo cayó, y con él las cantidades que las compañías petroleras internacionales pagaban a los países productores. La OPEP fue creada como reacción ante esta caída de los pagos.

Está conformada por 11 países afiliados (tabla 5-1): Argelia, Indonesia, Irán, Irak, Kuwait, Libia, Nigeria, Qatar, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos y Venezuela. Los ministros del sector petrolero de los países miembros de la OPEP se reúnen regularmente para discutir precios y, desde 1982, para acordar modificaciones en la producción de crudo. Los miembros originales de esta organización fueron Irán, Irak, Kuwait, Arabia Saudita y Venezuela. Entre 1960 y 1975, se incorporaron a la OPEP Qatar (1961), Indonesia (1962), Libia (1962), los Emiratos Árabes Unidos (1967), Argelia (1969) y Nigeria (1971). Ecuador y Gabón fueron miembros de la OPEP, pero Ecuador se retiró en 1992 y Gabón en 1995. A pesar de que Irak sigue siendo aún miembro, su producción de hidrocarburos no ha sido modificada por los acuerdos de la OPEP desde 1998.

La OPEP monitorea el desempeño de las condiciones del mercado mundial a través del precio de una canasta de hidrocarburos conformada por 7 crudos: Saharan Blend (Argelia), Minas (Indonesia), Bonny Light (Nigeria), Arab Light (Arabia Saudita), Fateh (Dubai), Tia Juana (Venezuela) e Istmo (México)²⁶. El precio de la canasta es el promedio aritmético del precio de esos hidrocarburos. Adicionalmente, la OPEP complementa su percepción del mercado internacional con el precio de otros crudos, entre los que están el West Texas Intermediate (WTI)²⁷ y el Brent²⁸.

²⁶ Este es el único crudo que es producido por un país no miembro de la OPEP.

²⁷ Es un crudo muy ligero con bajo contenido de azufre y por lo general más caro que el precio de la canasta de la OPEP.

²⁸ También es un crudo muy ligero, bajo en azufre y más caro que la canasta de la OPEP pero menos que el WTI.

Tabla 5-1 Países miembros de la OPEP (datos al 2003)

País	Reservas B bbl	Producción MM bbl/d
Arabia Saudita	261.9	8.85
Irán	125.8	3.78
Irak	115.0	1.31
Kuwait	101.5	2.18
Emiratos Árabes Unidos	97.8	2.35
Venezuela	77.2	2.34
Libia	39.0	1.42
Nigeria	35.3	2.24
Qatar	15.2	0.76
Argelia	11.8	1.61
Indonesia	4.7	1.17

B bbl: Billones de barriles; MM bbl/d: Millones de barriles diarios

Fuente: elaboración propia con datos de la Energy Information Agency.

Países no miembros de la OPEP.

Los países productores de petróleo que no pertenecen a la OPEP en cierta forma comparten algunas características en común:

- ✚ La mayoría de estos países son importadores netos de hidrocarburos. Según la información de la EIA²⁹, de los 204 países y territorios que no pertenecen a la OPEP 173 (84%) fueron importadores netos de petróleo en el 2003.
- ✚ Estos países, por lo general tienen sectores petroleros privados (México es una de las más notables excepciones) por lo que sus gobiernos tienen muy poco control sobre los niveles globales de producción. Por lo tanto, las compañías suelen reaccionar a las expectativas de precios internacionales. La exploración y perforación suele realizarse en lugares de más alto costo cuando los precios del petróleo se mantienen altos y en zonas de bajo costo, cuando los precios disminuyen.
- ✚ Las compañías del sector privado en general no mantienen producción del todo rentable y mantienen muy poco margen de producción. En consecuencia, en el caso de una disrupción significativa de producción a nivel mundial, los países de la OPEP (más que las

²⁹ Energy Information Agency

empresas del sector privado) serán las principales fuentes de abastecimiento de petróleo adicional para abastecer la demanda.

- ↓ Los costos de producción en los países no miembros de la OPEP tienden ser mas altos que los de los que sí son miembros, lo cual hace que los primeros sean más vulnerables a los colapsos de precios. Los periodos prolongados de bajos precios pueden dejar fuera del negocio a las compañías con mayores costos de producción y hacer que las principales empresas dejen de explotar áreas de mayores costos.

5.1.2 Producción mundial de petróleo

La producción mundial proviene de una gran cantidad de fuentes. El Medio Este (región de los principales miembros productores de la OPEP) fue la zona con la mayor producción en el 2003, con 29% de la producción mundial total, Norteamérica con el 20%, y el 51% restante está disperso en las demás regiones. Los miembros de la OPEP en conjunto aportaron el 38% de la producción.

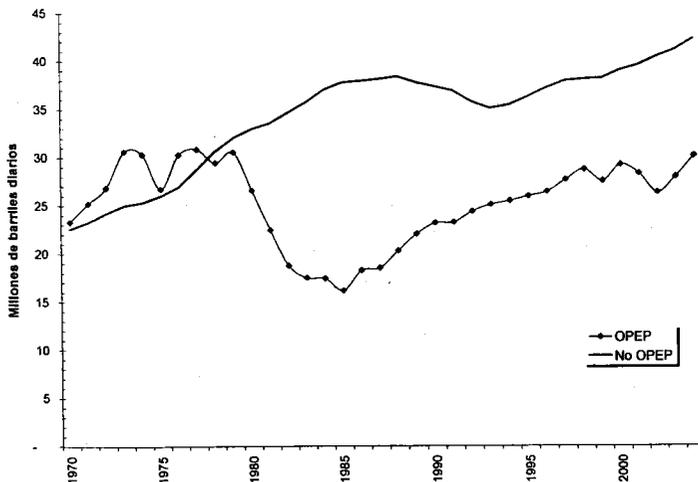


Figura 5-1 Producción mundial de petróleo, 1970 – 2004
(elaboración propia con datos de la Energy Information Agency)

De los 13 países que produjeron más de dos millones de barriles de líquidos por día (tabla 5-2), seis eran miembros de la OPEP. Los siete restantes, no miembros de la OPEP, fueron Estados Unidos, Rusia, México, China, Canadá y los países del mar del norte, Reino Unido y Noruega.

Tabla 5-2 Principales países productores (2003)

Pais	Producción MM bbl/d
Arabia Saudita	8.85
Rusia	8.13
Estados Unidos	5.68
Irán	3.78
China	3.41
México	3.37
Noruega	2.85
Emiratos Árabes Unidos	2.35
Venezuela	2.34
Canadá	2.31
Nigeria	2.24
Kuwait	2.18
Reino Unido	2.09

MM bbl/d: Millones de barriles diarios

Fuente: elaboración propia con datos de la Energy Information Agency.

5.1.3 Comercio internacional

De los 11 países que en el 2003 exportaron más de un millón de barriles diarios (tabla 5-3), ocho son miembros de la OPEP; Rusia, México y Noruega son los más importantes exportadores que no son miembros de la OPEP.

Tabla 5-3 Principales países exportadores (2003)

Pais	Exportación MM bbl/d
Arabia Saudita	8.38
Rusia	5.81
Noruega	3.02
Irán	2.48
Emiratos Árabes Unidos	2.29
Venezuela	2.23
Kuwait	2.00
Nigeria	1.93
México	1.74
Algeria	1.64
Libia	1.25

MM bbl/d: Millones de barriles diarios

Fuente: elaboración propia con datos de la Energy Information Agency.

Por otro lado, Estados Unidos es el principal importador mundial de hidrocarburos (figura 5-2). China en los últimos años se ha posicionado como un importador de petróleo.

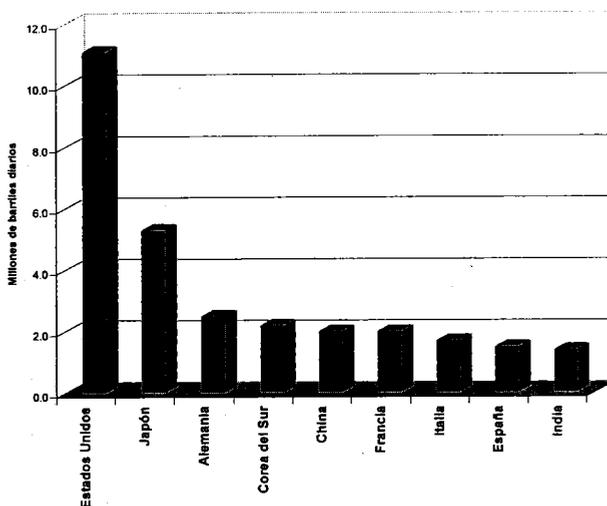


Figura 5-2 Principales países importadores, 2003
(elaboración propia con datos de la Energy Information Agency)

Se estima que en el 2003 el consumo global de hidrocarburos fue de 79.5 millones de barriles diarios, de los cuales los miembros de la OPEP en su conjunto tan sólo consumieron alrededor de 6.5 millones de barriles al día, lo cual significa un consumo equivalente al 8% del total. La mayoría de los principales consumidores de petróleo también son importadores netos. De los 11 principales consumidores de hidrocarburos en el 2003 (figura 5-3), sólo Rusia y Canadá fueron exportadores. Brasil, el noveno consumidor más importante del mundo, importó alrededor de 240,000 barriles diarios. El resto de los principales consumidores están catalogados como los más grandes importadores del mundo.

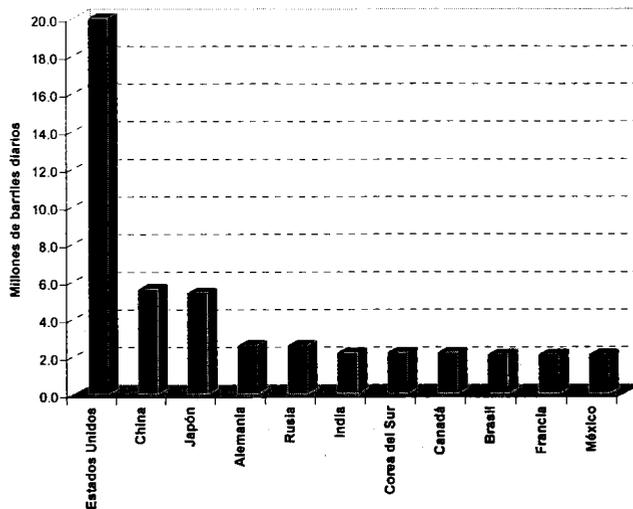
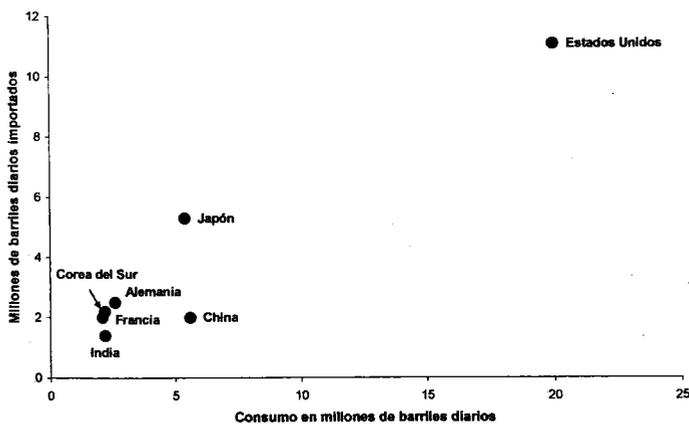


Figura 5-3 Principales países consumidores, 2003
(elaboración propia con datos de la Energy Information Agency)

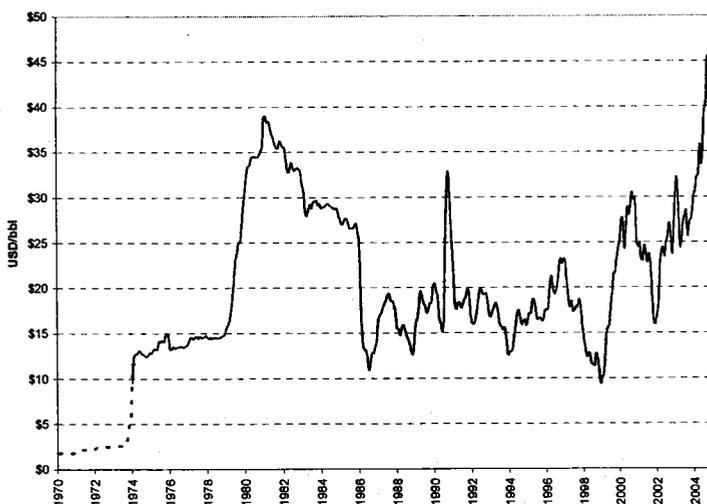


Nota: Italia y España no figuran en el gráfico debido a que no se localizaron datos de su consumo

Figura 5-4 Principales importadores-consumidores de petróleo, 2003
(elaboración propia con datos de la Energy Information Agency)

5.1.4 Precio internacional del petróleo

El precio internacional del crudo ha mostrado un comportamiento irregular con el paso del tiempo derivado de diversos sucesos suscitados a nivel mundial (figura 5-5). En la década de los setenta y principios de los ochenta, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) tuvo un peso importante en la cotización internacional del petróleo. En ese entonces, los países miembros de la OPEP acordaban el aumento o reducción de su producción para inducir la modificación de los precios del crudo, situación que llevó su precio a niveles nunca antes observados en la historia de la industria. Después, debido a intervenciones de países no miembros de la OPEP, se logró establecer un régimen de precios spot, basados en la oferta y demanda internacional del hidrocarburo. Bajo esta situación, el precio internacional del crudo mostró una disminución paulatina, de tal forma que para finales de la década de los ochenta su cotización promedio oscilaba entre los 10 y 20 dólares por barril.



USD/bbl: Dólares por barril

Figura 5-5 Precio histórico del crudo (elaboración propia con datos de la Energy Information Agency)

El conflicto entre Irak y Kuwait, a principios de la década de los noventa, se tradujo en un alza en los precios que afectó momentáneamente el comportamiento que se venía observando desde finales de la década anterior. A finales de la década de los noventa los precios del petróleo cayeron a niveles inferiores a los diez dólares por barril, debido a la conjunción de la sobreproducción en Irak y la reducción en la demanda originada por la crisis económica en Asia, el

incremento en los inventarios mundiales y por dos de los inviernos más calientes de las últimas décadas. En respuesta, la OPEC ordenó recortes en la producción que en total sumaron 4.3 millones de barriles diarios. El efecto de esta decisión, combinado con el incremento en la demanda y otros factores, como las condiciones climáticas globales y la reducción generalizada en los inventarios mundiales, se reflejó en la triplicación de los precios entre enero de 1999 y septiembre del año 2000. Luego la poca demanda mundial (originada principalmente por la recesión económica de los Estados Unidos) y la sobreproducción de la OPEC llevaron los precios a la baja, tendencia que se pronunció con los ataques terroristas del 11 de Septiembre del 2001. Posteriormente, la combinación de diferentes sucesos como la huelga de trabajadores en la industria petrolera Venezolana, las tensiones por la incertidumbre en el Medio Este y las expectativas de inviernos más fríos, proyectaron los precios a la alza. Después, los efectos devastadores del huracán Iván en el Golfo de México, reforzaron dicha tendencia, al deshabilitar la producción en campos de esa zona.

En los dos últimos años los precios han superado los 30 dólares por barril, e incluso han alcanzando niveles superiores a los observados a principios de la década de los ochenta. Ello coincide con la recuperación económica de América del Norte y el rápido crecimiento económico de los países asiáticos y con los efectos en la producción debidos a fenómenos naturales. Bajo esta perspectiva, los altos precios podrían llegar a verse afectados por una sobreoferta de petróleo y por la introducción masiva de fuentes de energía renovable, así como por una recesión en la demanda debida, entre otros factores, a problemas económicos en los principales países consumidores.

5.1.5 Reservas probadas

La localización de las reservas probadas mundiales por mucho, se encuentra concentrada en los países de la OPEP, principalmente en aquellos localizados en el Medio Este (figura 5-7). De acuerdo con estimaciones del Oil & Gas Journal, para enero del 2004, de los 1.27 trillones de barriles de reservas probadas en el mundo, 870 billones de barriles (69%) estaban localizados en territorio de los miembros de la OPEP. Este estimado considera las reservas de hidrocarburos no convencionales que se localizan en Canadá. Haciendo a un lado estos hidrocarburos, las reservas mundiales totales suman 1.09 trillones de barriles. Ello significa que bajo este escenario, los países de la OPEP tienen en su poder alrededor del 80% de las reservas mundiales.

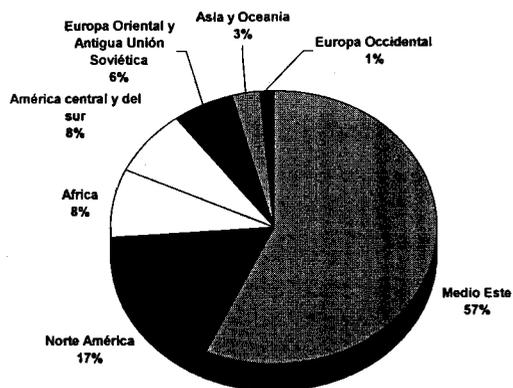


Figura 5-6 Reservas probadas mundiales por región, 2003
(elaboración propia con datos de la Energy Information Agency)

Tabla 5-4 Reservas probadas por país (2003)

País	Reservas B bbl
Arabia Saudita	261.9
Canadá	178.8
Irán	125.8
Irak	115.0
Kuwait	101.5
Emiratos Árabes Unidos	97.8
Venezuela	77.2
Rusia	60.0
Libia	39.0
Nigeria	35.3
Estados Unidos	21.9
China	18.3
Qatar	15.2
México	14.6
Argelia	11.8
Brasil	10.6

B bbl: Billones de barriles

Fuente: elaboración propia con datos de la Energy Information Agency.

Partiendo de las tasas de producción observadas en el 2003, se estima que la vida de las reservas de los países miembros de la OPEP es de alrededor de 88 años, mientras que para el resto de los países es tan sólo de 26 años.

5.2 Delimitación de la industria

El panorama que se presentó en el apartado anterior pone en contexto el análisis de la industria petrolera nacional. La delimitación de la industria ya se ha definido en el objetivo de este trabajo, es decir, el enfoque del estudio sólo se centrará en las actividades de exploración y producción (upstream) que se desarrollan en el territorio mexicano. De esta forma, la industria ha sido delimitada tanto geográfica, como operativamente.

5.2.1 Panorama general de la industria petrolera nacional

La industria petrolera mexicana es un monopolio que constitucionalmente es administrado por PEMEX, quien tiene la misión de maximizar el valor económico de los hidrocarburos y sus derivados, para contribuir al desarrollo sustentable del país. La Constitución Mexicana estipula que la Nación y no PEMEX, tiene la propiedad del petróleo y otras reservas de hidrocarburos que se ubican en México³⁰, a diferencia de otras compañías petroleras que son dueñas de sus reservas de hidrocarburos.

PEMEX tiene el derecho exclusivo de explotar las reservas de hidrocarburos en México de acuerdo con la ley vigente³¹; sin embargo, el Congreso de la Unión tiene la facultad de modificar la legislación existente y el derecho exclusivo de PEMEX para explotar total o parcialmente dichas reservas.

Petróleos Mexicanos es un organismo descentralizado del Estado Mexicano, con personalidad jurídica y patrimonio propio³², que de acuerdo con las leyes mexicanas, está a cargo de la planeación central y la dirección estratégica de todas las actividades que abarca la industria petrolera estatal, bajo la orientación de la Secretaría de Energía en los términos de la ley reglamentaria. Opera por conducto de un corporativo y cuatro organismos subsidiarios³³.

³⁰ Art. 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

³¹ Art. 1. Ley orgánica de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios; Art. 3 de la Ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en el ramo petrolero.

³² Art. 2. Ley orgánica de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios.

³³ Art. 3. Ley orgánica de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios.

- Petróleos Mexicanos
- PEMEX Exploración y Producción
- PEMEX Refinación
- PEMEX Gas y Petroquímica Básica
- PEMEX Petroquímica

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es el responsable de la conducción central y dirección estratégica de la industria petrolera estatal y de asegurar su integridad y unidad de acción.

PEMEX Exploración y Producción (PEP) tiene a su cargo la exploración y explotación del petróleo y el gas natural.

PEMEX Refinación (PR) produce, distribuye y comercializa combustibles y demás productos petrolíferos.

PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) procesa el gas natural y los líquidos del gas natural; distribuye y comercializa gas natural y gas LP; produce y comercializa productos petroquímicos básicos.

PEMEX Petroquímica (PPQ) a través de sus siete empresas filiales (Petroquímica Camargo, Petroquímica Cangrejera, Petroquímica Cosoleacaque, Petroquímica Escolín, Petroquímica Morelos, Petroquímica Pajaritos y Petroquímica Tula) elabora, distribuye y comercializa una amplia gama de productos petroquímicos secundarios.

Además, cuenta con el apoyo de PMI comercio Internacional en las actividades de comercio exterior.

Dado que PEP es el organismo responsable de la conducción de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, el caso de estudio para la creación del modelo de competitividad del sector se basará en el análisis del funcionamiento de esta división de PEMEX.

5.3 Modelo de negocio de la industria petrolera mexicana

De acuerdo con lo dispuesto en la metodología propuesta, el primer paso en para la generación del modelo de análisis consiste en la caracterización del modelo de negocio del sector, lo que involucra detallar la propuesta de valor, la segmentación del sector, la identificación de las

actividades de la cadena de valor y estructura de costos, la red de valor y la estrategia competitiva representativa de la industria.

5.3.1 Propuesta de valor

La industria de exploración y producción de hidrocarburos ofrece dos productos principales: el petróleo crudo y gas seco (mejor conocido como gas natural por su composición predominante de metano). El primero de ellos es el producto más abundante en territorio mexicano y el que tiene mayor relevancia en los mercados internacionales por ser la fuente principal de combustibles. El segundo, aunque es un energético con un poder calorífico muy alto y con menores efectos malignos sobre el medio ambiente, aún no logra sustituir a los hidrocarburos líquidos, por lo que se le puede considerar como un producto “secundario de la industria”.

Entonces, la *propuesta de valor* principal que ofrece la industria es el petróleo crudo, que se integra por mezclas de hidrocarburos líquidos de diferentes densidades. A nivel internacional se sigue la escala normalizada por el Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute, API) para catalogar los crudos de acuerdo con su peso específico. Esta escala es llamada densidad API, comúnmente conocida como grados API.

En el siguiente cuadro se muestra una clasificación de los hidrocarburos líquidos en función de su densidad.

Tabla 5-5 Clasificación de los hidrocarburos líquidos de acuerdo a su densidad

Clase de crudo	Densidad (g/cm ³)	Densidad (grados API)
Extrapesado	> - 1.0	< - 10.0
Pesado	1.01 - 0.92	10.1 - 22.3
Mediano	0.91 - 0.87	22.4 - 31.1
Ligero	0.86 - 0.83	31.2 - 39.0
Superligero	< - 0.83	> - 39

Fuente: Secretaría de Energía, www.energia.gob.mx.

Los crudos que ofrece PEP son en general mezclas de aceites de diferentes densidades, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5-6 Clasificación de las mezclas de aceites producidos en México

Tipo de aceite	Clasificación	Densidad (grados API)	Contenido de azufre (% peso)
Altamira	Pesado	15.0 – 16.5 °	ND
Maya	Pesado	21.0 – 22.0 °	3.33
Istmo	Ligero	32.0 – 33.0 °	1.25
Olmeca	Superligero	38.0 – 39.0 °	0.79

ND: Dato no disponible

Fuente: PEMEX, Reporte anual 2003.

Por otro lado, el contenido de compuestos de azufre es una característica más de los crudos que se comercializan internacionalmente. Así, el crudo también puede clasificarse por su contenido de azufre. Los petróleos crudos "amargos" contienen 3.4% o más proporción de azufre por peso y los petróleos crudos "dulces" contienen menos del 1.0% de proporción de azufre por peso. Cuanto menor es la cantidad de azufre en el crudo, su calidad es mejor por lo que también su valor comercial es mayor. En general, los crudos mejor cotizados en los mercados internacionales son los que tienen mayor densidad en grados API y menores niveles de azufre.

La mayor producción de PEP consiste en petróleo crudo Istmo y Maya que contienen un alto contenido de azufre. En el 2003, el 71.8 % de la producción total consistió en crudos pesados y el 28.2 % en crudos ligeros y muy ligeros. Debido a su alto contenido de azufre, el petróleo tipo Maya requiere un procesamiento adicional y tiene rendimientos de refinación más bajos que los petróleos crudos dulces más valiosos y, por lo tanto, es necesaria una inversión adicional por parte del comprador para refinarlo. Por esta razón, el petróleo crudo Maya se vende a un precio más bajo que el de los petróleos crudos más dulces, cuya refinación es de menor costo.

5.3.2 Segmentos del sector

En la industria de exploración y producción podemos identificar dos segmentos: La exploración y producción de crudo y la de gas seco. En la industria nacional la única empresa involucrada en ambas actividades es Petróleos Mexicanos. El enfoque que se dará a este estudio se centrará en el sector de exploración y producción de crudo, por ser el producto más abundante en territorio nacional y de mayor trascendencia económica para el país, por lo que quedará al margen la exploración y producción de gas seco.

La segmentación del mercado del crudo se realiza desde el punto de vista del destino de los productos, es decir se divide en el mercado de consumo interno y en el mercado de exportación. El consumo interno representó en el 2003 el 45% de la producción total, con 1'509,000 barriles

diarios, y el resto (55%), con 1'848,000 barriles por día, se destinó a exportación. El crudo Maya representó el 86% del volumen de crudo exportado y el 46% del consumo interno.

5.3.3 Elementos de la cadena de valor

5.3.3.1 Actividades primarias.

Las actividades primarias de la cadena de valor de la industria petrolera son:

- Exploración
- Perforación de pozos exploratorios
- Terminación de pozos
- Extracción o explotación
- Transporte

La exploración consiste en identificar los lugares en los que podrían existir reservas de hidrocarburos mediante investigaciones de tipo geológico. El primer paso es la identificación de zonas con probabilidad de contener reservas de hidrocarburos a través de la realización de mapas geológicos. Después, los geólogos realizan la inspección y toma de muestra de las zonas con probabilidad para tener una mayor aproximación de la formación y presencia de hidrocarburos. Hecho esto, el paso más importante en la exploración es la obtención de datos mediante la técnica sísmica. La información recabada es interpretada para establecer las áreas en las que posiblemente se encuentran depósitos de hidrocarburos.

La perforación de pozos exploratorios es la etapa en la que se determina si realmente en los sitios de investigación geológica existen hidrocarburos. Esta etapa se inicia con el acondicionamiento del terreno para transportar el equipo de perforación, ello incluye la creación de caminos en caso de no haberlos. La perforación se realiza con alguna de las diversas técnicas que existen hoy en día.

Posteriormente, las tareas de terminación consisten en limpiar el pozo y realizar perfiles para determinar la localización de los estratos que contienen las reservas a lo largo del pozo. Se realizan los ensayos preliminares a la producción para caracterizar la productividad que se puede esperar del campo. En el caso de que presente una baja productividad, se procede a los trabajos de estimulación del pozo por métodos artificiales. Al final de las tareas de terminación, el pozo está prácticamente listo para iniciar la producción.

Al principio de las tareas de extracción, en los pozos con suficiente energía propia se colocan los "árboles de navidad", los cuales son sistemas de válvulas que se colocan en la cabeza del pozo para controlar el flujo de los hidrocarburos. Si los pozos carecen de suficiente presión se emplean otros métodos de extracción. Los hidrocarburos extraídos a menudo vienen acompañados de

sedimentos, agua y gas natural, por lo que son procesados en equipos de separación y enviados a unidades de almacenamiento. El gas asociado extraído se somete a un proceso adicional de tratamiento. Posteriormente, cuando el campo inicia la fase de declinación, se procede a la aplicación de métodos de recuperación secundaria para agotar lo más posible las reservas del yacimiento.

La última actividad del proceso en la cadena de valor es el transporte de los hidrocarburos a los centros de consumo y de embarque. El transporte principalmente se realiza a través de oleoductos, o gasoductos en el caso del gas, con estaciones de bombeo localizadas a lo largo del trayecto para mantener la presión en el sistema.

5.3.3.2 Actividades de apoyo

Las actividades de apoyo se integran por la administración de recursos humanos, tecnologías de la información, seguridad industrial, salud ocupacional, protección ambiental y calidad, administración y finanzas, perforación y mantenimiento de pozos, ingeniería y desarrollo de obras estratégicas, planeación y evaluación, operaciones y comercialización.

PEP en 2003, contaba con un total de 47 mil 190 empleados. El 25% del total se dedicaba a labores exploratorias y de producción, 21 % a trabajos administrativos, 22 % a perforación, 22% a labores de mantenimiento y logística, y el restante (10%) a diversas actividades de apoyo técnico.

5.3.4 Estructura de costos

De acuerdo con el reporte para el 2003 del ejercicio programático económico financiero del gasto programable en flujo de efectivo de entidades paraestatales de control presupuestario directo, PEMEX Exploración y Producción en el 2003, ejerció un gasto corriente total por 101,294 millones de pesos. El gasto lo divide en cuatro rubros: Gestión gubernamental, Actividad económica, Medio ambiente y recursos naturales, y Seguridad social.

El primero de los rubros, la gestión gubernamental, incluye los gastos derivados de las actividades relacionadas con la regulación y control interno de la paraestatal. Se trata de un costo, que más que nada, se deriva de la naturaleza de la propia empresa. Éste representó poco más del 4% de los costos totales de operación de la empresa en el 2003.

En el rubro de actividad económica quedan comprendidos todos los gastos involucrados con la operación directa de la empresa. Aquí se agrupan los costos por concepto de operación y mantenimiento de la infraestructura, costo de ventas, mantenimiento de pozos, instalaciones de producción y de la infraestructura de almacenamiento y transporte, gastos asociados a la

exploración y producción, y los costos incurridos por el fomento del desarrollo tecnológico en actividades de exploración y producción. En total, este rubro representó el principal componente de la estructura de costos de la empresa abarcando casi el 90% de estos.

El rubro de medio ambiente y recursos naturales, incluye los costos resultantes del aseguramiento del cumplimiento de la regulación ambiental y abandono de campos. Es el rubro con menor relevancia en relación con los costos totales, pues en el 2003 sólo representó el 0.01% del gasto.

Finalmente, el componente de seguridad social, referente a los costos de garantizar recursos para el pago de pensiones y jubilaciones, cubrió poco más del 6% del gasto total.

En la tabla 5-7 se presentan los porcentajes de los costos generales de PEMEX Exploración y Producción, para cada uno de los cuatro rubros principales y sus principales componentes.

Tabla 5-7 Estructura de costos de PEMEX Exploración y Producción (2003)

Gestión gubernamental	4.3%
<i>Regulación interna</i>	96.4%
Garantizar la eficiente aplicación de recursos para el desarrollo de las actividades	89.5%
Capacitación y actualización	3.3%
Infraestructura de apoyo a actividades sustantivas	7.2%
	100.0%
<i>Control interno</i>	3.6%
Auditar la gestión pública	
	100.0%
Actividad económica	89.4%
<i>Operación y mantenimiento de infraestructura</i>	97.4%
<i>Ventas</i>	0.9%
<i>Mantenimiento de pozos</i>	0.1%
<i>Mantenimiento de instalaciones de producción</i>	1.3%
<i>Fomento del desarrollo tecnológico para las actividades de exploración y producción.</i>	0.3%
	100.0%
Medio ambiente y recursos naturales	0.1%
<i>Asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental</i>	100.0%
	100.0%
Seguridad social	6.3%
<i>Garantizar recursos para el pago de pensiones y jubilaciones</i>	100.0%
	100.0%
	100.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de PEMEX. Cuenta de la hacienda pública federal de 2003.

5.3.5 Red de valor

La red de valor de PEP, está compuesta tanto por socios de primer nivel como de segundo nivel.

Sus socios de primer nivel incluyen aquéllos relacionados con la comercialización de sus productos y con servicios de desarrollo tecnológico. En la categoría de socios de segundo nivel, están todo el conjunto de industrias que proveen de bienes y servicios a todas las actividades de la cadena de valor del sector de exploración y producción.

El principal socio de comercialización de PEMEX es el grupo PMI quien se encarga de comercializar, distribuir y servicios relacionados a PEMEX y a clientes independientes. PMI y PMI Trading venden, compran y transportan petróleo crudo en los mercados mundiales. El grupo PMI también administra riesgos, contrata seguros y lleva a cabo servicios de transporte y almacenamiento para PEMEX. Tiene oficinas en la Ciudad de México, Houston y Londres. Este grupo es quien se encarga de administrar la cartera de clientes internacionales, algunos de los cuales firman contratos de suministro por periodos prolongados de tiempo.

PEMEX Gas y Petroquímica Básica es otro socio de comercialización de PEP. Esta entidad se encarga entre otras cosas, de transportar, distribuir y vender gas natural y gas licuado de petróleo en México, principalmente a través de comercializadores independientes que llevan estos productos al consumidor final.

Por otro lado, PEP tiene socios tecnológicos que le brindan apoyo y servicios tecnológicos. Su socio principal es el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), quien por más de 45 años ha sido considerado como su brazo tecnológico. También cuenta con el apoyo de universidades e institutos de educación superior de México y el extranjero. Sin embargo, en la mayoría de los casos los proyectos o programas establecidos con estas últimas entidades tienen alcances muy cortos y son muy específicos, por lo que no se les puede considerar del todo como socios tecnológicos.

Las actividades de PEP demandan una gran variedad de bienes y servicios. Dado que PEP es una figura paraestatal, la gran mayoría de sus adquisiciones se realizan de acuerdo a los términos de las leyes de adquisiciones, arrendamientos y servicios del sector público, por lo que éstas están sujetas a procesos de licitación. Ello, aunado a que cientos de empresas nacionales y extranjeras participan en las licitaciones, ha sido un factor restrictivo en el establecimiento de contratos a largo plazo con proveedores.

5.3.6 Estrategia competitiva

Dada la naturaleza de los productos que ofrece la industria petrolera, en su sector de exploración y producción, ésta se caracteriza por enfocarse en la estrategia de reducción de costos. La gran volatilidad de los precios internacionales de los hidrocarburos, ha condicionado a las empresas petroleras a vigilar muy de cerca sus costos de producción, ya que cualquier situación fortuita que derive en una drástica reducción de precios, podría dejar fuera de la contienda a aquellas con mayores costos globales de producción. En cierta forma PEMEX ha tratado de seguir esta estrategia, sin embargo, su condición como empresa estatal y como única empresa petrolera del sector petrolero en México, han inhibido su aplicación efectiva.

Las empresas petroleras a nivel internacional invierten constantemente en programas de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que les permitan reducir sus costos y hacer más eficientes sus procesos, tanto los de identificación de nuevas reservas como de los de producción. Forman alianzas entre ellas y con empresas proveedoras de servicios tecnológicos, establecen programas de investigación con universidades y centros públicos de investigación; incluso, integran sus propios centros de investigación y desarrollo. Sin embargo, los altos costos asociados al desarrollo de nuevas tecnologías, sólo permiten que las empresas con grandes recursos puedan albergar esta última alternativa.

5.4 Fuerzas competitivas de la industria

Una vez caracterizado el modelo del negocio de la industria petrolera, se tiene un mejor entendimiento de su funcionamiento y estructura. Ahora, con el análisis de las fuerzas competitivas de la industria, se busca revelar la influencia de las fuerzas estructurales de la competencia en el desempeño del sector.

El hecho de que PEMEX sea el único participante en la exploración y producción de hidrocarburos, podría llevarnos a pensar que no existen fuerzas competitivas en el sector mexicano. Sin embargo, la realidad es que sí hay fuerzas que influyen en el desempeño del sector: Los productos sustitutos y la posibilidad de entrada de nuevos participantes. El modelo de las cinco fuerzas propuesto por Michael Porter, establece el marco de referencia adecuado para identificar las fuerzas competitivas presentes en la industria.

A continuación se analiza la influencia de cada una de las cinco fuerzas en la industria petrolera mexicana.

5.4.1 Nivel de rivalidad entre los competidores

La industria petrolera nacional desde la expropiación petrolera ha estado bajo el control del estado mexicano. En 1938, el Presidente de México Lázaro Cárdenas del Río expropió las compañías petroleras que operaban en México, entonces propiedad de extranjeros. Después, el Congreso de la Unión estableció la creación de Petróleos Mexicanos, mediante un Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, que entró en vigor el 20 de julio de 1938.

PEMEX, tiene la autoridad exclusiva de llevar a cabo todas las facetas de exploración y producción de hidrocarburos, así como la producción, distribución y comercialización de productos energéticos, incluyendo productos derivados del petróleo y petroquímica básica. No obstante en materia de gas natural, desde 1995 se les ha permitido a las compañías del sector privado participar en el almacenamiento, distribución y transporte, aunque la exploración, producción y ventas de primera mano de este hidrocarburo siguen siendo derecho exclusivo de la paraestatal.

Dado el panorama expuesto anteriormente, PEMEX es la única empresa petrolera que participa en la industria nacional. En este sentido, el nivel de rivalidad en la industria no tiene efecto sobre la competitividad de la misma.

5.4.2 Riesgo de entrada de nuevos competidores

Desde 1938 las leyes y regulaciones federales mexicanas han confiado a PEMEX la responsabilidad de conducir la industria petrolera de México. La entrada de nuevos competidores en el sector está restringida por disposición constitucional. Ninguna empresa que no sea PEMEX tiene facultades para explorar, producir, transportar y comercializar hidrocarburos en territorio nacional, salvo las disposiciones antes mencionadas relacionadas con el gas natural. Hasta ahora, la participación de otras empresas en la industria petrolera nacional se ha limitado a proveer insumos y servicios.

La industria petrolera aporta un porcentaje significativo al producto interno bruto nacional y se ha convertido en una fuente importante y estratégica de recursos para el Poder Ejecutivo Federal, por lo que en el corto y mediano plazo no se vislumbra la posibilidad de la apertura total de la industria a la entrada de nuevas compañías. Además, suponiendo que se diera una apertura parcial, habría fuerzas sociales y políticas que podrían llegar a revocar esa decisión.

No obstante, la entrada de nuevos competidores podría darse de una forma paulatina, de tal forma que sus implicaciones políticas y sociales sean menores. La razón de exponer esta posibilidad, es que PEMEX enfrenta un rezago tecnológico que lo pone en desventaja frente a los competidores internacionales, y bajo esta circunstancia, una de sus alternativas es buscar la creación de

acuerdos de transferencia de tecnología con empresas extranjeras. La tecnología es uno de los activos más valiosos de las empresas petroleras y únicamente estarán dispuestas a compartirlo a cambio de un precio muy alto, el cual podría ser la posesión de una parte de los recursos extraídos de territorio nacional.

Una muestra de lo dicho anteriormente es la situación que está enfrentando PEMEX para la extracción de petróleo en aguas profundas. Se habla mucho del potencial de reservas que tiene México en las aguas profundas del Golfo de México, sin embargo estas aseveraciones aún no han sido confirmadas del todo. Lo cierto es que PEMEX no cuenta con la experiencia y recursos suficientes para explotar yacimientos a esas profundidades. Quizá la entrada de empresas petroleras extranjeras se pueda facilitar por esta circunstancia, ya que PEMEX necesitará de su experiencia y recursos para explorar adecuadamente sus reservas en las profundidades del Golfo de México. No obstante, las alternativas que hasta el momento han sido estudiadas se han apegado a la Constitución, lo cual significa que aunque entren empresas extranjeras, el petróleo extraído seguiría siendo propiedad de la nación y administrado por PEMEX. Sin embargo, de haber alguna modificación constitucional relacionada con la propiedad y administración de los hidrocarburos explotados en territorio nacional, habría mayores probabilidades de que ingresen más competidores al sector.

El efecto de nuevos competidores en la industria podría manifestarse en una reducción en los ingresos de PEMEX y por consiguiente del erario público. Seguramente las nuevas compañías que ingresen establecerán también en la industria estándares tecnológicos y prácticas operativas para la reducción de costos, con lo que se obligaría a PEMEX a seguir estas tendencias.

5.4.3 Productos sustitutos

Desde hace muchos años atrás, se han buscado nuevas formas de generar energía de una forma más eficiente y con menores repercusiones al medio ambiente. Uno de los mayores problemas de los hidrocarburos, es su repercusión en el calentamiento global por el gran volumen de gases con efecto invernadero que se liberan con su combustión. Además, en la víspera de que los recursos fósiles comenzarán a declinar en los próximos años, los gobiernos de distintos países han apoyado programas de desarrollo de nuevas fuentes de energía, que les permitan reemplazar paulatinamente el consumo de hidrocarburos.

Los productos sustitutos de la industria petrolera son energéticos que pueden reemplazar la función de los hidrocarburos en la generación de energía eléctrica y como combustibles industriales y para el transporte.

De acuerdo con el balance nacional de energía 2003 (figura 5-8), el consumo total de energía en nuestro país fue de 3.8 millones de penta joules (PJ), un incremento del 1.3% con relación al consumo observado en el 2002. En conjunto, los derivados de los hidrocarburos participaron con el 73.9 del consumo final energético; la electricidad con el 15.2; la leña con el 6.7%; el bagazo de la caña con el 2.3%; el coque de carbón con 1.7% y el carbón con el 0.2%.

Como fuentes alternas de energía, las centrales termoeléctricas, núcleo eléctricas, hidroeléctricas y centros de generación de energía eólica y solar (aunque estas últimas con un nivel de desarrollo incipiente aún en México) se han colocado en nuestro país como alternativas viables a las plantas de ciclo combinado, que emplean gas natural y otros hidrocarburos, para la generación de energía eléctrica.

En cuanto al consumo de energía, el sector transporte e industrial concentran casi tres cuartas partes del consumo nacional de energía. En el 2003, el sector transporte consumió 44.3% de energía, mientras que el industrial representó alrededor del 30% del consumo total. Por su parte, el agregado formado por los subsectores residencial, comercial y público registró una participación del 22.7% y el sector agropecuario tan sólo el 2%.

En el caso del sector transporte, poco más del 90% es consumido por los vehículos automotores. En este subsector, los hidrocarburos aún no han sido reemplazados, sin embargo, a nivel mundial se han desarrollado tecnologías para el aprovechamiento del metanol de origen vegetal y del hidrógeno como combustibles automotrices. Algunos prototipos a base de hidrógeno se han presentado en nuestro país y se espera que en los próximos años comiencen a ser comercializadas unidades con esta tecnología, una vez que se tenga la infraestructura adecuada para el abastecimiento de hidrógeno a los vehículos.

Por otro lado, los hidrocarburos como combustibles industriales se enfrentan a fuentes de energía como el biogas, aceites y desperdicios de plástico y caucho. Sin embargo estas fuentes aún no representan un porcentaje importante del consumo de combustibles industriales por las desventajas ambientales que conllevan y las inversiones necesarias para instalar estas plantas. En este sentido, el energético preferido aún sigue siendo por mucho el gas natural.

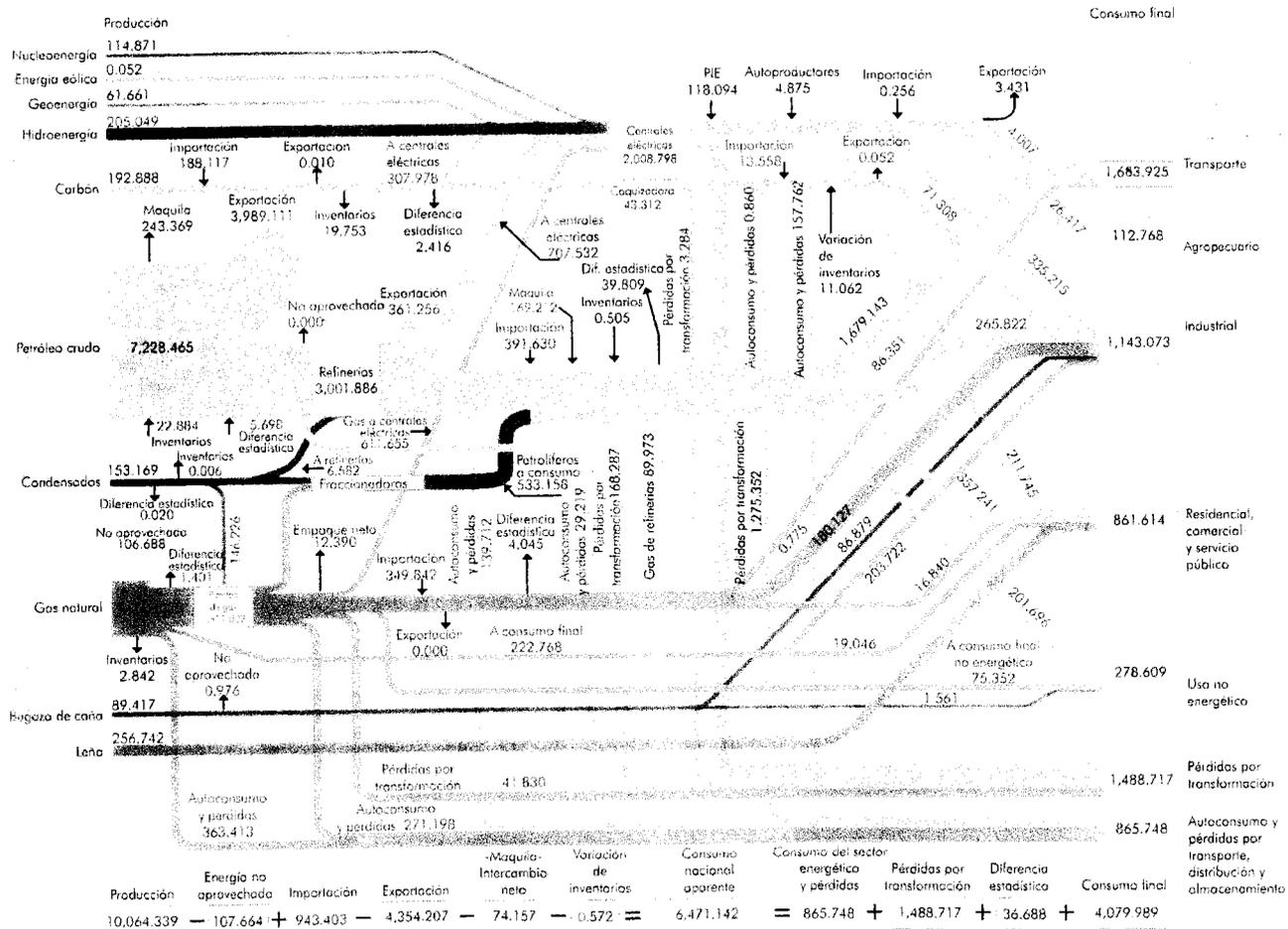


Figura 5-7 Balance Nacional de Energía 2003 (Secretaría de energía; Balance Nacional de Energía, 2003)

Los hidrocarburos no sólo funcionan como energéticos, su otra aplicación potencial es como materia prima para la elaboración de productos petroquímicos. Estos productos son la base de la mayoría de los objetos que utilizamos cotidianamente. Hasta ahora, quizá el principal sustituto que puede representar una disminución en el consumo de petroquímicos para la elaboración de productos son los materiales reciclados. El reciclaje se ha fortalecido por las disposiciones gubernamentales en materia ambiental. Sin embargo, el reciclado todavía dista mucho de ser una amenaza en la demanda de productos petroquímicos.

Mientras las fuentes alternas de energía no representen una parte importante del mercado de energéticos, los precios del petróleo seguirán siendo altos, sin embargo, llegará un punto en el que las fuentes sustitutas presenten mayores ventajas económicas al ser quizá más baratas que los hidrocarburos. En ese momento el "equilibrio" de precios significará para las empresas petroleras un límite definitivo en la utilidad promedio por barril de petróleo.

5.4.4 Poder de negociación de los clientes

PEMEX Refinación y PEMEX petroquímica son los consumidores domésticos del crudo, mientras que PEMEX Gas y Petroquímica Básica es el responsable de la comercialización de los hidrocarburos gaseosos y sus derivados. En el caso de las dos primeras entidades, la negociación con PEMEX Exploración y Producción, está establecida bajo los lineamientos de la estructura orgánica de PEMEX y de la Secretaría de Energía.

En el caso de los hidrocarburos gaseosos, su precio es establecido por la Secretaría de Energía con base en precios internacionales. Aunque PEMEX Gas y Petroquímica básica es el responsable de su comercialización, no tiene facultades para modificar directamente el precio de los hidrocarburos gaseosos.

No obstante, dados los altos precios del gas natural, un buen número de organizaciones industriales han demandado al gobierno federal y a la Secretaría de Energía reducciones en su precio, puesto que los energéticos representan un alto porcentaje en sus costos de operación, y ello los ubica en desventaja frente a la competencia internacional.

En suma, quizá la única presión por parte de los clientes se da en el mercado de los hidrocarburos gaseosos que sirven de combustible a empresas. Sin embargo, el volumen de las compras de gases en territorio nacional no pone en riesgo alguno los ingresos del sector de exploración y producción.

5.4.5 Poder de negociación de los proveedores

La naturaleza de la industria petrolera y en particular de la mexicana en la que sólo hay un competidor, limita drásticamente la posibilidad de que los proveedores tengan un poder significativo en las negociaciones. Además, siendo PEMEX una entidad gubernamental, se debe ajustar a los procesos establecidos por el gobierno federal para la adquisición de bienes y servicios. Las compras de PEMEX se realizan mediante licitaciones. Bajo este esquema, los proveedores pierden poder de negociación al estar directamente confrontados con otros oferentes de los mismos productos y servicios.

Sin embargo, PEMEX tiene un lado vulnerable, no ha desarrollado tecnología propia y actualmente se enfrenta a una situación de alta dependencia tecnológica del exterior. El principal problema que enfrenta, es que la producción en sus principales campos productores, como es el caso de Cantarell, están decayendo por lo que necesita emprender acciones inmediatas que lo lleven sostener sus niveles actuales de producción en los próximos años. Pero PEMEX no cuenta con la experiencia y tecnología necesaria para explotar sus reservas en aguas profundas, que es de donde se espera cubrir la producción futura de hidrocarburos. Bajo esta situación, las grandes empresas petroleras que han ganado experiencia en este terreno, podrían forzar a PEMEX a aceptar sus condiciones, a cambio de transferirle su tecnología y experiencia para el desarrollo y puesta en marcha de esos campos.

El efecto que puede tener el poder de negociación de los proveedores de tecnología sobre la industria petrolera nacional se puede manifestar de diversas formas, desde el aumento de los costos operativos a causa del pago de licencias y asesoría, hasta la entrada de nuevos participantes en el sector.

5.5 Influencias del entorno

Existen una gran cantidad de factores del entorno que moldean y establecen la forma en que se realizan las operaciones del sector. Los elementos del entorno actúan sobre la industria en el sentido que establecen el contexto en el cual se desenvuelve y son los responsables de la presencia de ventajas comparativas, que le podrían permitir ubicarse en una mejor posición competitiva frente a los sectores de otros países. Por otro lado, representan también las fuentes latentes de riesgo para la industria, que en cualquier momento podrían alterar su funcionamiento.

A continuación se identifican los factores para cada uno de los elementos del entorno social, político y legal, económico y tecnológico que moldean el funcionamiento de la industria petrolera.

5.5.1 Entorno social

Factores Laborales

La mayoría de los trabajadores de PEMEX tienen una relación derivada de un Contrato Colectivo que se revisa bianualmente. Desde su creación en 1938, en PEMEX no han existido huelgas o conflictos laborales que pongan en riesgo su operación. Sin embargo, no puede asegurarse que en el futuro no llegue a existir algún conflicto entre PEMEX y sus trabajadores o el Sindicato, lo cual podría afectar adversamente las operaciones e ingresos de PEMEX.

5.5.2 Entorno político y legal

Entorno político

Los acontecimientos políticos en México también pueden afectar la situación financiera y los resultados de operaciones de PEMEX, así como el cumplimiento de las obligaciones previstas en los valores emitidos por emisoras mexicanas en general. El entorno político mexicano se encuentra en un período de transición. El aumento de la representación de los partidos de oposición en el Congreso de la Unión ha transformado a México de ser un estado dominado por un solo partido a una democracia. Aunque todavía no ha habido repercusiones sustanciales adversas por estos cambios políticos, pudiera resultar en condiciones políticas y económicas que afecten material y adversamente las operaciones de PEMEX. Adicionalmente, el acercamiento de las próximas elecciones presidenciales en el 2006, representan un foco adicional de alerta y de inestabilidad, ya que por lo general el cambio del poder ejecutivo conlleva al cambio de administración en la Secretaría de Energía y consecuentemente en PEMEX.

La Dirección General y parte del Consejo de Administración de la compañía es designada por el gobierno. El Presidente de México nombra directamente al Director General de PEMEX y a seis de los 11 miembros del Consejo de Administración, incluyendo al Presidente. Los cinco miembros restantes del consejo son seleccionados por el Sindicato de Trabajadores de Petróleo. Esta situación pone en riesgo la continuidad de las políticas y programas iniciados por las administraciones anteriores.

Entorno legal y regulatorio

Por otra parte, el entorno legal y regulatorio al que PEMEX está sometido, restringe su capacidad de tomar decisiones que le permitan actuar rápidamente a cambios en la industria petrolera mundial. Las actividades de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios están reguladas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Reglamentaria del Artículo 27

Constitucional en el Ramo del Petróleo y por la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (la "Ley Orgánica"), por medio de la cual se confirió a Petróleos Mexicanos (Corporativo) la conducción central y la dirección estratégica de todos los organismos subsidiarios que se crearon con la mencionada Ley. Adicionalmente PEMEX está sujeto al cumplimiento de otras 34 leyes, 19 reglamentos y seis disposiciones de control interno.

El Gobierno Federal y sus dependencias regulan y supervisan las operaciones de PEMEX. El Secretario de Energía actúa como el Presidente del Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos; la SHCP aprueba el presupuesto anual y el programa de financiamiento de Petróleos Mexicanos y de los organismos subsidiarios y los somete al Congreso de la Unión para su aprobación; la SEMARNAT, en forma conjunta con otras autoridades federales y estatales, regula las actividades de PEMEX que pudieran afectar al medio ambiente.

Sin embargo, el Gobierno Federal no tiene la facultad para privatizar o transferir todos o una parte de los activos de PEMEX. Sólo el Congreso de la Unión está facultado para modificar la Constitución y las leyes federales respectivas a fin de cambiar el régimen legal aplicable a PEMEX y sus operaciones y, en su caso, otorgar al Gobierno Federal la facultad para hacerlo. En caso de ser reformado el régimen actualmente aplicable, dichas reformas o modificaciones podrían tener un efecto adverso respecto de las operaciones, la producción, las relaciones laborales y el cumplimiento de obligaciones por parte de PEMEX.

Regulación ambiental

La amplia gama de leyes y reglamentos ambientales federales y estatales, tanto generales como específicos para la industria, regulan las operaciones de PEMEX en México. Numerosas dependencias del Gobierno Federal emiten reglas y reglamentos que a menudo son difíciles y costosos de cumplir y conllevan penalizaciones sustanciales en caso de incumplimiento. Esta obligación de cumplir con la reglamentación ambiental aplicable aumenta el costo de las operaciones de PEMEX y obliga a que se realicen importantes gastos de capital para implementar las medidas de protección ambiental. Asimismo, obliga a reducir la capacidad de extracción de hidrocarburos cuando dicha extracción ponga en peligro el medio ambiente, lo que resulta en menores ingresos por ventas.

Presupuesto anual

Petróleos Mexicanos es un organismo público descentralizado del Gobierno Federal, quien regula y supervisa estrictamente sus operaciones. La SHCP incorpora el presupuesto anual de PEMEX en el presupuesto anual del Gobierno Federal y presenta este presupuesto consolidado al

Congreso de la Unión para su aprobación. Por otro lado, algunos Secretarios de Estado, como miembros del Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos, tienen una ingerencia importante en las decisiones claves de PEMEX. El Secretario de Energía es el Presidente del Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos.

Debido a que el presupuesto de inversión de PEMEX es parte del presupuesto anual del Gobierno Federal, cuando éste reduce su presupuesto anual, también puede reducirse el presupuesto de inversión de PEMEX. Así, como consecuencia de que el Gobierno Federal puede tomar decisiones unilaterales para reducir el presupuesto anual de PEMEX, éste no puede garantizar que contará con los fondos necesarios para continuar con las inversiones de capital a sus niveles actuales.

5.5.3 Entorno económico

Situación macroeconómica

Históricamente, en México se han presentado periodos de contracción económica o bajo crecimiento, caracterizado por altas tasas de inflación, inestabilidad en el tipo de cambio, altas tasas de interés, fuerte contracción en la demanda del consumidor, reducida disponibilidad de crédito, incremento del índice de desempleo y otros problemas económicos. PEMEX no puede garantizar que dichos acontecimientos no ocurran de nuevo en el futuro y que las situaciones que puedan derivar de ello no afecten su situación financiera. Tampoco es posible asegurar que la situación financiera internacional pueda afectar de manera adversa a la economía mexicana y en consecuencia, a la situación financiera de PEMEX.

Variación en el tipo de cambio

La mayor parte de la deuda de PEMEX está denominada en dólares. En el futuro, PEMEX podría incurrir en un endeudamiento adicional denominado en dólares y en otras divisas. Las devaluaciones del peso con relación al dólar o en relación con otras divisas podrían aumentar los costos de los intereses de PEMEX y resultar en pérdidas cambiarias respecto a monedas extranjeras. Por otro lado, cabe señalar que una proporción importante de los ingresos de PEMEX se registran en dólares, por lo que este riesgo es bajo, e inclusive una depreciación del peso podría ocasionar una mejoría en los ingresos de PEMEX.

Volatilidad de los precios de petróleo crudo

Los precios internacionales del petróleo crudo fluctúan debido a diversos factores, incluyendo entre otros los siguientes: (i) cambios en la oferta y la demanda globales de petróleo crudo y productos derivados del petróleo; (ii) disponibilidad y precio de productos de la competencia; (iii) tendencias económicas internacionales; (iv) fluctuaciones en el tipo de cambio de las divisas; (v) expectativas de inflación; (vi) acciones de los participantes de mercados de productos; (vii) regulaciones locales y extranjeras y (viii) acontecimientos políticos en las principales naciones productoras y consumidoras de petróleo.

Cada vez que los precios internacionales de petróleo crudo y gas disminuyen, se obtienen menores ingresos por ventas de exportación y por lo tanto, menores rendimientos debido a que los costos de la entidad se mantienen constantes en una mayor proporción. Por el contrario, cuando los precios del petróleo crudo y el gas natural aumentan, se obtienen mayores ingresos por ventas de exportación y los rendimientos aumentan. Como resultado de lo anterior, las fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo crudo afectan directamente los resultados de las operaciones de PEMEX.

Variaciones en las Tasas de Interés

La entidad está expuesta a fluctuaciones de las tasas de interés en los instrumentos con tasa variable a corto y largo plazo y está principalmente expuesta a las tasas de interés LIBOR en dólares, debido a que generalmente los préstamos están denominados o convertidos por el uso de derivados en dólares. La variación en las tasas de interés al alza podría aumentar el costo financiero de PEMEX. PEMEX utiliza instrumentos derivados para alcanzar la combinación deseada de instrumentos con tasa fija y variable dentro de su cartera de deuda.

Carga fiscal

Existe una fuerte carga tributaria impuesta a Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios. Aproximadamente el 64.6% de los ingresos por ventas de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios en el 2003 se usaron para pagar impuestos, derechos y rendimientos. Cada año, el Congreso de la Unión expide la Ley de Ingresos de la Federación que determina el régimen tributario aplicable a PEMEX. Además Petróleos Mexicanos está obligado a pagar rendimientos mínimos garantizados al Gobierno Federal. Como consecuencia, PEMEX se ve limitado en la reinversión de sus recursos para poder canalizarlos a gastos de capital.

5.5.4 Entorno tecnológico

La industria petrolera nacional dispone en general del apoyo tecnológico de universidades, centros e institutos públicos de investigación. PEMEX por sí misma, no realiza investigación básica y aplicada para generar tecnología que le permita hacer más eficientes sus operaciones. Para ello cuenta con el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), que es la única institución mexicana enfocada específicamente a cubrir las demandas tecnológicas de todas las actividades de la cadena de valor de la Industria Petrolera.

No obstante, dada la naturaleza del IMP, está sujeto a las disposiciones del gobierno mexicano a través de la Secretaría de Energía. A pesar de que ha acompañado a PEMEX desde su creación en 1965, el IMP no ha sido capaz de dar respuesta a todas las demandas de la industria petrolera nacional. Ello responde a la situación histórica de México en cuanto a sus políticas de fomento de apoyo al desarrollo de la ciencia y tecnología. La ciencia y tecnología en México no ha sido considerada en las últimas décadas como lo que es, la principal fuente de ventaja competitiva de los sectores industriales. Por ello, en general México se afronta a un panorama de rezago tecnológico. El IMP no es la excepción. Ha sufrido entre otras cosas, deficiencias en su presupuesto que lo han limitado en el establecimiento de suficientes proyectos de investigación a largo plazo.

Como resultado, PEMEX se ha convertido en una empresa dependiente tecnológicamente del extranjero. En territorio nacional, el desarrollo de tecnología en general es muy bajo. Uno de los factores críticos en la industria petrolera es la incorporación de tecnologías que permitan hacer más eficientes sus procesos, reducir sus costos de operación y aumentar el porcentaje de éxito en la identificación de nuevas reservas de hidrocarburos. De esta forma, al no recibir suficiente apoyo tecnológico y no tener capacidades propias para desarrollar tecnología por sí mismo, PEMEX se ha visto obligado a tomar la tecnología que esté disponible comercialmente, quedando a merced de lo que le ofrezcan sus proveedores, sea tecnología de punta o no, y a precios muy elevados.

6 Bases del modelo de competitividad de la industria de exploración y producción.

En este apartado se muestra la construcción gráfica del modelo de competitividad resultante de los análisis anteriores. Se toman como punto de partida los factores externos a la industria que influyen en su desempeño, y se contrastan con variables de control y operativas. Como resultado, se tiene un modelo general y el detalle de cada uno de los subsistemas existentes en la industria. Se identifican las interdependencias básicas entre las variables, por lo que el resultado es un modelo dinámico y no estático.

6.1 Caracterización del modelo de competitividad de la industria petrolera

Los participantes de la industria petrolera por lo general persiguen el aumento de la rentabilidad del negocio y la posesión de mayores reservas de hidrocarburos que les aseguren su permanencia por más tiempo. PEMEX Exploración y Producción no es la excepción, y ello puede apreciarse en su misión: *“Maximizar el valor a largo plazo de las reservas nacionales de crudo y gas natural, garantizando la seguridad de las instalaciones y del personal, en armonía con la comunidad y el medio ambiente”*. Maximizar el valor a largo plazo de las reservas involucra aumentar las reservas y maximizar el valor de la producción a través de la reducción de costos operativos y de la integración de la tecnología necesaria, que permita explotar yacimientos de la forma más económica y segura.

Entonces, las acciones que emprenda la empresa estarán orientadas hacia un mayor descubrimiento de reservas, reducción de costos operativos y hacia la asimilación de nuevas tecnologías que hagan sus operaciones más eficiente y seguras. Siguiendo esta línea de razonamiento, las variables sobre las que tiene poder de decisión la industria para cumplir con sus objetivos, son todas aquellas que tienen que ver directamente con el funcionamiento de la organización, es decir, producción, inversión en exploración, inversión en el desarrollo o adquisición de tecnología para hacer las operaciones más eficientes, seguras y que garanticen el desarrollo sustentable de la empresa.

Para cumplir con su misión, PEP ha planteado los objetivos que se presentan en el cuadro 6-1. En este cuadro también se pueden apreciar las posibles variables sobre las cuales la dirección de PEMEX puede incidir directamente para dar seguimiento a esos ejes estratégicos.

De acuerdo con el cuadro 6-1, las variables de control se pueden reducir a tres grupos: inversiones, capacitación y tecnología. Ello nos da la pauta para establecer que estos tres rubros, agrupan las variables de control medulares que se pueden ajustar para que las empresas del sector alcancen sus objetivos.

Cuadro 6-1 Líneas estratégicas de PEP y sus correspondientes factores de influencia

Objetivos	Acciones	Variables de control
Fortalecer liderazgo como productor y proveedor de hidrocarburos	Aumentar reservas Aumentar producción	Inversión en exploración Inversión en mantenimiento Inversión en desarrollo de campos
Integrar cartera de proyectos de alta calidad y rentabilidad	Selección y desarrollo de campos	Inversión en exploración
Asegurar suficiencia y oportunidad de recursos de inversión	Aumentar la disponibilidad de capital para inversiones	Integrar junto con el gobierno, un esquema de financiamiento de inversiones
Alcanzar niveles internacionales de eficiencia en costos, seguridad y protección ambiental	Reducción de costos operativos Capacitación del personal Desarrollo de tecnología	Inversión en tecnología que permita hacer más eficientes sus operaciones Inversión en capacitación del personal operativo Inversión en desarrollo tecnológico
Fortalecer capacidades profesionales y evaluar desempeño en función de generación de valor	Profesionalización del personal	Inversión en capacitación de personal
Mejorar los términos de relación con la sociedad y con el gobierno	Establecimiento de programas de apoyo social	Gasto en programas sociales

6.1.1 Fuerzas competitivas y variables del entorno que pueden influir en las operaciones de PEMEX

En el apartado anterior se expusieron las variables del entorno de PEMEX que pueden influir en sus operaciones. A forma de resumen, en los siguientes cuadros se presentan estas variables y su repercusión en el funcionamiento de PEMEX.

Cuadro 6-2 Fuerzas competitivas que actúan sobre el sector petrolero

Fuerza competitiva	Variable operativa que recibe el impacto
Nivel de rivalidad entre competidores	No influye en la industria
Riesgo de entrada de nuevos participantes en el sector	Probabilidad de identificación de nuevos yacimientos productivos
Presencia de productos sustitutos	Precio del crudo y gas natural
Poder de negociación de los clientes	Precio doméstico del gas natural
Poder de negociación de los proveedores.	Costos de producción

Cuadro 6-3 Variables del entorno que pueden influir en las operaciones de PEMEX

Tipo de factores	Variable	Impacto
Sociales	Huelga	Producción Nuevos pozos productivos Pozos exploratorios
Políticos y legales	Inestabilidad política	Inversión de terceros
	Aprobación del presupuesto anual	Inversiones propias
	Regulación ambiental	Costos de operación Producción
Entorno económico	Tipo de cambio	Deuda total Ingresos
	Precio del crudo	Ingresos
	Tasas de interés	Costos financieros
	Impuestos	Ingreso neto
Entorno tecnológico	Intensidad de la actividad científica y tecnológica	Costos de producción

6.2 Matriz de relación entre variables

El análisis de las variables a través de la matriz de relaciones se presenta en la figura 6-1. Interpretando la matriz resultante, podemos decir que las variables de mayor importancia, en términos de la cantidad de variables con las que están relacionadas son las reservas totales, las inversiones en desarrollo, en producción, la producción anual, los costos de producción, los recursos externos para el financiamiento de las actividades y las finanzas.

En la matriz sólo se muestran las abreviaturas de las variables, en el anexo 1 se presentan el significado de cada una de ellas.

A partir de las variables identificadas anteriormente, es ya posible construir un primer modelo preliminar de competitividad de la industria (figura 6-2).

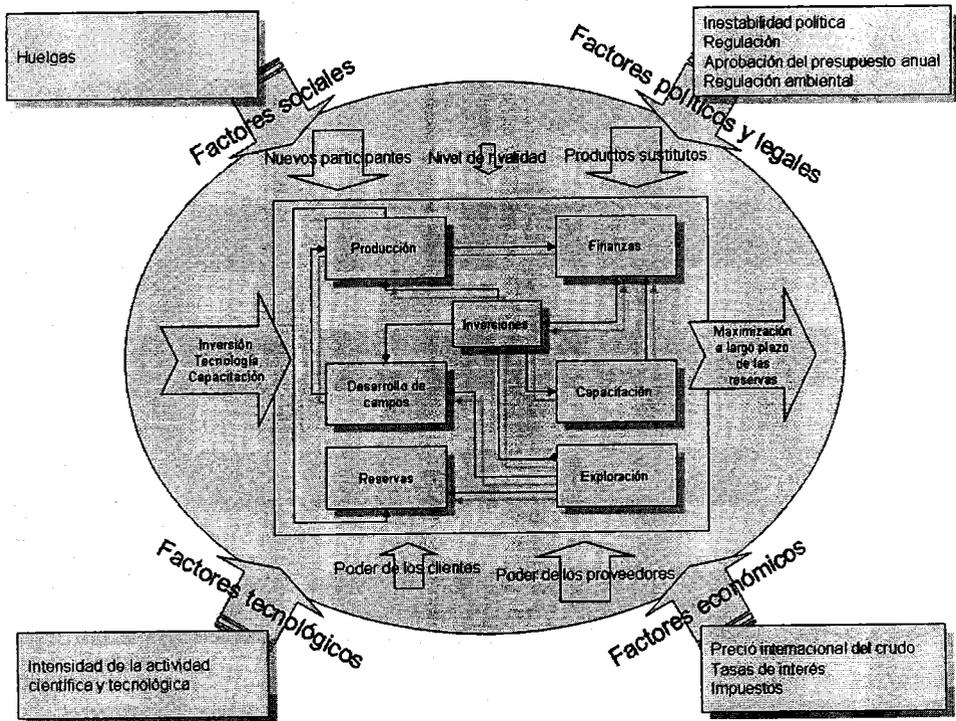


Figura 6-2 Factores que inciden en la industria petrolera

De acuerdo a la naturaleza de las variables operativas identificadas, éstas se pueden agrupar en cinco categorías: inversiones, exploración, desarrollo de campos, producción y finanzas. Las variables podrían agruparse en mil y un formas más, sin embargo es tarea del analista decidir la forma que considere más adecuada de acuerdo a la perspectiva que tenga del sistema. Por otro lado, el análisis y modelado de sistemas es sólo una aproximación al funcionamiento del fenómeno real, es decir, al analizar un sistema, éste puede representarse de distintas formas, pero al final el resultado puede ser similar e incluso igual que otros y debe reflejar el comportamiento del sistema

real. Todo es cuestión del enfoque del analista al que se le asigna la tarea de modelar el funcionamiento de un sistema real.

La parte operativa del sistema, que es la que nos interesa conocer, puede ser también representada como lo muestra la figura 6-3. Este esquema es una forma más detallada de mostrar las relaciones entre los grupos de variables. En él se pueden apreciar los flujos de información entre los grupos o subsistemas.

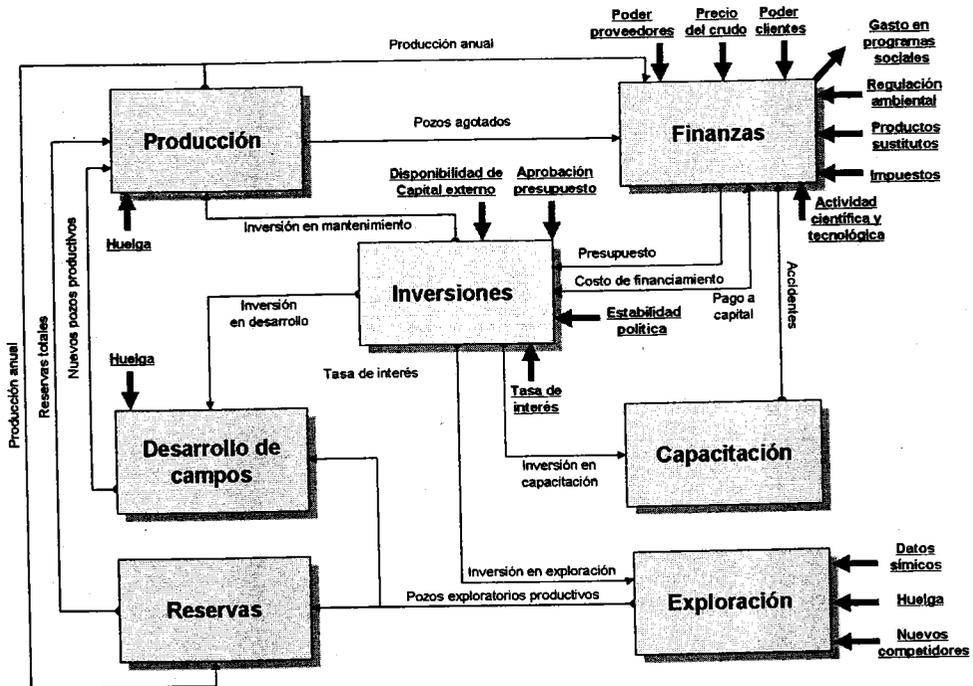


Figura 6-3 Modelo preliminar del sector de Exploración y Producción

La descripción de cada uno de los subsistemas elegidos para representar el sistema se menciona continuación, así como las variables involucradas en cada uno de ellos.

6.3 Exploración

Uno de los primeros pasos en la búsqueda del petróleo es la obtención de fotografías o imágenes por satélite, avión o radar de una superficie determinada. Esto permite elaborar mapas geológicos en los que se identifican características de un área determinada, tales como vegetación, topografía, corrientes de agua, tipo de roca, fallas geológicas, anomalías térmicas. Esta información da una idea de aquellas zonas que tienen condiciones propicias para la presencia de mantos sedimentarios en el subsuelo.

Posteriormente, los geólogos inspeccionan personalmente el área seleccionada y toman muestras de las rocas de la superficie para su análisis. En este trabajo de campo también utilizan aparatos gravimétricos de superficie que permiten medir la densidad de las rocas que hay en el subsuelo.

Con estos estudios se tiene una primera aproximación de la capacidad de generación de hidrocarburos y de la calidad de rocas almacenadoras que pueda haber en un lugar. Sin embargo, el paso más importante en la exploración es la sísmica. Es lo que permite conocer con mayor exactitud la presencia de trampas en el subsuelo.

La sísmica consiste en crear temblores artificiales mediante pequeñas explosiones subterráneas. En la superficie, se cubre un área determinada con aparatos de alta sensibilidad llamados "geófonos", los cuales van unidos entre sí y conectados a una estación receptora. La explosión genera ondas sísmicas que atraviesan las distintas capas subterráneas y regresan a la superficie. Los geófonos las captan y las envían a la estación receptora, donde, mediante equipos especiales de cómputo, se va dibujando el interior de la tierra.

Toda la información obtenida a lo largo del proceso exploratorio es objeto de análisis e interpretación. A partir de los resultados se establece qué áreas pueden contener yacimientos con depósitos de hidrocarburos, cuál es su potencial contenido de hidrocarburos y dónde se deben perforar los pozos exploratorios para confirmarlo. En el modelo se parte del hecho que PEP no realiza estas actividades, sino que obtiene los datos sísmicos a través de terceros.

El primer pozo que se perfora en un área geológicamente inexplorada se denomina "pozo exploratorio". La etapa de perforación exploratoria se inicia acondicionando el terreno mediante la construcción de "planchadas" y los caminos de acceso, puesto que el equipo de perforación moviliza herramientas y vehículos voluminosos y pesados.

En la exploración petrolera los resultados no siempre son positivos. En muchas ocasiones, los pozos resultan secos o productores de agua. En cambio, los costos son elevados, lo que hace de esta actividad una inversión de alto riesgo.

En los lugares en los que las perforaciones exploratorias son exitosas, se perforan en las cercanías otros pozos exploratorios para delimitar y caracterizar geológicamente el yacimiento y evaluar el potencial de hidrocarburos que se pueden recuperar económicamente. Con base en la información obtenida, se establecen los lugares en los que podrían perforarse pozos adicionales para poner en producción el campo.

Las inversiones realizadas en exploración, básicamente se requieren para adquirir datos sísmicos y fortalecer la capacidad de perforación. Por un lado, los datos sísmicos son los que permiten ubicar las zonas con mayor potencial de éxito de producción de hidrocarburos. La tecnología actual permite procesar datos sísmicos de dos, tres e incluso de cuatro dimensiones, siendo los últimos los que permiten obtener mayores probabilidades de éxito en las perforaciones, puesto que ofrecen una mejor perspectiva de la estructura del subsuelo y la ubicación de posibles yacimientos.

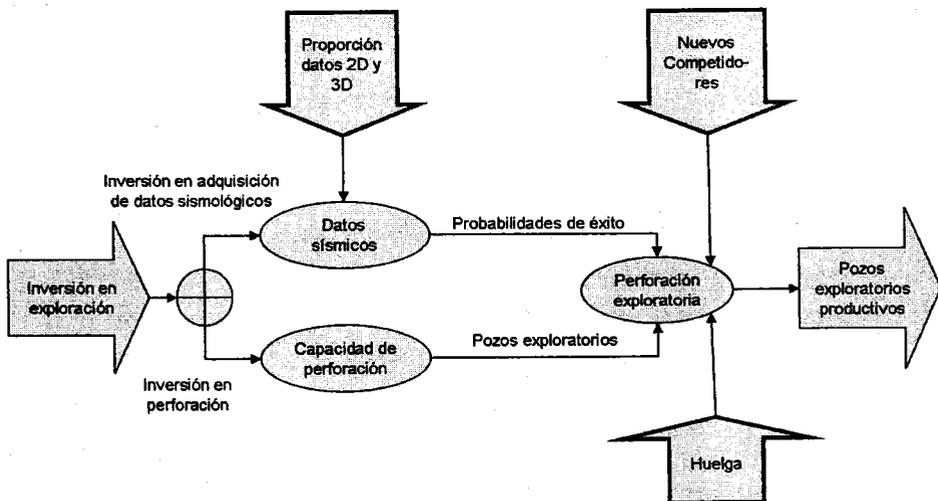


Figura 6-4 Elementos del subsistema de exploración

Por otro lado, al destinar mayores recursos para la exploración, se promueve el fortalecimiento de la infraestructura disponible de exploración, especialmente la relacionada con la perforación de pozos.

6.4 Reservas

La combinación de la capacidad de perforación con la adquisición de datos sísmicos, dan como resultado un determinado número de pozos exploratorios productivos y en consecuencia, las reservas se incrementan en la misma medida. De esta forma, el incremento en las reservas totales, indirectamente dependen de las inversiones destinadas a las actividades de exploración.

Por otro lado, las reservas totales se ven modificadas por la producción anual. Las reservas declinan en función de la producción anual.

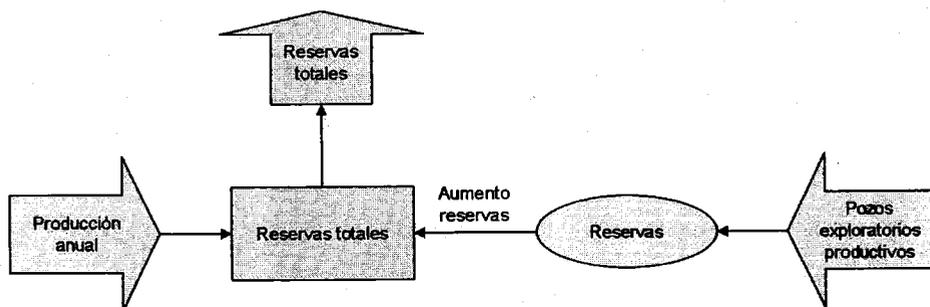


Figura 6-5 Elementos del subsistema de Reservas

6.5 Desarrollo de campos

Una vez que se finalizan las actividades de perforación en un campo productivo, se procede a la terminación y reequipamiento de los pozos. La operación de terminación implica una sucesión de tareas más o menos complejas según sean las características del yacimiento (profundidad, presión, temperatura, complejidad geológica, etc.) y requerimientos propios de la ingeniería de producción.

Las actividades de terminación tienen por objeto preparar el pozo para la producción. A través de ellas es posible identificar si la presión del pozo es suficiente para lograr el flujo hacia la superficie en forma natural o si deben instalarse sistemas artificiales de extracción.

En caso de baja productividad del yacimiento, ya sea por la propia naturaleza de la misma o porque ha sido dañada por los trabajos previos de perforación o por los de terminación, la formación productiva debe ser estimulada.

Tampoco los pozos en desarrollo están exentos de problemas. Algunos de ellos no son desarrollados con éxito, ya sea porque resultan dañados por las actividades de terminación o porque su evaluación final indica que no pueden ser explotados económicamente.

De la actividad exploratoria, el número de pozos exploratorios productivos se traduce en un cierto número de pozos por desarrollar; esto significa que las nuevas reservas descubiertas podrán ponerse en funcionamiento una vez que se desarrolle la infraestructura de producción pertinente.

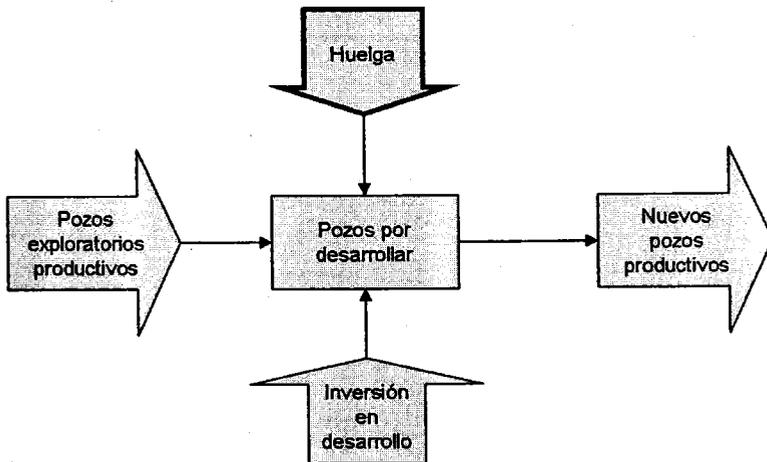


Figura 6-6 Elementos del subsistema de Desarrollo de campos

Para llevar a cabo las actividades de desarrollo de pozos, es fundamental contar con recursos suficientes que permitan adquirir las capacidades necesarias para desarrollarlos, concretamente recursos económicos y humanos. De las inversiones destinadas al desarrollo de campos, la mayor parte se destina propiamente a las actividades de desarrollo, y una pequeña parte a la

capacitación del personal para que realicen sus actividades de una manera más eficiente y segura. La capacitación del personal, directamente tiene que ver con la reducción del número de accidentes laborales.

6.6 Producción

La extracción, producción o explotación del petróleo se hace de acuerdo con las características propias de cada yacimiento. Si el yacimiento tiene energía propia, generada por la presión subterránea y por los elementos que acompañan al petróleo (por ejemplo gas y agua), éste saldrá por sí solo. En este caso se instala en la cabeza del pozo un equipo llamado "árbol de navidad", que consta de un conjunto de válvulas para regular el paso del petróleo.

Si no existe esa presión, se emplean otros métodos de extracción. El más común ha sido el "balancín" o "machín", el cual, mediante un permanente balanceo, acciona una bomba en el fondo del pozo que succiona el petróleo hacia la superficie.

El petróleo extraído generalmente viene acompañado de sedimentos, agua y gas natural, por lo que deben construirse previamente las instalaciones de producción, separación y almacenamiento.

Una vez separado de esos elementos, el petróleo se envía a los tanques de almacenamiento y a los oleoductos que lo transportarán hacia las refinerías o hacia los puertos de exportación.

El gas natural asociado que acompaña al petróleo, se envía a plantas de tratamiento para aprovecharlo en el mismo campo y/o despacharlo como "gas seco" hacia los centros de consumo a través de gasoductos.

En el caso de yacimientos que contienen únicamente gas natural, se instalan los equipos requeridos para tratarlo (proceso de secado, mantenimiento de una presión alta) y enviarlo a los centros de consumo.

A pesar de los avances alcanzados en las técnicas de producción, nunca se logra sacar todo el petróleo que se encuentra (in situ) en un yacimiento. En el mejor de los casos se extrae el 50 ó 60 por ciento.

Por tal razón, existen métodos de "recuperación secundaria" para lograr la mayor extracción posible de petróleo en pozos sin presión natural o en declinación, tales como la inyección de gas, de agua o de vapor a través del mismo pozo productor o por intermedio de pozos inyectores paralelos a éste.

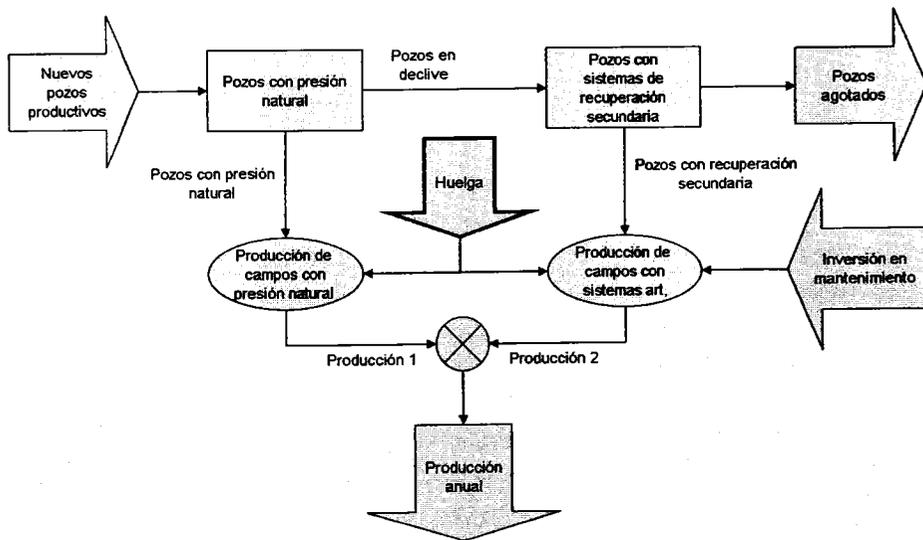


Figura 6-7 Elementos del subsistema de Producción

La producción entonces, depende principalmente de dos factores: de los programas de mantenimiento a la producción actual y de los nuevos pozos productivos incorporados a la producción, resultantes de las actividades de desarrollo.

En el primer caso, los servicios a pozos son indispensables para mantener su producción en niveles aceptables, especialmente en pozos cuya producción por condiciones naturales ha comenzado a decaer y que necesitan de métodos de recuperación secundaria. Todos los pozos tienen un comportamiento de producción que va decayendo con el paso del tiempo, por lo que en esa misma medida van demandando mayor atención en su mantenimiento.

Para que los programas de mantenimiento contribuyan adecuadamente con el mejoramiento de la producción, requieren de inversiones constantes en producción que permitan fortalecer la infraestructura y capacidades del personal operativo. De estas inversiones, es sumamente importante establecer programas de capacitación, que además de profesionalizar a los operadores en el mejoramiento de la producción, tienen un efecto directo en la disminución de la probabilidad de accidentes laborales.

6.7 Inversiones

Los recursos que se necesitan invertir básicamente tienen dos orígenes: el presupuesto de PEMEX y crédito. El presupuesto de PEMEX depende directamente de los resultados financieros obtenidos el año inmediato anterior, mientras que los recursos provenientes de terceros, son producto de los esquemas seleccionados por PEMEX para hacerse de capital para invertir. La situación financiera de PEMEX, la economía nacional y la estabilidad política del país serán los que determinarán en mayor medida, la disponibilidad de PEMEX para tener acceso a créditos.

Los recursos que pueda obtener PEMEX para invertir, limitan la cantidad de capital que se puede emplear para cubrir con las demandas de las distintas actividades del sector, así que dependerá de la compañía, seleccionar y establecer prioridades entre las distintas opciones de inversión.

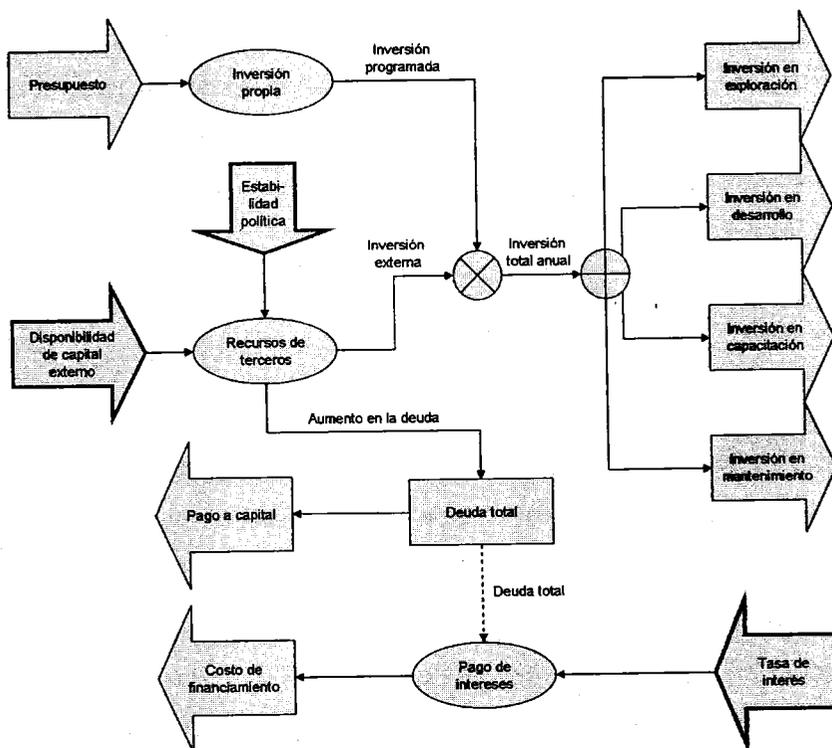


Figura 6-8 Elementos del subsistema de Inversiones

Los créditos obtenidos impactan directamente en la deuda total de PEMEX, y esta, a su vez, tiene un efecto directo en los costos financieros de la empresa.

Las inversiones son básicas para el funcionamiento del sector, la carencia de recursos suficientes limita el crecimiento y reduce la capacidad a largo plazo de las empresas para generar valor.

6.8 Capacitación

La capacitación del personal operativo es un factor al que se le presta especial atención puesto que de ello depende que las operaciones se realicen de una forma eficiente y segura. En ambos casos, la deficiencia en la capacitación del personal se traduce en el aumento de los costos operativos.

Los accidentes afectan significativamente las operaciones de la compañía y su imagen. Las consecuencias de los accidentes pueden ser catastróficas y llegar a detener por completo las operaciones de los centros productores por un periodo indefinido de tiempo. Por tal motivo, la capacitación es uno de los factores importantes en la industria petrolera.

La capacitación se ve afectada por las asignaciones presupuestales anuales que se destinan a las actividades de desarrollo de campos y mantenimiento de la producción. Cuando se reduce el presupuesto anual, uno de los primeros rubros que se ven afectados es el de capacitación.



Figura 6-9 Elementos del subsistema de Capacitación

6.9 Finanzas

Las finanzas tienen dos grupos de elementos: los que tienen que ver con los costos y aquellos relacionados con los ingresos anuales y utilidades.

Los costos se componen por los costos de operación y por los de financiamiento, estos últimos originados del endeudamiento debido a los créditos obtenidos por entidades externas. Los costos de operación tienen tres elementos: los costos asociados al desarrollo de la actividad económica,

que dependen directamente de la producción; los relacionados con la seguridad de las operaciones, vinculados directamente con el número de incidentes anuales en las instalaciones y; los debidos al cumplimiento de la normatividad ambiental, los cuales varían entre otras cosas por la cantidad de pozos agotados, puesto que antes de abandonarse deben ser corregidos los trastornos ecológicos generados por la actividad productiva.

Los ingresos anuales por su parte, están definidos por el precio promedio de la mezcla mexicana en los mercados internacionales y por la producción total anual. De esos ingresos, las utilidades de la empresa resultan de la sustracción de los costos totales asociados a la operación de la empresa, del pago a capital de la deuda y del pago de impuestos al estado.

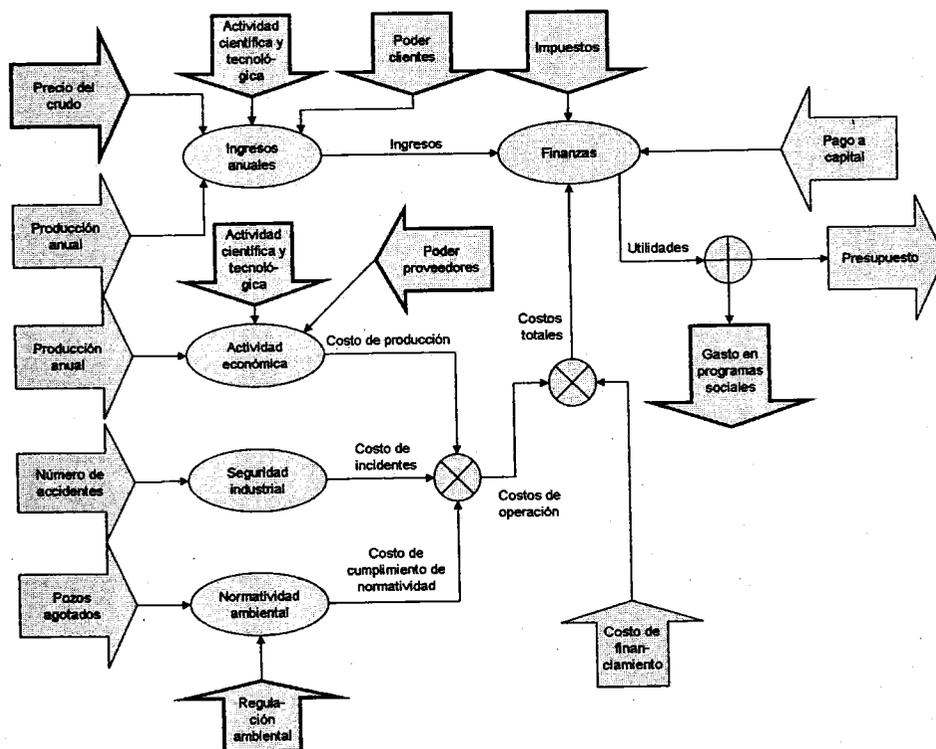


Figura 6-10 Elementos del subsistema de Finanzas

De las utilidades conseguidas al final del periodo anual, se destina la mayor parte al presupuesto para inversiones futuras. Una cantidad menor se destina a programas sociales.

7 Desarrollo de la herramienta para el análisis de la competitividad en iThink®.

El modelo se tradujo en los términos de programación que demanda iThink®³⁴, por lo que se tuvieron que hacer algunos ajustes incorporando algunas variables de control y modulación de acción de ciertos elementos, con el fin de lograr el desarrollo de un modelo dinámico con un comportamiento similar al que se esperaría en la realidad. En la figura 7-1 se presenta una imagen del modelo generado a partir del modelo propuesto en la sección anterior. Las ecuaciones generadas en la codificación del modelo se pueden consultar en el anexo 3.

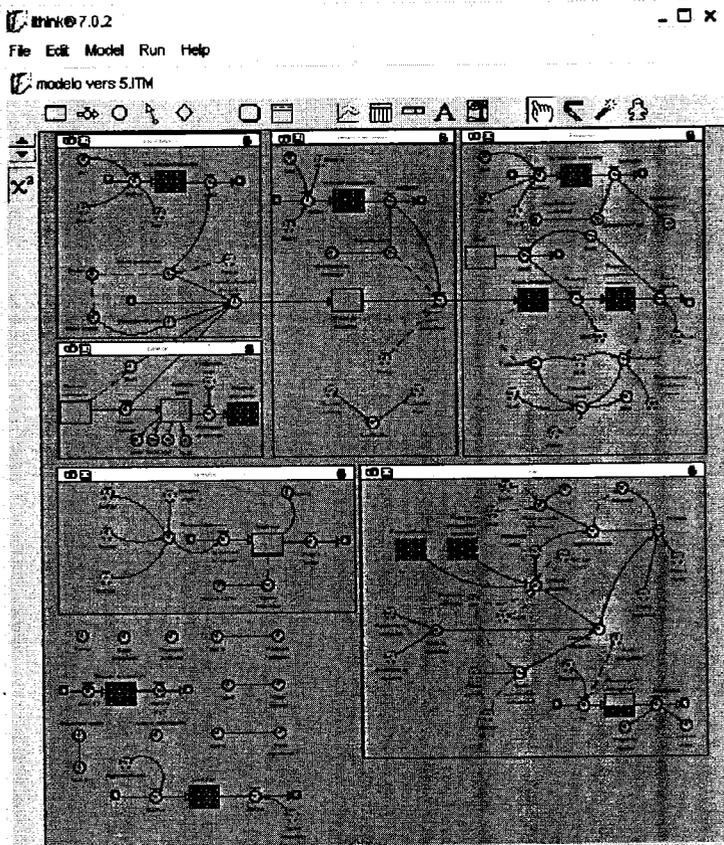


Figura 7-1 Programación del modelo en iThink®

³⁴ iThink® Analyst, Versión 7.0.2 for Windows. High Performance Systems, Inc. Licencia 70047704005, a nombre del Instituto Mexicano del Petróleo.

En el caso de esta investigación se recurrió a los anuarios estadísticos de PEMEX exploración y producción, para obtener datos de sus operaciones. Dado que aún no se encuentra disponible toda la información de las actividades de PEMEX en el 2004, se emplearon los datos anteriores al año 2003 para parametrizar las relaciones entre las variables.

A partir de los datos de operación de PEMEX, en los cinco años previos al 2003 no fue posible identificar una tendencia clara que pudiera permitir cuantificar la dependencia entre las distintas variables operativas. Sin embargo, esto no representa un problema mayor visto desde la siguiente perspectiva: lo importante del modelo es conocer y establecer la relación entre las variables. Si no se conocen datos precisos de la dependencia entre variables, el modelo dinámico se puede regir en un principio por reglas de dependencia heurísticas, y en la medida en la que se disponga de esa información o se realicen investigaciones más detalladas, ésta se puede ir incorporando al modelo, con lo que se ganará paulatinamente mayor precisión. Iniciar con reglas heurísticas permite que el modelo sea completado y realizar las pruebas preliminares de evaluación de la herramienta generada. Así, no será necesario esperar a contar con datos precisos para confirmar la utilidad del modelo generado. En el anexo 4 se encuentran los datos operativos de PEP a partir de los que se dio la parametrización preliminar del modelo.

La interfase con el usuario permite que éste introduzca al sistema el valor de variables exógenas y endógenas. En el primero de los casos, el usuario puede establecer la influencia de factores del entorno y factores competitivos. Por otro lado, en el segundo de los casos, se tienen las variables de control en la industria, como son las inversiones y la proporción de datos sísmicos 3D y 2D adquiridos. La interfase con el usuario se puede apreciar en la figura 7-2.

La pantalla de despliegue de información se divide en tres partes (figura 7-3). La parte superior muestra la representación gráfica del comportamiento de variables seleccionadas, como datos de los pozos activos, variaciones en las reservas y comportamiento de la producción. La parte inferior da alojamiento a la tabla de despliegue de la información financiera y de monitoreo del desempeño de la industria.

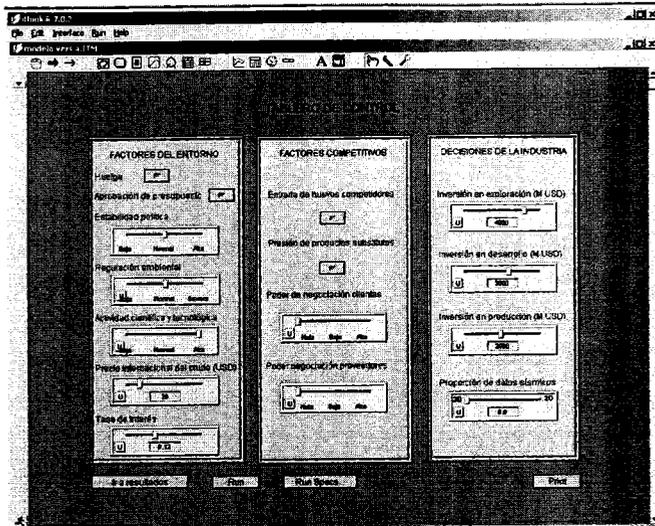


Figura 7-2 Interfase del sistema con el usuario

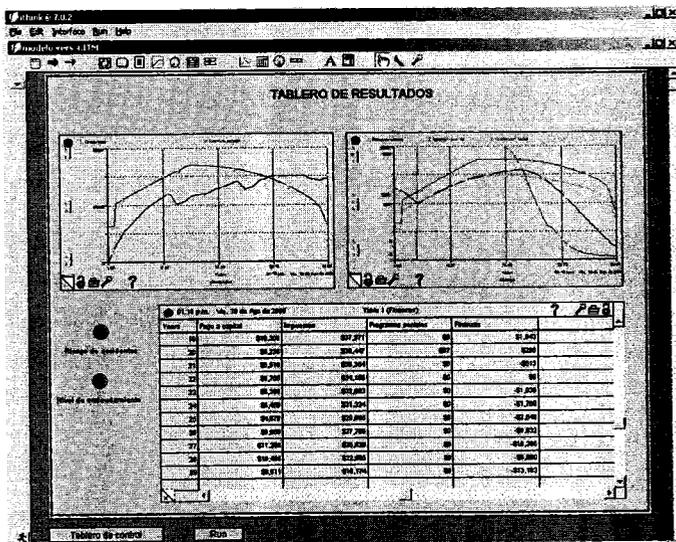


Figura 7-3 Pantalla de despliegue de resultados

El modelo desarrollado contempla las siguientes premisas en su funcionamiento.

- Las inversiones en exploración tardan en promedio 3 años para mostrar sus efectos.
- Las inversiones en exploración son proporcionales a los pozos exploratorios.
- El porcentaje de éxito de los pozos exploratorios, es función de la relación de datos sísmicos, mientras mayor sea la proporción de datos sísmicos 3D con respecto a los datos 2D, mayor será el porcentaje de éxito.
- Las reservas potenciales de hidrocarburos que pueden ser explotadas económicamente adicionales a las reservas probadas actuales son 50,000 millones de barriles equivalentes.
- En la medida en la que las reservas potenciales disminuyen, el porcentaje de éxito se reduce en forma exponencial.
- La inversión en desarrollo de campos y las inversiones en producción tienen un desfase de un año para que se hagan notorios sus efectos.
- El tope de endeudamiento de PEP equivale a su valor actual en libros de sus propiedades.
- Los créditos que le son otorgados a PEP tienen una duración promedio de ocho años para cubrir el pago del capital.
- La inversión propia resulta de las utilidades obtenidas el año inmediato anterior.
- Los impuestos representan el 64% de los ingresos por ventas de hidrocarburos.
- La producción anual está en barriles equivalentes de petróleo.
- El valor de la producción está con base al precio internacional de la mezcla mexicana de exportación.
- Los costos fijos de producción ascienden a 1,500 millones de dólares.
- Las finanzas de la empresa están basadas en dólares estadounidenses para evitar la incorporación del efecto de las tasas de inflación.

El modelo de simulación generado es la base para la construcción de un sistema más complejo. El siguiente paso a seguir para continuar con su construcción es la investigación documental y/o

directa con personal de PEMEX para modificar, en caso de ser necesarias, las premisas establecidas, o bien, construir módulos adicionales que eliminen la necesidad de las premisas.

En general el modelo permite tener un panorama del funcionamiento de la industria petrolera, ayudándonos a identificar las implicaciones de las políticas de producción y de contribución fiscal al estado. Además, presenta utilidad potencial en la elaboración de programas de inversión a largo plazo, puesto que la herramienta puede simular escenarios basados en diferentes niveles de inversión y en la distribución de recursos.

7.1 Pruebas del funcionamiento de la herramienta desarrollada

La herramienta desarrollada es una base interesante para el análisis de la industria petrolera nacional. La herramienta tiene diferentes características que pueden ser utilizadas para analizar el sector. Por ejemplo, entre otras cosas, es posible hacer análisis de sensibilidad y comparación de resultados, cambiando el valor de una o más variables a la vez; Se puede ajustar el análisis a diferentes intervalos de tiempo, y las variables se pueden definir como constantes durante todo el periodo de tiempo seleccionado, o bien sufrir modificaciones en el tiempo. A continuación se presentan algunas observaciones obtenidas con el uso de la herramienta.

7.1.1 Corridas de ejemplo de la herramienta

Para fines ilustrativos del funcionamiento y resultados que arroja la herramienta, a continuación se presentan cuatro corridas, las cuales parten de los datos operativos de PEMEX en el 2003 y se asume que los niveles de inversión y características que rodean su funcionamiento permanecen constantes en el tiempo.

Corrida 1

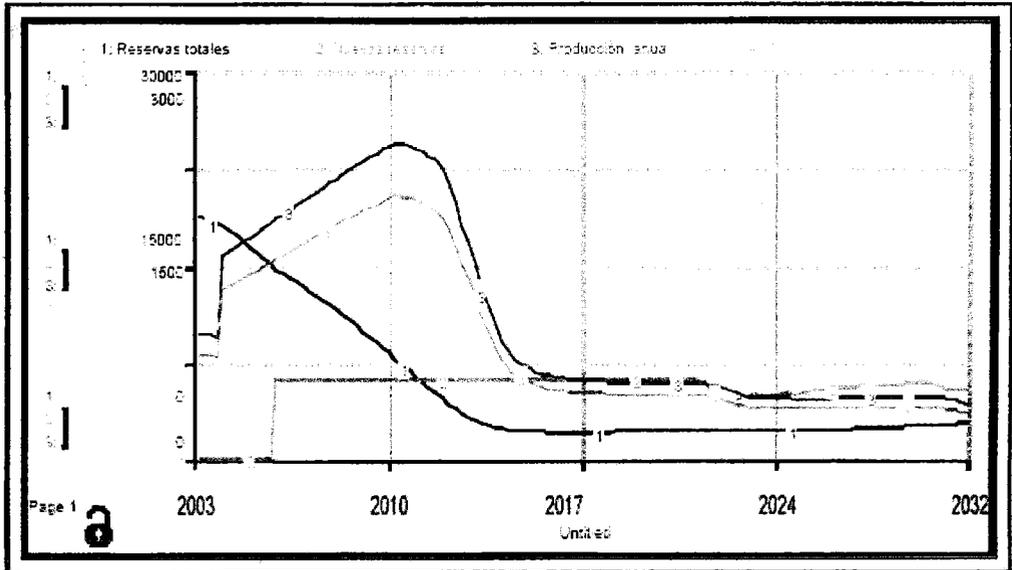
Suponiendo que se siguen los niveles de inversión en el 2003 y las condiciones bajo las cuales opera actualmente la industria (tabla 7-1), se tienen las siguientes observaciones:

Tabla 7-1 Corrida 1. Datos alimentados al sistema

Huelga	No
Aprobación de presupuesto	Si
Estabilidad política	Normal
Regulación ambiental	Normal
Intensidad de la actividad C y T	Baja
Precio crudo	26 USD/bbl
Tasa de interés	10 %
Entrada de nuevos competidores	No
Presión de productos sustitutos	No
Poder clientes	Nula
Poder proveedores	Nula
Inversión en exploración (M USD)	1,500
Inversión en desarrollo (M USD)	4,100
Inversión en producción (M USD)	2,500
Proporción datos sísmicos	0.1

La producción aumentaría significativamente, hasta alcanzar una producción diaria de casi siete millones de barriles diarios en el 2011 (figura 7-5), dado que las grandes sumas invertidas en exploración acelerarían la incorporación de nuevas fuentes de producción. No obstante, la baja inversión en exploración, conllevaría a tener tasas de restitución de reservas por debajo del 30%, tasa que no es permisible para la operación de las empresas petroleras.

En consecuencia, la industria petrolera comenzaría a verse en problemas económicos dentro de cuatro años, cuando la producción alcance su límite y comience el descenso de la producción. De seguir este comportamiento, para el año 2015 la industria estaría en riesgo, pues las reservas totales llegarían a su nivel histórico más bajo y la deuda total a una suma superior a la que actualmente se tiene (Figura 7-4). Por lo tanto, se corre el riesgo de que PEMEX sea absorbido por alguna empresa petrolera internacional.



PDP: Producción diaria promedio (millones de barriles de petróleo crudo equivalente).

Figura 7-4 Corrida 1. Variación de las reservas y producción en función del tiempo

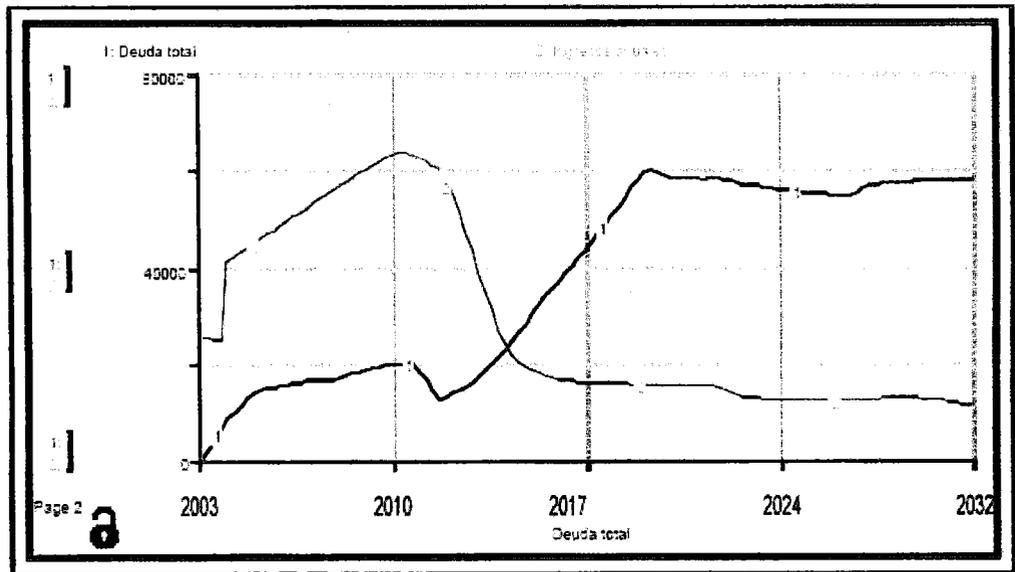


Figura 7-5 Corrida 1. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo (millones de dólares)

Corrida 2

Manteniendo las condiciones de operación que prevalecieron en el 2003, se modificó la estrategia de asignación de recursos de inversión en exploración y desarrollo de campos (tabla 7-2), manteniendo el monto total de las inversiones del 2003 (aprox. 8.1 millones de dólares).

Tabla 7-2 Corrida 2. Datos alimentados al sistema

Huelga	No
Aprobación de presupuesto	Si
Estabilidad política	Normal
Regulación ambiental	Normal
Intensidad de la actividad C y T	Baja
Precio crudo	26 USD/bbl
Tasa de interés	10 %
Entrada de nuevos competidores	No
Presión de productos sustitutos	No
Poder clientes	Nula
Poder proveedores	Nula
Inversión en exploración (M USD)	3,400
Inversión en desarrollo (M USD)	2,200
Inversión en producción (M USD)	2,500
Proporción datos sísmicos	0.1

El aumento en la inversión en exploración conlleva a tasas de restitución de reservas que en los primeros años serían superiores al 100% y que por más de 20 años se mantendrían en niveles de restitución superiores al 75%.

Sin embargo, a pesar de que este escenario parecería no poner en riesgo al sector desde el punto de vista operativo, la deuda total se incrementa en la misma medida que el caso anterior y en cuestión de cinco o seis años el sector comenzaría a tener problemas financieros (figura 7-6).

La producción se incrementaría gradualmente hasta alcanzar niveles de producción superiores a los seis millones de barriles diarios en un periodo de 25 años, para después comenzar a decaer (figura 7-7).

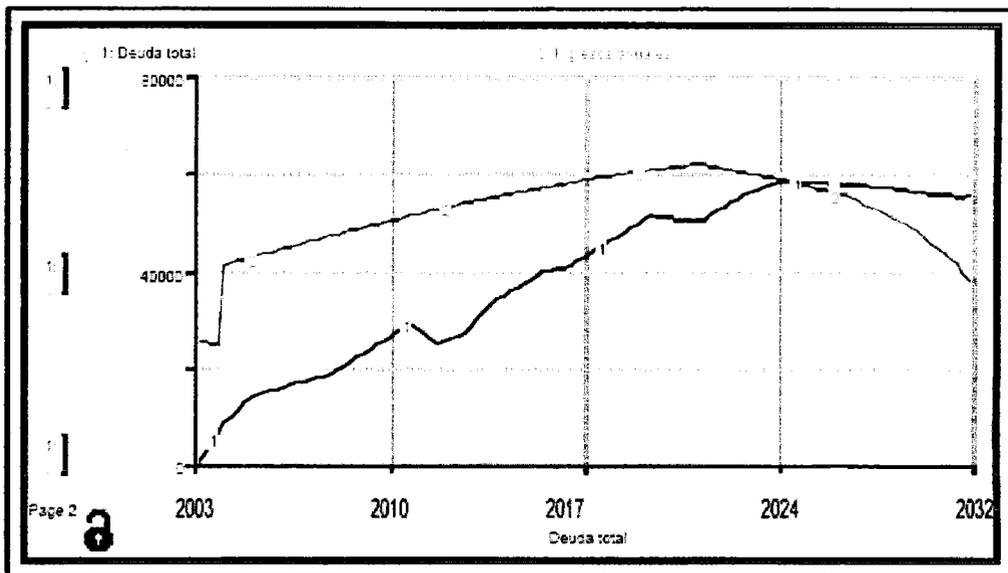
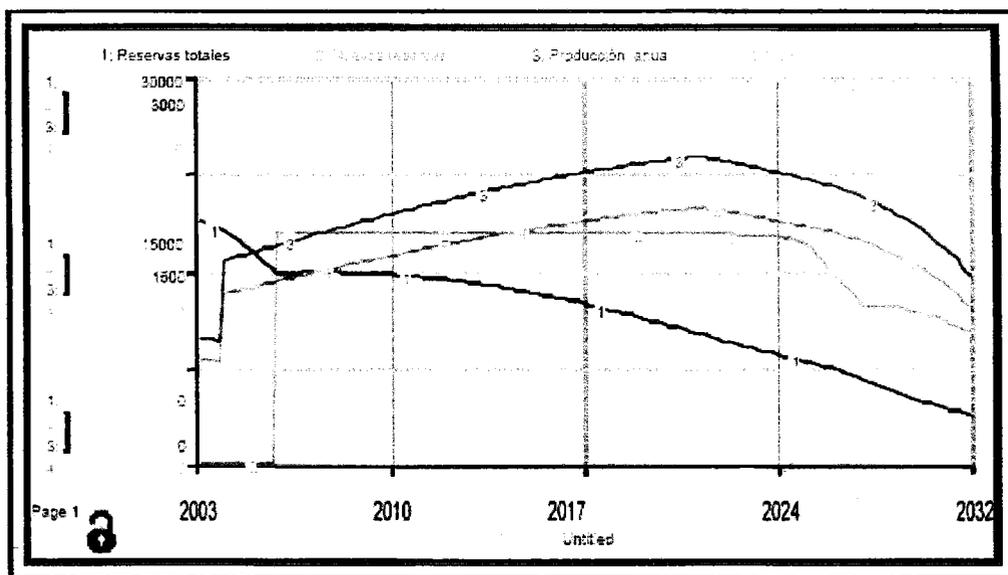


Figura 7-6 Corrida 2. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo (millones de dólares)



PDP: Producción diaria promedio (millones de barriles de petróleo crudo equivalente).

Figura 7-7 Corrida 2. Variación de las reservas y producción en función del tiempo

Corrida 3

Tomando en cuenta las mismas condiciones consideradas en el caso anterior (corrida 2), pero ahora modificando la intensidad de la actividad científica y tecnológica en el sector (tabla 7-3), los resultados observados serían los siguientes:

Las tasas de restitución de reservas se mantendrían gracias a las inversiones equilibradas en exploración y desarrollo. Operativamente, la industria estaría en niveles aceptables durante un largo periodo de tiempo, pues la producción se incrementaría paulatinamente por 20 años más, antes de comenzar a decaer (figura 7-9). Sin embargo, el efecto de la actividad tecnológica es un factor muy importante de acuerdo a los resultados obtenidos utilizando la herramienta. La alta actividad científica y tecnológica vinculada al sector petrolero, tiene un efecto favorecedor en el sector, pues reduce de una manera importante la deuda total, a niveles prácticamente de cero en el largo plazo (figura 7-8). En consecuencia, el sector petrolero podría seguir operando por más de treinta años sin problemas operativos ni financieros. Incluso, de esta forma se lograría aumentar el valor de los hidrocarburos extraídos con relación a los dos escenarios planteados anteriormente.

Tabla 7-3 Corrida 3. Datos alimentados al sistema

Huelga	No
Aprobación de presupuesto	Si
Estabilidad política	Normal
Regulación ambiental	Normal
Intensidad de la actividad C y T	Alta
Precio crudo	26 USD/bbl
Tasa de interés	10 %
Entrada de nuevos competidores	No
Presión de productos sustitutos	No
Poder clientes	Nula
Poder proveedores	Nula
Inversión en exploración (M USD)	3,400
Inversión en desarrollo (M USD)	2,200
Inversión en producción (M USD)	2,500
Proporción datos sísmicos	0.1

Dado que la corrida anterior reveló que la alta y continua actividad científica y tecnológica favorece el sector, incidiendo directamente en la reducción de la deuda total en el largo plazo, entonces existe la posibilidad de aumentar los niveles de inversión y con ello elevar en el largo plazo el valor de las reservas.

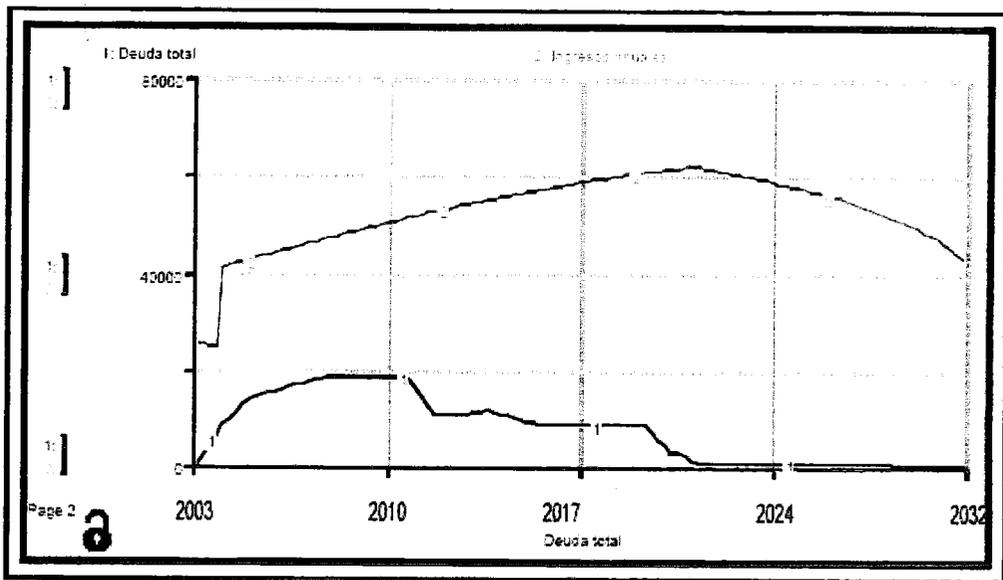
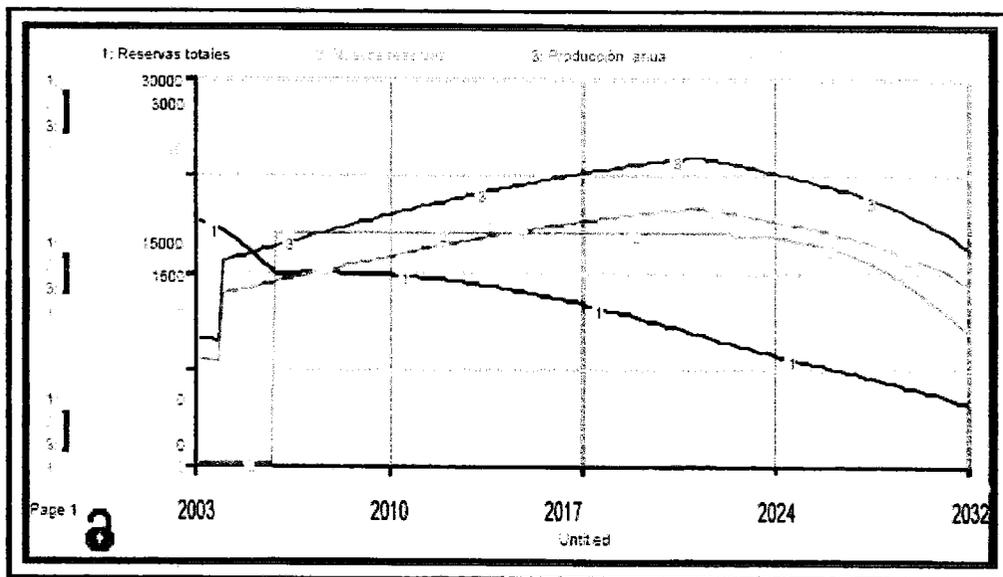


Figura 7-8 Corrida 3. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo (millones de dólares)



PDP: Producción diaria promedio (millones de barriles de petróleo crudo equivalente).

Figura 7-9 Corrida 3. Variación de las reservas y producción en función del tiempo

Corrida 4

Así pues, manteniendo las mismas condiciones que la corrida anterior, al aumentar la inversión en desarrollo de campos (tabla 7-4) se observa un efecto interesante. El valor total de las reservas a 30 años aumenta en casi un 2% (alrededor de 25,000 millones de dólares). La deuda total se mantiene prácticamente en los mismos niveles (figura 7-10) y las tasas de restitución de reservas se mantienen por encima del 75% por más de veinte años.

La producción alcanzaría su máximo alrededor del año 2016, con una producción cercana a los 7 millones de barriles diarios (figura 7-11). La identificación de nuevas reservas se mantendría prácticamente constante por un periodo superior a los 20 años antes de que comience a reducirse la cantidad de recursos que pueden ser explotados económicamente.

Tabla 7-4 Corrida 4. Datos alimentados al sistema

Huelga	No
Aprobación de presupuesto	Si
Estabilidad política	Normal
Regulación ambiental	Normal
Intensidad de la actividad C y T	Alta
Precio crudo	26 USD/bbl
Tasa de interés	10 %
Entrada de nuevos competidores	No
Presión de productos sustitutos	No
Poder clientes	Nula
Poder proveedores	Nula
Inversión en exploración (M USD)	3,400
Inversión en desarrollo (M USD)	3,000
Inversión en producción (M USD)	2,500
Proporción datos sísmicos	0.1

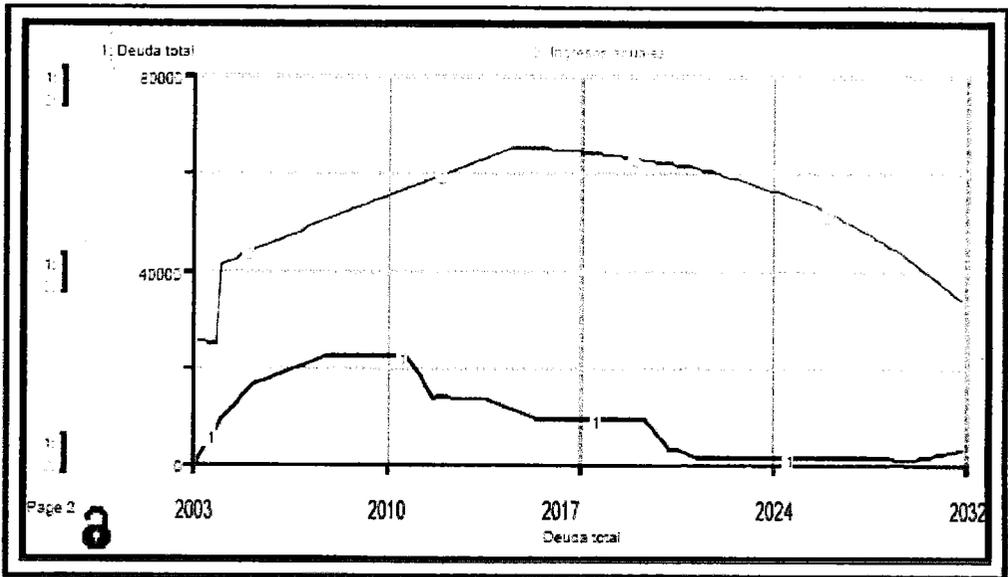
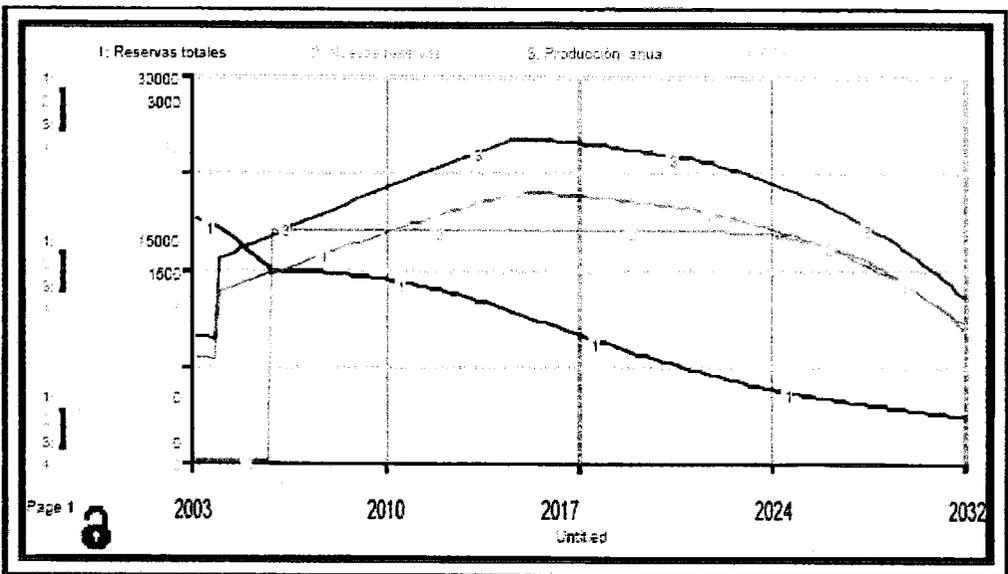


Figura 7-10 Corrida 4. Variación de la deuda total e ingresos anuales en función del tiempo (millones de dólares)



PDP: Producción diaria promedio (millones de barriles de petróleo crudo equivalente).

Figura 7-11 Corrida 4. Variación de las reservas y producción en función del tiempo

Comparación de corridas

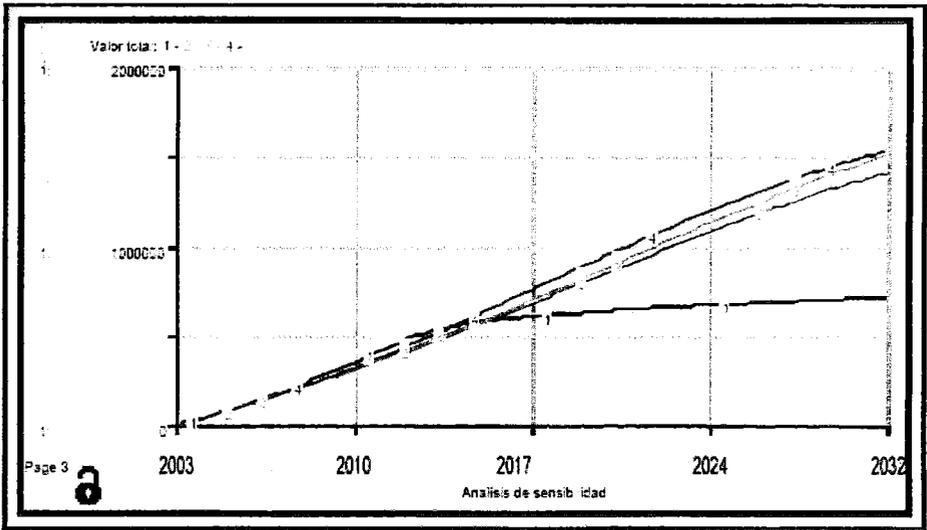
Comparando las cuatro corridas en términos del valor total de las reservas producidas³⁵ (figura 7-12) y en términos de la tasa de restitución de reservas (figura 7-13) se observa lo siguiente:

Las inversiones en exploración y producción son vitales para elevar el valor de la producción. En la corrida 1, los bajos niveles de inversión limitan la generación de valor que se podría obtener por la explotación de hidrocarburos del subsuelo. Sin embargo, las inversiones por sí solas no maximizan el valor de la producción. Es importante mantener una alta actividad de investigación y desarrollo tecnológico en el sector, a fin de generar ahorros por la reducción en la adquisición de tecnología extranjera, para disponer de mayores recursos en la explotación de petróleo y disminuir el empleo de capital externo para financiar estas actividades.

Por otro lado, lo que es posible observar, es que bajo los niveles de inversión del año 2003, la tasa de restitución de reservas se mantiene en niveles inferiores a los estándares mundiales para las empresas del sector. La inyección de capital a los proyectos de PEP, es la opción que a largo plazo conviene más a la empresa. Con ello se elevaría la tasa de restitución de reservas y se generarían mayores recursos económicos por la venta de hidrocarburos. Esta decisión tiene repercusiones negativas para el sector en el corto plazo, en cuanto a que se elevarían los costos financieros, sin embargo en el mediano plazo se verían revertidos tales efectos y en el largo plazo asegurarían la permanencia del sector al servicio de la nación.

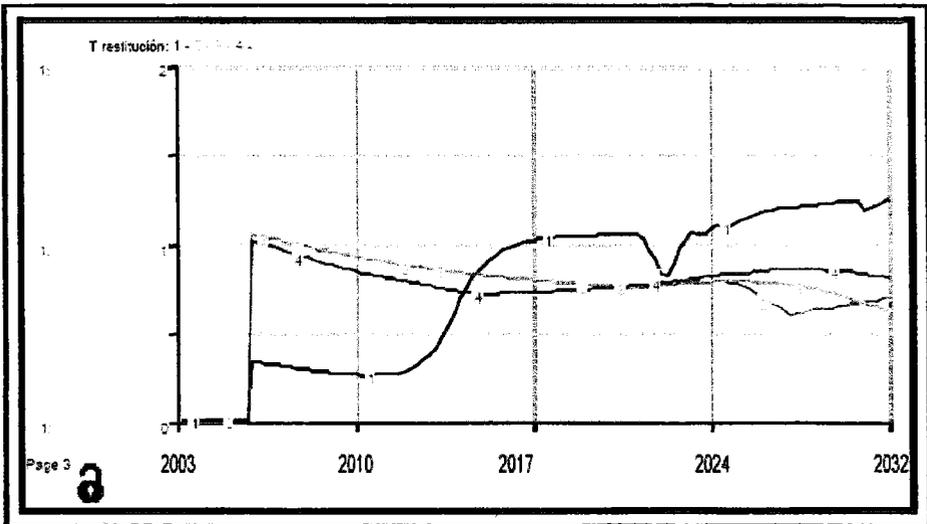
En suma, el conjunto de datos utilizados en la corrida 4, muestran el mejor desempeño relativo del sector en cuanto a la generación de valor de las reservas explotadas.

³⁵ El valor total de la producción resulta de la suma de los ingresos totales anuales menos la suma del importe total de los intereses pagados.



Nota: El número indica la corrida correspondiente.

Figura 7-12 Comparación de corridas. Valor total de las reservas producidas en función del tiempo (millones de dólares)



Nota: El número indica la corrida correspondiente.

Figura 7-13 Comparación de corridas. Variación de la tasa de restitución de reservas en función del tiempo

De igual forma, se pueden generar cientos de escenarios combinando variaciones en otros elementos y obtener resultados que mejoren los que aquí se presentan, sin embargo ese no es el foco principal de esta investigación. Con lo anterior solamente se pretenden mostrar el tipo de resultados que se pueden obtener con la ayuda de la herramienta. La interpretación y recomendaciones mencionadas anteriormente son ejemplos de lo que se puede obtener con el empleo de la herramienta para apoyar la toma de decisiones.

7.2 Comentarios finales del análisis del sector con la herramienta

Del estudio de la industria, a través del modelo generado, es posible concluir los siguientes puntos:

El factor medular en el funcionamiento de la industria petrolera es invertir constantemente en exploración, desarrollo de campos y en el mantenimiento de los activos productivos.

La inversión en exploración es la de mayor importancia, pues es la que asegura que existen reservas que pueden ser explotadas. No obstante, la inversión debe ser controlada y coordinada con las inversiones en desarrollo de campos y producción. Pues de lo contrario los niveles de endeudamiento podrían ser cada vez más altos y poner en riesgo las operaciones de la industria en el mediano plazo. Otro punto importante a resaltar en las inversiones en exploración, es que se debe dar preferencia a la obtención de sismología 3D, pues, aunque es en principio más cara que la 2D, aumenta la probabilidad de encontrar pozos productivos, lo cual justifica la inversión.

Las inversiones en desarrollo son menos demandantes en capital que la exploración, pero de importancia similar a ella. El desarrollo de campos habilita las cuencas para la producción, con lo cual se tiene una mayor disponibilidad de producto y en consecuencia de ingresos. La inversión en este rubro puede ser un poco más moderada con relación a la exploración, pero constante.

La inversión en producción hace más eficiente la extracción de los hidrocarburos, puesto que mantiene los campos productores en niveles más o menos constantes de producción, desde el inicio hasta el agotamiento de las reservas que pueden ser explotadas económicamente.

La industria es altamente sensible al precio internacional del crudo, dado que la fuerte carga fiscal bajo la cual opera, provoca que las operaciones de exploración y producción sean totalmente dependientes de recursos externos, cuando los precios están en niveles por debajo de los 26 dólares por barril. En consecuencia, el nivel de endeudamiento en el largo plazo, si no se corrige la política de impuestos, puede llevar a la paralización del sector mucho antes de haber explotado todas las reservas que podrían producirse en el país. Tal situación podría desencadenar en la

venta de Petróleos Mexicanos y la entrada de empresas extranjeras a la industria mexicana. Sin embargo, cuando el precio de los hidrocarburos es superior a este nivel, la industria dispone de mayores recursos, los cuales pueden destinarse a las inversiones necesarias para el buen funcionamiento de la misma.

Bajo el régimen fiscal actual, la actividad científica y tecnológica en torno a la industria petrolera se vuelve crítica cuando los precios internacionales del crudo están por debajo de los 26 dólares por barril. Su importancia radica en el abastecimiento a la industria con insumos y servicios de calidad, igual o superior a la que se podría obtener del exterior, pero con mejores precios. Además, por otro lado, el cumplimiento de normatividad ambiental estricta, quizá pueda volverse un factor que podría afectar la industria, puesto que eleva significativamente los costos de operación y en consecuencia disminuye el margen de utilidad que podría utilizar la industria para reinvertir en sus operaciones.

La existencia de una huelga en el sector tendría una repercusión importante en las operaciones, pues de darse esta situación y no llegar rápidamente a un acuerdo con los trabajadores, la industria podría ver mermadas sus finanzas y en consecuencia el pago de impuestos y capital de deuda.

El efecto de productos sustitutos sobre el sector tiene un efecto a largo plazo, pues al menos en territorio nacional la incorporación de nuevas fuentes alternas para abastecer el consumo nacional energético, tardará aún más tiempo.

En resumen, la competitividad de la industria petrolera es afectada principalmente por factores de tipo económico.

La fuerte carga fiscal impuesta a la industria petrolera, limita los recursos que pueden ser empleados para realizar las inversiones necesarias para el buen funcionamiento del sector, por lo que los recursos deben provenir de agentes externos. Esta situación se hace más crítica cuando los precios del petróleo se mantienen bajos.

En consecuencia, la forma en que puede protegerse la industria es a través de hacer eficientes sus procesos y reducir en la medida que sea posible sus costos operativos.

Parte IV

Análisis y conclusiones

8 Análisis de resultados

8.1 Resultados obtenidos

La realización de este trabajo de investigación derivó en los resultados que se presentan a continuación:

- **Se establecieron las bases de una metodología para el análisis de la competitividad de la industria de exploración y producción de petróleo bajo el enfoque de sistemas dinámicos.**

La metodología propuesta consta de las siguientes etapas:

- 1) Caracterización de la industria,
 - 2) Delimitación del sector por estudiar y caracterización de su modelo de negocio,
 - 3) Análisis de las fuerzas competitivas que actúan sobre el sector,
 - 4) Análisis de las influencias del entorno,
 - 5) Caracterización preliminar del modelo, y
 - 6) Caracterización de variables e interrelaciones y construcción del modelo.
- **Como consecuencia de la aplicación de la metodología al sector de exploración y producción de petróleo en México fue posible identificar los factores que intervienen en la competitividad del sector.**

Se observó que la competitividad de la industria está influenciada tanto por factores externos como internos.

Por un lado, los factores externos es posible agruparlos en cuatro categorías:

- 1) Políticos y legales,
- 2) Sociales,
- 3) Tecnológicos y
- 4) Económicos.

Adicionalmente, se identificó que externamente también está influenciada por fuerzas competitivas originadas por la competencia global, principalmente por la presencia de productos sustitutos (fuentes alternativas de energía); por el riesgo de entrada de nuevos competidores y; por el poder de negociación de los proveedores de la tecnología necesaria para la operación eficiente del sector.

En conjunto, los factores externos y las fuerzas competitivas, establecen las características del entorno competitivo que enfrenta la industria nacional.

Por otro lado, internamente la competitividad del sector depende de la optimización de costos y la asignación estratégica de recursos para los programas de inversión en exploración y desarrollo de campos a fin de maximizar el valor a largo plazo de la producción de hidrocarburos.

- **Se creó un modelo de análisis de la competitividad del sector de exploración y producción a partir de la metodología propuesta.**

Mediante el análisis de la relación entre los distintos factores y fuerzas competitivas que inciden sobre la competitividad del sector industrial, se construyó un modelo en el que se aprecian las relaciones entre ellos. El modelo obtenido resalta el hecho de que la competitividad de la industria, puede ser explicada en términos del enfoque de sistemas dinámicos, puesto que todos sus elementos de alguna manera están relacionados unos con otros y la influencia de cada uno en el sistema global cambia con el tiempo.

- **Derivado de lo anterior, fue posible construir una herramienta de cómputo para apoyar el análisis de la competitividad de la industria.**

La herramienta se generó con apoyo del software iThink®, aplicación especialmente diseñada para la creación y simulación de mapas mentales para apoyar la toma de decisiones. Para hacer del modelo una herramienta simulable, fue necesario recurrir a los datos operativos del sector disponibles a través de publicaciones oficiales, sin embargo en ciertos casos, fue necesario emplear algunas premisas para complementar su parametrización puesto que la información no estaba documentada o bien era de carácter confidencial.

Con la herramienta generada es posible entender las influencias de los factores críticos y sus implicaciones en el tiempo sobre la industria de exploración y producción.

8.2 Discusión de los resultados

El enfoque bajo el cual se ataca el análisis de la competitividad está íntimamente ligado con un atributo fundamental de este concepto. La metodología pretende guiar los resultados hacia un modelo dinámico, en el cual se puedan apreciar las implicaciones en el largo plazo de las decisiones operativas y los factores externos que moldean su funcionamiento. En ese tenor es que en este trabajo se utiliza el enfoque de sistemas dinámicos.

La investigación bibliográfica realizada, reveló que la competitividad ha sido estudiada desde diferentes perspectivas, por lo que es posible encontrar una vasta cantidad de definiciones para este término. Se encontró que la competitividad se ha estudiado básicamente utilizando tres unidades de análisis diferentes: empresa, región o industria y a nivel nacional. Algunos autores, como Dong-Sung Cho (1998 b) incluso hablan del nivel multinacional, pero el estudio de este concepto se vuelve complejo bajo esa perspectiva. En consecuencia, no hay una definición universalmente utilizada para definir lo que es la competitividad. Por tal razón, fue necesario establecer lo que se entendería durante el desarrollo de este trabajo por competitividad.

En el mismo sentido, los modelos de competitividad que se identificaron se distribuyen también en tres niveles de análisis: empresa (Porter, 1987; Feurer y Chaharbaghi, 1994; Fea, 1995; Settecase 1999), industria (Porter, 1982; Bueno, 1996) y nación (Porter, 1991; Cornelious y Schwab, 2003; Dung-Sung Cho, 1998; Foro Económico Mundial 2001). Sin embargo, dado que el propósito de este trabajo gira en torno del análisis industrial, se prestó mayor atención a los enfocados en el análisis de la competitividad industrial. En este ámbito, los dos modelos identificados (el de las cinco fuerzas de Porter y el de las diez fuerzas de Eduardo Bueno), fueron evaluados y se optó por seguir el modelo de Michael Porter, dado que la información proporcionada por este modelo era más abundante que la del modelo de Bueno, y además por la efectividad que ha demostrado tener desde hace más de veinte años, como base para el análisis de diversos sectores industriales. Así, el modelo de las cinco fuerzas de Porter es la estructura fundamental de la metodología de análisis que aquí se propone.

El análisis para identificar las influencias del entorno del sector, se propone a partir de la técnica de análisis denominada PEST³⁶, puesto que divide el ambiente general de los negocios en cuatro subcategorías: Factores políticos y legales, económicos, sociales y tecnológicos, ofreciendo así,

³⁶ Es una técnica utilizada para identificar los factores Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos que ejercen influencia en el desempeño de las organizaciones.

un marco ordenado de análisis para la identificación de los aspectos ambientales de mayor impacto para las organizaciones y en general para la industria.

La forma en que se caracteriza el modelo de negocio del sector se basa en una práctica ampliamente utilizada en las actividades de inteligencia tecnológica del Instituto Mexicano del Petróleo para realizar perfiles de empresas e industrias, el cual, por la versatilidad de su aplicación y por los resultados que se obtienen, fue tomado como punto medular en el análisis del funcionamiento del sector petrolero.

Por otro lado, con relación al desarrollo de la metodología, fue necesario hacer ajustes a ésta para facilitar la identificación de las variables externas e internas, así como sus interrelaciones, que intervienen en el desempeño del sector. Al final, el análisis de las variables a través de matrices resultó ser un método efectivo, con la condicionante de que para obtener resultados confiables debe hacerse con cuidado y con un entendimiento integral del sector.

Las variables identificadas se estructuraron en el modelo de análisis, el cual, a su vez, fue llevado a iThink® para su posterior programación y uso como herramienta de apoyo en el análisis del sector. El traslado del modelo a la interfase de iThink®, implicó bastante trabajo, pues una vez que se estructuró, había que parametrizar cada una de las variables involucradas en términos de datos operativos reales del sector, para que los resultados arrojados por la herramienta fueran congruentes de una corrida a otra. En consecuencia, se llevó a cabo una revisión de las publicaciones de PEMEX para identificar datos operativos de los últimos años y tratar de establecer relaciones que permitieran inferir el comportamiento y patrones observados por cada una de las variables.

El problema que se tuvo que enfrentar fue la poca disponibilidad de información histórica de datos operativos y económicos de PEMEX, así como de datos más recientes. Los datos utilizados fueron los correspondientes al periodo 2000 – 2003. Dada esta situación, no fue posible obtener en todos los casos correlaciones cien por ciento confiables de las relaciones entre variables operativas.

Por otro lado, la programación del modelo en iThink®, demandó la incorporación de factores de conversión y agentes moduladores para hacer congruentes los resultados y la relación entre variables. Al final, la herramienta generada representa de una manera confiable las relaciones entre las distintas variables involucradas en el sector petrolero de exploración y producción. No obstante, el hecho de que la herramienta represente confiablemente las relaciones entre variables, no significa que los resultados que ofrece sean exactos. Esto se debe a diferentes circunstancias,

empezando por el hecho de que los datos con los que se parametrizó el sistema, de entrada tienen un cierto grado de error, puesto que se trata en algunos casos de correlaciones obtenidas a partir de datos operativos históricos de PEMEX. Tomando en cuenta que sólo se localizaron datos completos del año 2000 al 2003, entonces sólo se dispuso de cuatro puntos para obtener las correlaciones que eran necesarias para parametrizar el sistema. Por tal razón, no es posible aseverar que los resultados arrojados por la herramienta sean por completo exactos. Por ello, la herramienta debe verse como un apoyo en el entendimiento del comportamiento del sector. Sin embargo, la flexibilidad de programación y modificación de los modelos generados con iThink®, permite que este pueda ser modificado y actualizado fácilmente, así que conforme se identifiquen deficiencias o problemas con su funcionamiento, los cambios se pueden implementar de forma inmediata.

No obstante las imprecisiones que pudiera tener aún la herramienta, al aplicar el modelo a la industria petrolera, se hace evidente la importancia de la asignación estratégica de recursos para la inversión en proyectos de exploración y desarrollo de campos, a fin de mantener un equilibrio adecuado entre los costos financieros y los ingresos del sector, así como el fomento de la actividad científica y tecnológica en actividades relacionadas con la industria petrolera, para reducir los costos operativos del sector y su dependencia tecnológica, puesto que los ahorros que se podrían obtener por este hecho, podrían ser un factor que en el largo plazo den continuidad al funcionamiento de la industria.

Con la metodología desarrollada, el modelo obtenido y la herramienta generada se tienen elementos suficientes para realizar el análisis de la competitividad del sector de exploración y producción. El análisis de la competitividad que se pretende realizar con estos elementos está enfocado en el análisis de los factores críticos que inciden sobre la industria y en el estudio de su comportamiento, a fin de identificar alternativas que podrían tomarse para corregir su desempeño, y en consecuencia la percepción de su competitividad. Es importante mencionar que la propuesta que se presenta con este trabajo no busca establecer mecanismos para medir la competitividad, puesto que ello sería muy subjetivo y sujeto a diversas controversias.

9 Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo de este trabajo de investigación permite establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

9.1 Conclusiones

- a) La competitividad de la industria de exploración y producción de petróleo está determinada por factores de orden internacional, nacional y de índole operativa los cuales están relacionados entre si.
- b) A través de la aplicación de la metodología de análisis propuesta fue posible identificar los diversos elementos y factores involucrados en la competitividad del sector de exploración y producción de petróleo.
- c) Los principales factores que determinan la competitividad en la industria petrolera nacional con base en el análisis de este caso, son:
 - a. Internacionales
 - i. Cotización internacional del petróleo
 - ii. Tipo de cambio
 - iii. Disponibilidad de productos sustitutos
 - iv. Poder de negociación de los proveedores de tecnología
 - b. Nacionales
 - i. Estabilidad política
 - ii. Leyes y regulación ambiental
 - iii. Aprobación del presupuesto anual
 - iv. Tasas de interés
 - v. Nivel de impuestos
 - vi. Riesgo de huelga
 - vii. Intensidad de la actividad científica y tecnológica en el sector petrolero
 - viii. Estabilidad política
 - ix. Entrada de nuevos competidores en el sector

c. Operativos

- i. Costos de producción
 - ii. Producción anual de hidrocarburos
 - iii. Recursos económicos para nuevas inversiones
 - iv. Manejo estratégico de las finanzas
 - v. Inversión en el desarrollo de campos
 - vi. Inversión en producción y mantenimiento
 - vii. Inversión en exploración de nuevos yacimientos
 - viii. Reservas totales de hidrocarburos
- d) El modelo de para el análisis de la competitividad del sector pone de manifiesto que este debe ser analizado en forma dinámica y no estática puesto que la importancia de los factores cambia en función del tiempo.
- e) La herramienta de cómputo iThink® es útil en la operación y análisis dinámico del modelo de competitividad, puesto que permite el manejo de variables cualitativas y cuantitativas.
- f) Así mismo, la herramienta desarrollada ofrece un marco analítico para entender el comportamiento del sector y conocer las implicaciones de cambios en su entorno competitivo.
- g) La hipótesis planteada para el desarrollo de este trabajo quedó confirmada puesto que fue posible caracterizar los factores que influyen en la competitividad de la industria y construir a partir de ellos un modelo para el análisis del sector, el cual posteriormente se tradujo en una herramienta de cómputo útil como apoyo en el entendimiento de la industria.

9.2 Recomendaciones

La metodología seguida para el análisis del sector estudiado, en principio podría ser aplicable para el desarrollo del modelo de alguna otra industria, sin embargo, esto aún no ha sido comprobado. Este trabajo solamente establece las bases de la metodología general que podría seguirse para analizar otros sectores industriales. Los alcances preestablecidos para este trabajo de investigación no incluyen el estudio de más sectores industriales.

Como recomendación, el siguiente paso sería analizar algún otro sector con características estructurales diferentes al de exploración y producción de petróleo, a fin de ajustar elementos que pudiesen requerir de otro enfoque y afinar el desarrollo de cada una de las etapas de la metodología, incorporando otras herramientas o técnicas para la identificación de los factores involucrados y cuantificación de su impacto sobre el sistema.

El haber realizado el análisis de la competitividad desde la perspectiva de sistemas dinámicos me permitió explorar un campo en el que pocas personas se han interesado. La mayoría de las publicaciones citadas en la literatura se enfocan primordialmente a la teoría de los sistemas dinámicos, y muy pocas a la difusión de la aplicación de éstos en la solución de problemas de negocios. Por lo general, lo único que se difunde son las herramientas generadas, y eso sólo a través de los proveedores de los mismos. Con el desarrollo de este trabajo, el grupo de inteligencia tecnológica contará con una guía para emprender el análisis de otros sectores industriales y para desarrollar herramientas propias basadas en iThink®.

Anexos

Glosario de abreviaturas de las variables utilizadas

Codificación del modelo en iThink®

Ecuaciones involucradas en el modelo de competitividad

Datos operativos de PEP

Anexo 1 Glosario de abreviaturas de las variables utilizadas

Inversión en exploración	Inv Exp
Pozos exploratorios	P Exp
Porcentaje de éxito	% Ex
Pozos exploratorios productivos	P Exp Prod
Proporción datos sísmicos	PDS
Reservas potenciales	R Pot
Nuevas reservas (reservas desarrolladas)	N Res
Reservas totales	R Tot
Disminución de reservas	D Res
Inversión en desarrollo	Inv Des
Capacitación	Cap Des
Accidentes en desarrollo	Ac Des
Pozos por desarrollar	P x D
Nuevos pozos productivos	N P Prod
Inversión en producción	Inv Prod
Capacitación en producción	Cap Prod
Accidentes en producción	Ac Prod
Mantenimiento y servicios a pozos	Mnto y Serv
Pozos productivos	P Prod
Pozos en declive	P Dec
Pozos con recuperación secundaria	P Rec Sec
Pozos agotados	P Ago
Producción anual	P Anual
Recursos de terceros	R Ter
Incremento de la deuda	Inc Deuda
Deuda total	D Total
Costos financieros	C Fin
Pago a capital	P a Cap
Ingresos anuales	Ing Anual
Impuestos	Imp
Finanzas	Fin
Costo de producción	C Prod
Costo de incidentes	C Inc
Costo cumplimiento de normatividad	C C Norm

Costos de operación	C Oper
Presupuesto	Psto
Programas sociales	P Soc
Inversión propia	Inv Prop
Huelga	Huelga
Precio promedio de la mezcla	P P Mez
Tasa de interés	T Int
Aprobación de presupuesto	A Psto
Regulación ambiental	R Amb
Actividad científica y tecnológica	A C y T
Productos sustitutos	P Sus
Poder clientes	P Client
Poder proveedores	P Prov
Estabilidad política	Est Pol
Entrada de nuevos competidores	Nue Comp

Otras abreviaturas empleadas

bbbl	Barriles
bbbl/d	Barriles diarios
M bbl/d	Miles de barriles diarios
MM bbl/d	Millones de barriles diarios
MM bbl pce	Millones de barriles de petróleo crudo equivalente
Bn pce	Billones de pies cúbicos estándar
M USD	Miles de dólares
MM USD	Millones de dólares
ND	Dato no disponible

Anexo 2 Codificación del modelo en iThink®

Diseño del sistema

El primer paso en el diseño del sistema es conocer las variables que intervienen en él, las relaciones que existen entre ellos y conocer las funciones básicas que tiene iThink®. El entendimiento del sistema y la relación entre las variables quedan fuera del alcance de iThink®. Este apartado sólo se avocará a la presentación de las funciones del software y la forma en que se programa.

Creación del modelo

El primer paso tiene que ver con la representación gráfica del sistema en términos de los elementos básicos de programación de iThink®. Las partes básicas para la construcción de modelos son cuatro: almacenadores, flujos, convertidores y conectores.

Los almacenadores son representados por rectángulos. Operacionalmente, su función es como su nombre los indica, como acumuladores. iThink® ofrece cuatro tipos de almacenadores: *Stoks*, *Conveyors*, *Queues* y *Ovens*. Los primeros son simples almacenadores y éstos pueden ser empleados para representar la acumulación de materiales, dinero, conocimiento, etc. Los *Conveyors* realizan una función similar a la de bandas transportadoras. Los materiales u objetos que pasan por esta función fluyen a través del *conveyor*, están ahí por un periodo de tiempo y luego salen. Los *Queues* son líneas de espera, el material sale hasta que se da la orden o se cumple una determinada condición en el sistema. Finalmente, los *Ovens* cumplen una función análoga a la de los elevadores. Recibe los insumos, los retiene por un periodo de tiempo y finalmente los envía de nuevo al sistema.

Los flujos son el complemento de los almacenadores. Las acumulaciones resultan de la actividad de algo. Los flujos son los responsables de enviar insumos a los almacenadores y de consumir los productos almacenados. Éstos son los que regulan los flujos de insumos que llegan a los almacenadores y los que determinan el ritmo en que estos transfieren sus productos al resto del sistema.

Por otro lado, los convertidores, funcionan como los modificadores de los flujos. Estos elementos reciben información de un punto específico del sistema y envían órdenes o señales a los flujos para modular su funcionamiento.

El último bloque de construcción de modelos en iThink® es el conector. La función de este elemento es unir los distintos elementos del sistema y transmitir entre ellos información en un sólo sentido de flujo.

En conjunto los cuatro elementos anteriores dotan al usuario de una gran cantidad de alternativas para crear los modelos. De la creatividad del usuario y del conocimiento y dominio que tenga este en el uso de iThink®, dependerán los resultados que pueda obtener con el uso de esta herramienta.

Programación del modelo

La siguiente fase de la programación corresponde a la incorporación de las relaciones y asignación de variables numéricas y matemáticas al sistema. Para ello, es preferible contar con datos reales del objeto de estudio, a fin de parametrizar adecuadamente el modelo y que los resultados que arroje el sistema estén en la misma magnitud que las variables de entrada incorporadas al sistema. iThink® ofrece una interfase muy amigable con el usuario en la incorporación de las relaciones matemáticas necesarias para el funcionamiento del sistema.

Diseño del tablero de control

La parte final de la programación del modelo en iThink® es la selección de la información que será incorporada al sistema para hacerlo funcionar, es decir, la selección de las variables de control. Estas en un principio quedan establecidas al generar el modelo preliminar, sin embargo puede que sea necesario dejar al criterio del usuario de la herramienta, el control de alguna variable adicional.

Diseño de la presentación de resultados

Finalmente, se debe decidir qué tipo de información se pretende desplegar al usuario y cuál de las alternativas que ofrece iThink® es más apropiada para analizar el funcionamiento del sistema. iThink® ofrece como alternativas el despliegue de resultados en forma puntual, de tabla, gráficas comparativas, y de alertas, las cuales incluso pueden reproducir un sonido de alarma.

Ejecución y ajuste del sistema

La ejecución del modelo permite identificar flujos de información y variables no consideradas anteriormente en el sistema. La forma en que formulamos modelos mentales no siempre está en línea con las características de programación de iThink®, por ello es frecuente encontramos con

que falta una variable adicional o un flujo de información entre elementos. Esto es un problema común cuando pretendemos incorporar criterios de decisión al sistema para hacerlo autónomo.

Entre las ventajas de programación que ofrece iThink®, está la codificación por módulos de las variables y la simulación del comportamiento del sistema por módulos. Así se puede prestar mayor atención a los elementos de cada uno de los subsistemas y tratarlos por separado, con lo que es más fácil detectar errores en la codificación del sistema. El binomio ejecución-ajuste es una constante durante el refinamiento de la codificación del sistema.

Una vez que se han realizado un gran número de pruebas se habrá logrado identificar la utilidad del modelo. Pero, debido a que todos los modelos son representaciones incompletas de la realidad, es importante reflexionar sobre las premisas implicadas en el modelo, ello con el fin de tener cuidado con sus límites de utilidad. El reconocimiento de estas premisas permitirá conocer los elementos que requieren ser investigados para mejorar posteriormente el funcionamiento del modelo.

Actualización

El modelo desarrollado debe ser actualizado en la medida en que se observen cambios significativos en la operación del sistema real, o bien cada vez que se tengan datos más precisos de su funcionamiento. La ventaja de iThink®, es que permite crear módulos adicionales a los establecidos en el sistema e incorporarlos muy fácilmente. Ello hace posible que cada elemento del sistema pueda ser separado en componentes más específicos y lograr así una mayor precisión en el modelo original.

Las premisas del modelo permitirán crear una lista de investigaciones que deben ser realizadas para lograr un mejor funcionamiento del modelo. No obstante, algo que se debe tener presente es que el modelo debe capturar la esencia del sistema, proceso o fenómeno que se esté modelando, por lo que no es necesario abundar a profundidad en cada detalle. Lo que es un hecho es que ningún modelo representará totalmente la realidad.

Anexo 3 Ecuaciones involucradas en el modelo de competitividad

Desarrollo de campos

Inversión en desarrollo (t) = Inversión en desarrollo (t - dt) + (InvDes - InvDesEf) * dt

INIT Inversión en desarrollo = 0

TRANSIT TIME = 1

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

InvDes = Inv2*Mod 12*Mod 13

OUTFLOWS:

InvDesEf = CONVEYOR OUTFLOW

Pozos por desarrollar (t) = Pozos por desarrollar (t - dt) + (Pozos Exploratorios Productivos - Nuevos pozos productivos) * dt

INIT Pozos por desarrollar = Pozos productivos

INFLOWS:

Pozos Exploratorios Productivos (IN SECTOR: Exploración)

OUTFLOWS:

Nuevos pozos productivos = GRAPH ((Capacitación*InvDesEf)* (1-Huelga)

(0.00, 0.00), (600, 60.0), (1200, 113), (1800, 173), (2400, 248), (3000, 315), (3600, 390), (4200, 495), (4800, 660), (5400, 968), (6000, 1470)

Inv2 = 2200

T restitución = Nuevas reservas/Producción anual

Accidentes en desarrollo = GRAPH (Capacitación)

(0.00, 194), (0.1, 123), (0.2, 90.0), (0.3, 67.0), (0.4, 49.0), (0.5, 33.0), (0.6, 23.0), (0.7, 16.0), (0.8, 12.0), (0.9, 8.00), (1, 8.00)

Capacitación = GRAPH (InvDesEf)

(0.00, 0.11), (300, 0.54), (600, 0.78), (900, 0.87), (1200, 0.93), (1500, 0.965), (1800, 0.98), (2100, 0.99), (2400, 0.995), (2700, 1.00), (3000, 1.00), (3300, 1.00), (3600, 1.00), (3900, 1.00), (4200, 1.00), (4500, 1.00), (4800, 1.00), (5100, 1.00), (5400, 1.00), (5700, 1.00), (6000, 1.00)

Exploración

Inversión en exploración (t) = Inversión en exploración (t - dt) + (InvExpl - InvEf) * dt

INIT Inversión en exploración = 0

TRANSIT TIME = 3

INFLOW LIMIT = 6000

CAPACITY = INF

INFLOWS:

InvExpl = Inv1*Mod 12*Mod 13

OUTFLOWS:

InvEf = CONVEYOR OUTFLOW

Reservas explotadas (t) = Reservas explotadas (t - dt) + (Disminución de reservas) * dt

INIT Reservas explotadas = Disminución de reservas

INFLOWS:

Disminución de reservas = Producción anual

Reservas totales (t) = Reservas totales (t - dt) + (Nuevas reservas - Disminución de reservas) * dt

INIT Reservas totales = 19000

INFLOWS:

Nuevas reservas = Pozos Exploratorios Productivos*30

OUTFLOWS:

Disminución de reservas = Producción anual

Reservas potenciales (t) = Reservas potenciales (t - dt) + (- Nuevas reservas) * dt

INIT Reservas potenciales = 50000

OUTFLOWS:

Nuevas reservas = Pozos Exploratorios Productivos*30

Pozos Exploratorios Productivos = Mod1*Porcentaje de éxito*Pozos exploratorios

INFLOW TO: Pozos por desarrollar (IN SECTOR: Desarrollo de campos)

Datos sísmicos = .5

Inv1 = 2700

Mod1 = GRAPH (Reservas potenciales)

(0.00, 0.00), (2000, 0.235), (4000, 0.43), (6000, 0.61), (8000, 0.76), (10000, 0.855), (12000, 0.915), (14000, 0.955), (16000, 0.98), (18000, 0.99), (20000, 0.995)

Mod2 = GRAPH (Reservas totales)

(0.00, 0.00), (1000, 0.36), (2000, 0.63), (3000, 0.79), (4000, 0.9), (5000, 0.95), (6000, 0.975), (7000, 0.99), (8000, 0.99), (9000, 0.995), (10000, 1.00)

Mod3 = GRAPH (Reservas totales)

(0.00, 479), (1000, 383), (2000, 305), (3000, 244), (4000, 195), (5000, 152), (6000, 117), (7000, 88.8), (8000, 60.5), (9000, 44.1), (10000, 30.0)

Mod4 = GRAPH (Reservas totales)

(0.00, 284), (1000, 209), (2000, 159), (3000, 117), (4000, 88.8), (5000, 72.3), (6000, 60.5), (7000, 46.5), (8000, 39.4), (9000, 34.7), (10000, 30.0)

Mod6 = GRAPH (Reservas totales)

(0.00, 0.00), (500, 0.00652), (1000, 0.0277), (1500, 0.078), (2000, 0.153), (2500, 0.236), (3000, 0.277), (3500, 0.297), (4000, 0.315), (4500, 0.323), (5000, 0.326)

ModInv = GRAPH (Datos sísmicos)

(0.00, 2.96), (0.1, 2.48), (0.2, 2.01), (0.3, 1.65), (0.4, 1.32), (0.5, 1.08), (0.6, 0.915), (0.7, 0.795), (0.8, 0.675), (0.9, 0.6), (1, 0.585)

Porcentaje de éxito = GRAPH (Datos sísmicos)

(0.00, 0.73), (0.1, 0.625), (0.2, 0.555), (0.3, 0.505), (0.4, 0.475), (0.5, 0.445), (0.6, 0.435), (0.7, 0.43), (0.8, 0.42), (0.9, 0.41), (1, 0.41)

Pozos exploratorios = GRAPH ((InvEf- (100*ModInv))* (1-Huelga))
(0.00, 0.00), (600, 18.0), (1200, 31.5), (1800, 51.0), (2400, 72.0), (3000, 91.5), (3600, 113), (4200, 132), (4800, 150), (5400, 171), (6000, 194)

Inversión

Deuda total (t) = Deuda total (t - dt) + (Incremento de la deuda - Pago a capital) * dt
INIT Deuda total = 0
TRANSIT TIME = 8
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 60000

INFLOWS:

Incremento de la deuda = Recursos de terceros

OUTFLOWS:

Pago a capital = CONVEYOR OUTFLOW

Costos financieros = Deuda total*Tasa de interés

Recursos de terceros = IF (Inversión propia>0) THEN ((InvDes+InvExpl+InvProd)-Inversión propia)
ELSE (InvDes+InvExpl+InvProd)

Tasa de interés = .1

Mod 13 = GRAPH (Deuda total)
(50000, 1.00), (52000, 1.00), (54000, 0.985), (56000, 0.915), (58000, 0.835), (60000, 0.715),
(62000, 0.575), (64000, 0.39), (66000, 0.195), (68000, 0.035), (70000, 0.00)

Producción

Inversión en producción (t) = Inversión en producción (t - dt) + (InvProd - InvProdEf) * dt
INIT Inversión en producción = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF

INFLOWS:

InvProd = Inv3*Mod 12*Mod 13

OUTFLOWS:

InvProdEf = CONVEYOR OUTFLOW

Mod7 (t) = Mod7 (t - dt) + (- Mod8) * dt

INIT Mod7 = 2936

OUTFLOWS:

Mod8 = Mod5

Pozos con recuperación secundaria (t) = Pozos con recuperación secundaria (t - dt) + (Pozos en declive - Pozos agotados) * dt

INIT Pozos con recuperación secundaria = 1934

INFLOWS:

Pozos en declive = Mod3+Mod8

OUTFLOWS:

Pozos agotados = Mod4+Mod5

Pozos productivos (t) = Pozos productivos (t - dt) + (Nuevos pozos productivos - Pozos en declive) * dt

INIT Pozos productivos = 2936

INFLOWS:

Nuevos pozos productivos (IN SECTOR: Desarrollo de campos)

OUTFLOWS:

Pozos en declive = Mod3+Mod8

Inv3 = 4000

PDP = Producción anual/360

Producción 1 = Pozos productivos*Mod6

Producción 2 = Pozos con recuperación secundaria*Mantenimiento y servicios a pozos*Mod6

Producción anual = ((Producción 1+Producción 2)*Mod2)*(1-Huelga)

Accidentes en producción = GRAPH (CapacitaciónProd)

(0.00, 200), (0.1, 147), (0.2, 115), (0.3, 93.0), (0.4, 75.0), (0.5, 60.0), (0.6, 48.0), (0.7, 41.0), (0.8, 34.0), (0.9, 28.0), (1, 23.0)

CapacitaciónProd = GRAPH (InvProdEf)

(0.00, 0.00), (300, 0.39), (600, 0.615), (900, 0.785), (1200, 0.88), (1500, 0.93), (1800, 0.965), (2100, 0.99), (2400, 1.00), (2700, 1.00), (3000, 1.00), (3300, 1.00), (3600, 1.00), (3900, 1.00), (4200, 1.00), (4500, 1.00), (4800, 1.00), (5100, 1.00), (5400, 1.00), (5700, 1.00), (6000, 1.00)

Mantenimiento y servicios a pozos = GRAPH (InvProdEf)

(0.00, 0.00), (200, 0.415), (400, 0.66), (600, 0.8), (800, 0.905), (1000, 0.965), (1200, 0.985), (1400, 0.995), (1600, 1.00), (1800, 1.00), (2000, 1.00), (2200, 1.00), (2400, 1.00), (2600, 1.00), (2800, 1.00), (3000, 1.00), (3200, 1.00), (3400, 1.00), (3600, 1.00), (3800, 1.00), (4000, 1.00)

Mod5 = GRAPH (TIME)

(1.00, 0.00), (4.90, 10.0), (8.80, 27.5), (12.7, 57.5), (16.6, 85.0), (20.5, 130), (24.4, 175), (28.3, 223), (32.2, 288), (36.1, 355), (40.0, 433)

Finanzas

Presupuesto año siguiente (t) = Presupuesto año siguiente (t - dt) + (Ing1 - Presupuesto) * dt

INIT Presupuesto año siguiente = 0

TRANSIT TIME = 1

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

Ing1 = Finanzas*Aprob presupuesto

OUTFLOWS:

Presupuesto = CONVEYOR OUTFLOW

Costos de operación = Costo cumplimiento normatividad+Costo de producción+Costo de incidentes

Costo cumplimiento normatividad = IF (Res Act C y T>0) THEN ((Pozos agotados*2)*Regulación ambiental)*(1/Res Act C y T)ELSE ((Pozos agotados*2)*Regulación ambiental)

Costo de producción = IF (Res Act C y T>0)THEN ((((Producción anual*3)+ (Pozos con recuperación secundaria*1)+ (Pozos productivos*.25)+1500)*Regulación ambiental)* (1/Res Act C y T))*Mod11)ELSE (((Producción anual*3)+ (Pozos con recuperación secundaria*1)+ (Pozos productivos*.25)+1500)*Regulación ambiental)*Mod11)

Finanzas = Ingresos anuales-Impuestos-Costos financieros-Pago a capital-Costos de operación

Impuestos = Ingresos anuales*.6

Ingresos anuales = Precio promedio de la mezcla*Producción anual

Inversión propia = Presupuesto*.98

PPM = 35

Precio promedio de la mezcla = IF (Mod10=0)THEN (PPM*Mod9)ELSE (PPM*Mod10*Mod9)

Programas sociales = Presupuesto*.02

Costo de incidentes = GRAPH (Accidentes en desarrollo+Accidentes en producción)
(0.00, 1.00), (50.0, 8.00), (100, 12.5), (150, 16.5), (200, 24.5), (250, 36.5), (300, 53.5), (350, 62.5),
(400, 75.0), (450, 85.0), (500, 99.0)

Otras relaciones

Difusión de tecnología (t) = Difusión de tecnología (t - dt) + (Act C y T - Res Act C y T) * dt

INIT Difusión de tecnología = 0

TRANSIT TIME = 4

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

Act C y T = 1

OUTFLOWS:

Res Act C y T = CONVEYOR OUTFLOW

Valor total (t) = Valor total (t - dt) + (AumVal - DisVal) * dt

INIT Valor total = 0

INFLOWS:

AumVal = Ingresos anuales

OUTFLOWS:

DisVal = Costos financieros

Aprob presupuesto = 1

Estabilidad política = .5

Huelga = 1

Nuevos competidores = 1

Poder clientes = 0

Poder proveedores = 0

Productos sustitutos = 1

Regulación ambiental = 1

Mod10 = GRAPH (TIME*Productos sustitutos)

(1.00, 1.00), (3.90, 0.997), (6.80, 0.997), (9.70, 0.994), (12.6, 0.985), (15.5, 0.967), (18.4, 0.945), (21.3, 0.919), (24.2, 0.884), (27.1, 0.825), (30.0, 0.766)

Mod11 = GRAPH (Poder proveedores)

(0.00, 1.00), (0.2, 1.02), (0.4, 1.03), (0.6, 1.05), (0.8, 1.07), (1.00, 1.09), (1.20, 1.12), (1.40, 1.14), (1.60, 1.18), (1.80, 1.21), (2.00, 1.25)

Mod9 = GRAPH (Poder clientes)

(0.00, 1.00), (0.2, 1), (0.4, 0.999), (0.6, 0.996), (0.8, 0.988), (1.00, 0.976), (1.20, 0.957), (1.40, 0.942), (1.60, 0.928), (1.80, 0.913), (2.00, 0.903)

Mod 12 = GRAPH (Estabilidad política)

(0.00, 0.505), (0.1, 0.725), (0.2, 0.845), (0.3, 0.925), (0.4, 0.98), (0.5, 0.99), (0.6, 1.00), (0.7, 1.00), (0.8, 1.00), (0.9, 1.00), (1, 1.00)

Anexo 4 Datos operativos de PEP

Tabla I Datos operativos de PEMEX 1997-2003

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Unidad
Producción anual total	ND	ND	1,433.8	1,468.7	1,493.6	1,507.5	1,587.0	MM bblpce
Producción anual líquidos	ND	ND	ND	1,244.0	1,277.0	1,288.0	1,359.0	MM bbl
Producción anual gas seco	ND	ND	ND	1,167.0	1,129.0	1,141.0	1,184.0	Bn pce
Variación en reservas (3P)	ND	ND	ND	ND	ND	612.0	709.0	MM bblpce
Producción diaria de crudo por tipo								
Crudo pesado	1,567	1,659	1,564	1,774	1,997	2,168	2,419	M bbl/d
Crudo ligero	882	849	806	733	659	552	512	M bbl/d
Crudo superligero	574	563	536	505	471	458	439	M bbl/d
Producción promedio diaria líquidos	3,022	3,071	2,906	3,012	3,127	3,177	3,371	M bbl/d
Precio promedio del crudo	ND	ND	15.55	24.78	18.57	21.37	24.80	USD/bbl
Itsmo	ND	ND	17.45	27.87	22.23	23.76	28.05	USD/bbl
Maya	ND	ND	14.08	22.98	17.15	20.98	24.14	USD/bbl
Olmecca	ND	ND	17.85	29.00	23.93	24.91	29.35	USD/bbl
Distribución de petróleo crudo								
Distribución a refinerías	2,997	3,056	2,890	2,986	3,106	3,163	3,358	M bbl/d
a maquila	1,073	1,155	1,133	1,127	1,140	1,172	1,246	M bbl/d
a plantas petroquímicas	0	0	57	104	62	130	113	M bbl/d
a terminales de exportación	194	163	150	136	146	145	150	M bbl/d
	1,731	1,738	1,551	1,620	1,757	1,716	1,848	M bbl/d
Valor de las ventas	173,005	130,156	179,346	312,252	264,924	281,650	418,093	MM pesos
Valor de las ventas a otras subsidiarias	91,311	71,600	92,369	174,821	153,614	152,713	238,296	MM pesos
Valor de las ventas a PMI	81,694	58,556	86,976	137,431	111,309	128,937	179,798	MM pesos
Olmecca (*API 38-39)	27,316	20,393	27,005	39,864	25,935	21,487	24,926	MM pesos
Maya (*API 32-33)	43,068	29,850	45,081	86,290	77,903	102,497	150,848	MM pesos
Itsmo (*API 21-22)	11,310	8,150	11,475	10,561	6,614	3,800	2,778	MM pesos
Altamira (*API 15-16.5)	0	154	416	716	846	1,153	1,227	MM pesos

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Unidad
Volumen de ventas a PMI	1,720.9	1,741.3	1,553.5	1,603.1	1,755.6	1,706.7	1,843.2	M bbl/d
Olmecca (°API 38-39)	485.3	470.3	435.2	397.5	317.4	244.8	215.6	M bbl/d
Maya (°API 32-33)	1,019.8	1,056.7	919.3	1,084.6	1,331.8	1,399.2	1,588.9	M bbl/d
Istmo (°API 21-22)	215.8	208.1	189.7	110.5	86.8	45.8	24.9	M bbl/d
Altamira (°API 15-16.5)	0	6.2	9.3	10.6	19.5	16.9	13.7	M bbl/d
Producción promedio diaria gas seco (TOTAL)	5,176	5,611	5,532	5,589	5,478	5,472	5,619	MM pc/d
Producción promedio diaria gas seco	4,467	4,791	4,791	4,679	4,511	4,424	4,498	MM pc/d
Gas asociado	3,631	3,703	3,526	3,380	3,239	3,118	3,119	MM pc/d
Gas no asociado	837	1,087	1,265	1,299	1,272	1,305	1,379	MM pc/d
Distribución de gas seco	5,178	5,606	5,528	5,585	5,475	5,472	5,620	MM pc/d
Distribución	3,836	4,169	4,267	4,368	4,318	4,411	4,585	MM pc/d
a PGPB	357	374	399	406	439	443	441	MM pc/d
consumo propio	706	765	570	545	425	318	296	MM pc/d
a la atmósfera	279	299	293	266	292	300	297	MM pc/d
Otros destinos								
Inversiones en exploración, desarrollo y mantenimiento	ND	ND	4,537	4,511	4,186	8,552	16,411	MM pesos
Exploración	ND	ND	29,660	27,525	32,503	32,630	44,577	MM pesos
Desarrollo	ND	ND	7,029	12,778	16,756	21,817	27,389	MM pesos
Mantenimiento	ND	ND	41,226	44,814	53,445	62,999	88,377	MM pesos
Total								
Adquisición de sísmica tridimensional	3,773	7,911	6,830	5,420	3,093	16,069	30,618	km2
Adquisición de sísmica bidimensional	7,026	7,889	9,612	4,471	3,461	17,986	3,182	km2

Fuente: Informe estadístico, PEMEX 2003.

Tabla II Reservas totales de hidrocarburos al inicio del año indicado

	2000	2001	2002	2003	2004
Total	58,204	56,154	52,981	50,032	48,041.0
Probadas	34,104	32,614	30,838	20,077	18,895.2
Probables	12,141	12,196	11,893	16,965	16,005.1
Posibles	11,960	11,343	10,251	12,990	13,140.7

Fuente: Informe estadístico, PEMEX 2003.

Tabla III Perforación de pozos y explotación de campos

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Pozos perforados	130	233	234	285	449	447	653
Pozos terminados	121	203	234	247	459	459	593
Pozos exploratorios	10	21	22	37	53	55	88
Productivos	7	13	9	21	28	27	53
% éxito	70	62	41	57	53	50	60
Pozos de desarrollo	111	182	212	210	406	404	505
Productivos	106	178	193	191	370	355	455
% éxito	96	98	91	95	91	88	90
Equipos	48	60	42	43	50	70	101
Kilómetros perforados	527	728	706	792	1,098	1,186	1,793
Profundidad promedio del pozo	3,507	3,907	3,062	2,838	2,359	2,478	2,904
Equipos de perforación en exploración	13	12	7	12	10	21	35
Equipos de perforación en desarrollo	36	49	35	31	40	50	66
Pozos exploratorios perforados	15	19	28	49	45	58	96
Pozos exploratorios terminados	10	21	22	37	53	55	88
Pozos de desarrollo perforados	115	214	206	236	404	389	557
Pozos de desarrollo terminados	111	182	212	210	406	404	505
Número de pozos perforados							
Total	130	233	234	285	449	447	653
Total exploración	15	19	28	49	45	58	96

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total de desarrollo	115	214	206	236	404	389	557
Número de pozos terminados							
Total	121	203	234	247	459	459	593
Total exploración	10	21	22	37	53	55	88
Total desarrollo	111	182	212	210	406	404	505
Pozos por sistema de producción							
Crudo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,968
Fluyentes	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,034
Con sistemas artificiales	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,934
Gas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,902
Total	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,870
Sistemas de recuperación	31	31	33	35	35	35	35
Inyección de agua	31	31	33	33	33	33	33
Inyección de bióxido de carbono	0	0	0	1	1	1	1
Inyección de nitrógeno	0	0	0	1	1	1	1

Fuente: Informe estadístico, PEMEX 2003.

Bibliografía

2004 Global Upstream Performance Review, John S. Herold, Inc. Disponible en línea en la página: http://www.herold.com/research/ish_reportsIndustry?docType=RRC&prodGroup=IND&selnum=9999

A N M Waheeduzzaman, Definition, perspectives, and understanding of international competitiveness: A quest for a common ground, Competitiveness Review, Indiana; 1996; Vol. 6, Iss. 2; pg. 7, 20 pgs

Anónimo, Majors in study replaced 134% of production in 1999-2003, Oil and Gas Journal Online, Documento disponible en forma electrónica en: [http://ogi.pennet.com/articles/-article_display.cfm?Section=ARCHI&C=Gener&ARTICLE_ID=215832\\$KEYWORDS=finding%20and%20development&&x=y](http://ogi.pennet.com/articles/-article_display.cfm?Section=ARCHI&C=Gener&ARTICLE_ID=215832$KEYWORDS=finding%20and%20development&&x=y)

Anónimo, Study shows operators respond to economic drivers, Oil and Gas Journal, Octubre 7, 2002, Tomo 100, No. 41.

ARACIL, Javier, Introducción a la dinámica de sistemas, Alianza, 1983.

BIASCA, Rodolfo E. Competitividad: Transformar la fábrica para competir en el mundo, Editorial Atlántida, Buenos Aires, 1992.

BUENO Campos, E., Dirección Estratégica de la Empresa: metodología, técnicas y casos., 5ta. edición, Ediciones Pirámide, Madrid, 1996.

CAMM, Jeffrey D. y James R. Evans. Management Science: modeling, analysis and interpretation. South-Western College Publishing. Cincinnati, Ohio, 1996.

CHESBROUGH, Henry William, Open innovation : the new imperative for creating and profiting from technology, Harvard Business School Press, Boston, Mass., c2003.

CICERI, Hugo N. Programa para el curso trabajo de investigación I: Elaboración del protocolo de tesis, Maestría en Innovación y Administración de la Tecnología, 2da. Edición, Universidad Nacional Autónoma de México, 2001.

COBALLASI, José y Santiago Carniado, Standard & Poor's confirma calificaciones de PEMEX, Comunicado de prensa publicado el día 12 de Mayo de 2004, Standard & Poor's.

COLMENARES César, Francisco, "PEMEX: crisis y reestructuración", Documentos de análisis y prospectiva del programa universitario de energía, UNAM, México, 1991.

CORNELIUS, P. y Klaus Schwab, The Global Competitiveness Report 2002-2003, New York: Oxford University Press for the World Economic Forum, 2003.

CURTIS, Graham, Business information systems: analysis, design and practice, 2nd ed., Addison-Wesley, England, 1995.

DAVID Flint, Gerald, What is the meaning of competitive advantage?, Advances in Competitiveness Research, Indiana; 2000; Vol. 8, Iss. 1; pg. 121, 9 pgs.

DENSCOMBE, Martyn, Ground rules for good research: a 10 point guide for social researchers, Open University, England, 2002.

DONG-SUNG Cho, A nation's international competitiveness in different stages of economic development, *Advances in Competitiveness Research*, Indiana; 1998-a; Vol. 6, Iss. 1; pg. 5, 15 pgs.

DONG-SUNG Cho, From national competitiveness to bloc and global competitiveness, *Competitiveness Review*, Indiana; 1998-b; Vol. 8, Iss. 1; pg. 11, 13 pgs

ESCORSA, Pere, Ramón Maspons, De la vigilancia tecnológica a la Inteligencia Competitiva. Prólogo de Joan Llibre. Prentice Hall. Madrid, 2001.

FEA Guglielmetti, Ugo. Competitividad es calidad total: manual para salir de la crisis y generar empleo, 2da. Edición, Ediciones Alfaomega-Marcombo, México D.F., 1995.

FEURER, Rainer y Kazem Chaharbaghi, Defining competitiveness: A holistic approach, *Management Decision*, London; 1994; Vol. 32, Iss. 2; pg. 49, 11 pgs.

FLEISHER, Craig y Babette Bensoussan, Strategic and competitive analysis: Methods and techniques for analyzing business competition, Prentice Hall, New Jersey, 2002.

GARCÍA Páez, Benjamín, "Modernización del estado y la empresa pública. El caso de Petróleos Mexicanos", Instituto Nacional de Administración Pública, México, 1994.

HERMIDA, Jorge, Roberto Serra y Eduardo Kastika. Administración y Estrategia., 4ta. edición, Ediciones Macchi, Buenos Aires, 1992.

INTRILIGATOR, Michael D., Modelos Económicos técnicas y aplicaciones. Traducción de Rafael Núñez Zúñiga. Fondo de Cultura Económica, México D.F., 1990.

JOHN, Clark, Innovation and competitiveness: A review, *Technology Analysis & Strategic Management*, Abingdon; Sep 1998; Vol. 10, Iss. 3; pg. 363, 33 pgs.

JOHNSON, Gerry y Kevan Scholes, Dirección Estratégica, 5ta. Edición. Traducido por Yago Moreno, Prentice Hall, Madrid, 2001.

KEATING, Charles B., et. al. A methodology for analysis of complex sociotechnical processes, *Business Process Management Journal*. Bradford: 2001. Tomo 7, N° 1; pg. 33

KEATING, Charles et al., A framework for systemic analysis of complex issues, *The Journal of Management Development*, 2001.

LADEN, Hyman Nathaniel, Diseño de sistemas de computación, traducción de Sergio A. Torres, Limusa, México 1982.

LEVINE Gutiérrez, Guillermo, Introducción a la computación y a la programación estructurada, 2da edición, McGraw-Hill, México 1989.

LÓPEZ Díaz-Delgado, Elena y Martínez Vicente, Silvio, Iniciación a la simulación dinámica: aplicaciones a sistemas económicos y empresariales, Ariel, Barcelona, España, 2000.

MARTÍN, Ronald, A study on the factors of regional competitiveness: a draft final report for the European commission Directorate-General Regional Policy, Universidad de Cambridge, SA.

MENGUZZATO, Martina y Juan José Renau, La Dirección Estratégica de la Empresa: un enfoque innovador del management., Editorial Ariel, Barcelona, 1991.

MINAS, Angela A., Benerdette Culliname y Glenn A. Klimchuk, Disturbing Trends, Oil and Gas Investor, August 2004, Tomo 24, No. 8; pág. 68.

MÜNCH Galindo, Lourdes y Ernesto Ángeles, Métodos y técnicas de investigación, Trillas, México D.F., 1993.

NAVAS L., José E. y Luis A. Guerras M. La Dirección Estratégica de la Empresa: teoría y aplicaciones, Editorial CIVITAS, Madrid, 1996. Biblioteca Civitas Economía y Empresa, Colección Empresa.

ORTIZ Gallardo, Víctor G., Selección de modelos de análisis de la competitividad para su aplicación como herramientas de análisis en inteligencia tecnológica, Tesis de licenciatura, Facultad de Química, UNAM, México, 2003.

OSTER, Sharon M., Análisis moderno de la competitividad. 3ra ed. trad. Guadalupe Meza S. Oxford University Press, México D.F., 2000.

PALMA Gutiérrez, Margarita, Realizará PEMEX exploración marítima con empresas extranjeras: Muñoz Leos, El financiero en línea, Martes 3 de febrero de 2004 (www.elfinanciero.com.mx)

PEMEX logra ventas por más de 59 mmd, Agencia EFE, Lunes 2 de Febrero de 2004. Nota consultada en línea en la página www.elsiglodetorreon.com.mx/finanzas/nID/5471/

PEMEX, anuario estadístico 2003, México, 2004.

PEMEX, Cuenta de la hacienda pública federal de 2003, ejercicio programático económico financiero del gasto programable en flujo de efectivo de entidades paraestatales de control presupuestario directo, PEMEX Exploración y Producción. Disponible en línea en www.pemex.com.mx

PEMEX, Reporte anual 2003, México, 2004.

PEMEX, reporte anual que se presenta de acuerdo con las disposiciones de carácter general aplicables a las emisoras de valores y otros participantes del mercado para el año terminado el 31 de diciembre de 2003, Disponible en línea en <http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=2&catID=2629&subcatID=2630>

PEMEX, Reporte de resultados financieros de PEMEX al 31 de marzo de 2004, Mayo 2004, Documento disponible en forma electrónica en: http://www.pemex.com/files/content/DCF_rrd_0403_e.pdf

Petróleos Mexicanos, PEMEX Project Funding Master Trust, STANDARD & POOR'S, México, Análisis de calificación soberana, Junio 2002. Documento disponible en forma electrónica en: http://www.pemex.com/files/content/-sp_mastertrust_050203_e.pdf

PIW's Top 50: How the Firms Stack Up, Energy Intelligence Group, Consultado el 14 de Septiembre de 2004, Documento disponible en forma electrónica en: <http://www.energyintel.com>

- PORTER, Michael E., Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. Prólogo de Miguel León Garza, CECSA, México D.F., 1982.
- PORTER, Michael E., La ventaja competitiva de las naciones, Traducido por Rafael Aparicio M., Editorial Vergara, Buenos Aires, 1991.
- PORTER, Michael E., Ventaja Competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior, CECSA, México D.F., 1987.
- POWELL, Timothy W., Analysis in business planning and strategy formulation, Advances in Applied Business Strategy, Supplement 2A, JAI PRESS INC, London, 1996.
- Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015, Sector 2 Energía, área2.1: energías renovables, CONACYT-ADIAT, México, 2004.
- Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015, Sector 2 Energía, área2.2: tecnologías avanzadas de conservación de combustible, CONACYT-ADIAT, México, 2004.
- RICHMOND, Barry y Steve Peterson, An Introduction to Systems Thinking, High Performance Systems, Inc. 1997.
- ROBSON, Colin, Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers, 2nd ed., Blackwell Publishers, Oxford, Uk, 2002.
- ROSENBLUETH, Arturo. El Método Científico. Editorial Fournier. México D.F., 1971.
- RUSSELL, L Ackoff, Scientific method. John Wiley and Sons., E.U.A., 1962.
- SAMUELSON, Paul A. y William D. Nordhaus, Economía, Décimo sexta edición, Traducción Esther Rabasco, McGrawHill, Madrid, 1999.
- SÁNCHEZ, Benito, Baena César y Paul Esqueda, La competitividad de la industria petrolera venezolana, Serie 71: Desarrollo productivo, Red de reestructuración y competitividad, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2000.
- Secretaría de energía, Balance nacional de energía 2003, Subsecretaría de desarrollo tecnológico, México, 2004.
- SENN, James A., Análisis y diseño de sistemas de información, 2da. Ed. McGraw-Hill, Colombia, 1998.
- SETTECASE, Michelle, The competitiveness assessment model: A thought-structuring approach to analysis. Competitive Intelligence Review, Volume 10, Number 3/3rd Quarter 1999.
- SHIELDS, David, PEMEX un futuro incierto, Serie Temas de hoy, Editorial Planeta, México 2003.
- THOMPSON, Arthur A. y A. J. Strickland III, Dirección y Administración Estratégicas: conceptos, casos y lecturas, Versión en español de Patricia Ibarra C y Miguel A. Sánchez C. Addison-Wesley Iberoamericana, Buenos Aires, 1994.
- VAN DER HEIJDEN, Kees, "Escenarios: el arte de prevenir el futuro", traducido por Juan Carlos Jolly, Panorama, México, 2000.

VERGARA Utrera, Mariano, Los retos de la competitividad empresarial: algunas reflexiones, Málaga: Analistas Económicos de Andalucía, Málaga, 1999. Colección Documentos y estudios; No. 6.

YURÉN Camarena, María Teresa, Leyes teorías y modelos. 2da. edición, Editorial Trillas, México D.F., 1990. Serie temas básicos (Área metodológica de la ciencia).

ZAHRA, Shaker A. y Carol Dianne Hansen, Privatization, entrepreneurship, and global competitiveness in the 21st century, Competitiveness Review, 2000, 10, 1, pág. 83.

Sitos Web consultados:

Oficina de Administración Energética de los Estados Unidos <www.eia.doe.gov>

Secretaría de Energía <www.energía.gob.mx>

High Performance Systems <www.hps-inc.com>

Imagine That Inc. <www.imaginetthatinc.com>

Petróleos Mexicanos <www.pemex.com.mx>

Powersim Software <www.powersim.com>

Ventana Systems, Inc. <www.vensim.com>

Instituto Mexicano del Petróleo <www.imp.mx>

Petróleo <www.petroleo.com>

Oil & Gas Journal Online <<http://ogj.pennnet.com>>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público <www.shcp.gob.mx>

Comprante <www.compranet.gob.mx>