



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MEXICO:
BUSCANDO NUEVOS METODOS DE APOYO A LA
TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE
PROYECTOS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA
(INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES)

P R E S E N T A:

Giovanna Angélica Romero Calderón



DIRECTOR DE TESIS: M. en I. Francisco José Álvarez Caso

Ciudad Universitaria

Noviembre 2004



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.

INDICE TEMATICO

CAPITULO 1	9
INTRODUCCIÓN	9
1.1. ANTECEDENTES Y PROBLEMATICA	9
1.2. OBJETIVOS DE LA TESIS	9
1.3. ALCANCE DE LA TESIS	10
1.4. METODOLOGÍA UTILIZADA	10
CAPITULO 2	11
ESTADO DEL CONOCIMIENTO	11
2.1 EL PROBLEMA DE LA TOMA DE DECISIÓN	11
2.2 EL VALOR EN LA CONSTRUCCIÓN	14
2.3 EL RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN	15
CAPITULO 3	19
EL SISTEMA INTEGRADO DECISOR (SID)	19
3.1. REDEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE VALOR	19
3.1.1. LA MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL VALOR	21
3.1.2. EL CALCULO DE LOS PESOS: EL METODO CIP	22
3.2 EL TRATAMIENTO DEL RIESGO	25
3.2.1. REDEFINICION DEL CONCEPTO DE RIESGO	25
3.2.2. EL TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS ESPECULATIVOS	26
3.3. EL PROCESO “ACE” DE TOMA DE DECISIÓN	28
3.3.1 LA FASE DE ANÁLISIS	28
3.3.2 LA FASE DE CREATIVIDAD	30
3.3.3 LA FASE DE EVALUACIÓN	30
3.4 LA GESTION DE PROYECTOS EN LA CONSTRUCCIÓN MEXICANA	32
3.4.1. EL MARCO DE REFERENCIA: CICLO DE VIDA DEL PROYECTO	32
3.4.2. LOS PLANOS DE ESTUDIO	33
3.4.3. LOS RIESGOS	34

3.5 DIFERENCIAS DE METODOLOGÍAS EN LA GESTION DEL VALOR	35
3.5.1. DIFERENCIAS EN LOS SISTEMAS DE OTROS PAISES	36
3.5.2. REQUISITOS DE LA METODOLOGÍA EN EL AMBITO MEXICANO	37
CAPITULO 4	39
<hr/>	
VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA	39
4.1 EL MÉTODO DE VERIFICACIÓN	39
4.2 ELECCIÓN DEL CONTRATISTA PARA UN COMPLEJO - CASO N° 1	39
4.3 AMPLIACIÓN DE UN EDIFICIO DE PRODUCCIÓN – CASO N° 2	44
4.4 MODIFICACION EN OBRA DE UNA CARRETERA - CASO N° 3	50
CAPITULO 5	62
<hr/>	
OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO	62
<hr/>	
5.1 LA OFERTA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MEXICO	62
5.2 PRINCIPALES INDICADORES DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN MÉXICO	65
5.2.1. VALOR DE LA PRODUCCIÓN POR SECTOR INSTITUCIONAL	65
5.2.2. INDICADORES DESESTACIONALIZADOS Y DE TENDENCIA DE LA CONSTRUCCION	66
5.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR CONSTRUCCION EN MÉXICO	69
5.3.1. PERSONAL OCUPADO Y REMUNERACIONES MEDIAS REALES	69
5.3.2. DISTRIBUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN POR TIPO DE OBRA	70
5.3.3. PARTICIPACIÓN DE LOS ESTADOS EN EL VALOR DE OBRA	70
5.3.4. SECTOR PRIVADO VS. SECTOR PUBLICO EN LA CONSTRUCCIÓN	71
5.3.5. CAPACIDAD DE PLANTA Y EQUIPO UTILIZADO	71
5.4 SITUACIÓN MUNDIAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	71
5.4.1 PRODUCCIÓN Y EMPLEO A FINALES DEL SIGLO XX	72
5.4.2 PRODUCCIÓN TOTAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION	73
5.4.3. TENDENCIAS MUNDIALES DE LA PRODUCCIÓN Y EL EMPLEO	74
5.4.4 EL PAPEL DECRECIENTE DEL SECTOR PUBLICO	77
5.4.5. PERSPECTIVAS DEL FUTURO	77

5.5 SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MEXICO	79
5.6 ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DEL CEMENTO	80
5.6.1. VARIEDADES COMERCIALES	80
5.6.2. FRACCIONES ARANCELARIAS DEL CEMENTO	83
5.6.3. MERCADO Y PRODUCCION	85
5.6.4. CONSUMO NACIONAL APARENTE	86
5.6.5. COMERCIO EXTERIOR	86
5.6.6. EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE CEMENTO 1999 - POR PAÍS	88
EXPORTACIONES DE CEMENTO 1999 - POR PAÍS	88
5.7 ESTUDIO FINANCIERO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR CONSTRUCCION: CEMEX, S.A. DE C.V.	88
5.7.1. DISTRIBUCIÓN DE VENTAS Y FLUJO DE OPERACIÓN	90
5.7.2. AUMENTO DE LA FLEXIBILIDAD FINANCIERA	91
5.7.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS DEL AÑO 2001	92
5.7.4. RESUMEN GLOBAL DE OPERACIONES EN MEXICO	94
<u>CAPITULO 6</u>	95
<u>CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN MEXICANA</u>	95
6.1 PERSPECTIVAS Y ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN MEXICANA	95
6.2 CONCLUSIONES ACERCA DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA	97
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	99

INDICE ILUSTRATIVO

Figura2.1 Evolución del problema de la toma de decisión	11
Figura2.2 Tabla comparativa de los enfoques teóricos para la toma de decisiones	13
Figura2.3 Tabla Comparativa del Concepto del Valor	14
Figura2.4 Clasificaciones de Riesgos en el ámbito de la construcción	16
Figura2.5 Diagrama Enfoque Probabilista vs. Enfoque Posibilista	17
Figura2.6 Síntesis de los enfoques referentes a los riesgos	18
Figura3.1 Esquema del Sistema Integral de toma de Decisiones	19
Figura3.2 Elementos principales del Modelo Integrado del Valor	20
Figura3.3 El Modelo Integrado del Valor generalizado a toda la realidad	20
Figura3.5 Diagrama de flujo del proceso para la evaluación de los pesos	23
Figura3.6 Representación General de un numero difuso	27
Figura3.7 Formato de la tabla de síntesis de resultados del proceso ACE	32
Figura 3.8 Ciclo de Vida de un proyecto constructivo	33
Figura 3.10 Estudio comparativo de la gestión del valor en los diferentes países	35
Figura 3.11 Diferencias los sistemas de gestión oriental y occidental	37
Figura 3.12 Características requeridas para la aplicación en el ámbito mexicano	38
Figura 4.1 Matriz de procesos del proyecto del caso de estudio 1	41
Figura 4.2 Matriz de requerimientos del proyecto del caso de estudio 1	41
Figura 4.3 Árbol de requerimientos del proyecto del caso de estudio 1	42
Figura 4.4 Parámetros de respuesta relativos a la decisión del caso de estudio 1	43
Figura 4.5 Evaluación de los riesgos asociados a la alternativa 1 del caso 1	43
Figura 4.6 Evaluación de los riesgos asociados a la alternativa 2 del caso 1	44
Figura 4.7 Croquis del emplazamiento del proyecto No. 2	45
Figura 4.8 Matriz de procesos del proyecto del caso 2	46
Figura 4.9 Matriz de requerimientos del proyecto del caso 2	47
Figura 4.10 Árbol de requerimientos del proyecto del caso 2	47
Figura 4.11 Parámetros de respuesta referentes a la decisión del caso 2	48
Figura 4.12 Evaluación de los riesgos asociados a la alternativa 2 del caso 2	49
Figura 4.13 Matriz de identificación de procesos del caso 3	51
Figura 4.14 Matriz de identificación de requerimientos del caso 3	52
Figura 4.15 Árbol de requerimientos del caso 3	52
Figura 4.16 Agrupación de requerimientos según Pareto del caso 3	53
Figura 4.17 Despliegue del árbol de valor del caso 3	55
Figura 4.18 Funciones de Valor de Decisión del caso 3	56
Figura 4.19 Estimaciones de los parámetros de respuesta del caso 3	56
Figura 4.20 Resultado en términos difusos de la evaluación de alternativas del caso 3	57
Figura 4.21 Medición de los riesgos en la decisión al caso 3	57
Figura 4.22 Estimación de los riesgos considerados en la decisión relativa al caso 3	58
Figura 4.23 Visualización de la pérdida de valor producida por el efecto del riesgo	58
Figura 4.24 Función de pertenencia de las severidades de los riesgos considerados	59
Figura 4.25 Medición de los riesgos considerados	59
Figura 4.26 Estimación de los riesgos considerados	59
Figura 4.27 Función de pertenencia de las severidades de los riesgos considerados	60
Figura 4.28 Cálculo del valor integrado	60

Figura 4.29	Representación en términos difusos de los resultados de la evaluación	61
Figura 5.1	Principales indicadores de Empresas constructoras 1984-2002	66
Figura 5.2	Distribución mundial de empleo y producción en la construcción en 1998	72
Figura 5.3	Inversión por habitante en Construcción	73
Figura 5.4	Distribución de la producción en la construcción durante 1965 y 1998	74
Figura 5.5	Últimas tendencias del empleo en la construcción en varios países	76
Figura 5.6	El Proceso de extracción del cemento	81
Figura 5.7	Desgravación arancelaria del Cemento al 2000	84
Figura 5.8	La producción de Cemento 1990-1999	85
Figura 5.9	La Producción de Cemento por Tipo 1999	86
Figura 5.10	La Balanza Comercial del Cemento 1990-1999	87
Figura 5.11	Las exportaciones de Cemento por país en 1999	88
Figura 5.12	Las importaciones de Cemento por país en 1999	88
Figura 5.13	Comparación de crecimiento entre países	89
Figura 5.14	Distribución de ventas y flujo de operación CEMEX	90
Figura 5.15	Margen de flujo de operación y capacidad de producción	91

*A José Luis, por su paciencia y amor.
A mis padres por sus cuidados y consejos.
A Karim, por su fuerza y ayuda incondicional.
A mi alma máter, por enseñarme que nada es imposible.*

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA

Hoy en día en un contexto globalizado, fruto en gran parte de la era de la información que ha venido dándose en las últimas décadas, muchas de las teorías fundamentales de la sociedad industrial han quedado obsoletas; existe una mayor facilidad para acceder a nuevos negocios, la regulación e intervencionismo estatal es cada vez menor y la importancia de la innovación tecnológica es ya un hecho indudable.

Existen, cada vez más, nuevos retos para el sector construcción, en el caso de las nuevas demandas sociales. Entre ellas destacan, la conservación del legado cultural, la creciente demanda del confort, o las nuevas necesidades residenciales, etc.

Además, cada vez se exige mayor calidad de las obras de construcción y el aumento de competitividad, que obliga a optimizar al máximo los recursos a utilizar. Los nuevos condicionantes del mercado obligan a dar un paso más en búsqueda de la excelencia en un entorno cambiante y cada vez más competitivo, basado en el equilibrio entre los diversos factores según los intereses específicos del cliente.

Por lo tanto el éxito de un proyecto no sólo dependerá de la calidad de cada una de sus partes por separado, sino que éstas deberán estar integradas para la búsqueda de un fin unitario.

Es por ello que existe una necesidad de generar una herramienta que permita abordar de forma más estructurada y rigurosa las tomas de decisión a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

1.2. OBJETIVOS DE LA TESIS

El objetivo general de la presente investigación es ahondar en el estudio de la toma de decisión de la gestión constructiva con la finalidad de aportar una alternativa válida en la práctica actual.

A la vez que se hace un estudio del estado actual del sector construcción en México, se pretende aportar una herramienta de apoyo a la toma de decisión a lo largo del ciclo de vida del proyecto que ayude a modelar y racionalizar los complejos problemas relacionados con la gestión, caracterizados por la dificultad de estimación y su amplio alcance.

Para alcanzar el objetivo general de la tesis, es necesario concretarlo a los siguientes objetivos específicos:

- a) Analizar los diversos modos de abordar el problema de la toma de decisión
- b) Aportar un instrumento de toma de decisiones aplicable en el ámbito de la gestión de proyectos constructivos
- c) Analizar y comprender la actual coyuntura de la economía mexicana en lo concerniente a la industria de la construcción, realizando comparaciones con sus similares en otros países desarrollados y economías emergentes.
- d) Conocer el comportamiento del sector construcción y aportar nuevas corrientes para mejorar la toma de decisión a nivel macro.
- e) Generar una estrategia de desarrollo social en el que se impulse el crecimiento de la industria de la construcción en un ambiente globalizado.
- f) Comprobar el comportamiento de la propuesta en un conjunto de casos prácticos que cubran el alcance del campo de aplicación de la propuesta

1.3. ALCANCE DE LA TESIS

Se realiza el estudio de la oferta y demanda del sector construcción, así como su problemática, alternativas de desarrollo y nuevas propuestas de afrontar el problema.

Se resalta que la presente tesis se centra esencialmente sobre la cuestión de la toma de decisión. El alcance de la investigación se centra en la toma de decisión a lo largo de la gestión del proyecto constructivo.

1.4. METODOLOGÍA UTILIZADA

Se utiliza como metodología el enfoque científico y el enfoque de sistemas. Como métodos se utilizan los conocimientos de: Teoría de Decisiones, Árboles de Decisión, aplicaciones en Matemática Difusa y conocimientos generales de Riesgo y Valor.

CAPITULO 2

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

2.1 EL PROBLEMA DE LA TOMA DE DECISIÓN

El objetivo principal es revisar el desarrollo del problema de la toma de decisión en el ámbito de la gestión de proyectos constructivos. Para ello se abarcará dos aspectos: los conceptos de valor y riesgo.

LOS DIVERSOS ENFOQUES DEL PROBLEMA

La toma de decisión es una de las principales actividades de la gestión en todos sus ámbitos. La complejidad del problema puede llegar a ser extraordinariamente grande, ya que en ocasiones implica la integración de aspectos muy heterogéneos y un grado de incertidumbre elevado.

El desarrollo de la denominada “teoría de la decisión” podría modelarse mediante el esquema de la figura 2.1.

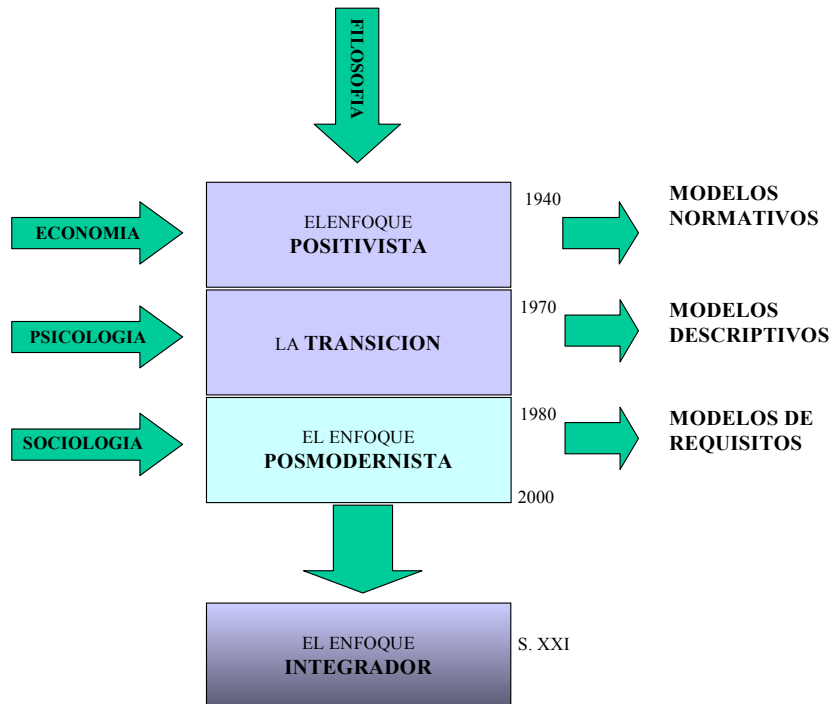


Figura 2.1 Evolución del problema de la toma de decisión

EL ENFOQUE POSITIVISTA

Durante gran parte del siglo XX, la ciencia de la gestión experimentó una extraordinaria influencia de los presupuestos del positivismo filosófico. Esto trajo como consecuencia el intento de racionalización de los problemas, lo cual puso como énfasis la objetivización de los mismos, que se tradujo asimismo en un intento de sistematización y en la utilización de formulaciones matemáticas, muchas de ellas provenientes de la Investigación Operativa.

Este enfoque lleva implícito el reconocimiento de una solución óptima del problema y un comportamiento del ser humano “mecanicista” o “predecible” según el cual éste siempre toma o debería tomar las decisiones con un criterio racionalista, buscando la máxima utilidad o beneficio objetivo. Entre las que destacan:

- a) La programación lineal y sus variantes
- b) La simulación
- c) El análisis estadísticos de datos

LA TRANSICIÓN

Durante los años setenta y principios de los ochenta en la disciplina del análisis de decisiones irrumpió con fuerza la ciencia de la psicología. Se abandona la idea de que el comportamiento humano fuese un simple mecanismo y se descubre que el ser humano no siempre escoge la opción que según la racionalidad clásica aporta una mayor utilidad, sino que en la elección influyen factores psicológicos que una formulación matemática no llega a reflejar. Entre ellas destacan:

- a) Las variantes simplificadas de la teoría de la utilidad, entre las que destaca la metodología SMART
- b) El proceso analítico de Jerarquización
- c) El método “Electre”
- d) Los sistemas expertos
- e) Las técnicas simples de toma de decisión
- f) El tratamiento de la incertidumbre mediante matemática difusa.

EL ENFOQUE POSMODERNISTA

Bajo este punto de vista, se adoptan las propuestas de trabajo en equipo y la toma de decisión compartida como la manera más adecuada de abordar el problema. A este

concepto de trabajo en equipo se le ha denominado “Toma de Decisión en Equipo”. Las principales ventajas de este nuevo enfoque pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- a) Enriquece la visión del problema
- b) Integra el conocimiento de diversas disciplinas
- c) Evita posteriores conflictos y no aceptaciones de las decisiones
- d) Aporta una mayor transparencia en el proceso de toma de decisión ya que el razonamiento seguido es entendible por todos.

Entre ellas destacan:

- a) La “metodología de los sistemas blandos”
- b) La “elección estratégica”
- c) El desarrollo y análisis de las opciones estratégicas
- d) Los escenarios

EL ENFOQUE INTEGRADOR

Podría sintetizarse el tratamiento de estos elementos en los enfoques anteriormente mencionados mediante el cuadro en la tabla 2.2. La comparación de los enfoques, se ven en la siguiente tabla:

	Enfoque POSITIVISTA	Desarrollos de TRANSICION	Enfoque POSMODERNISTA
DESARROLLOS	- Teoría de la utilidad Utilidad esperada Utilidad multiatributo -Teoría de sistemas “duros” -Programación lineal y variantes -Análisis estadístico - Simulación	-Variantes simplificadas de la teoría. de la utilidad SMART -Proceso Analítico de Jerarquización - Método Electre - Sistemas expertos -Técnicas simples de decisión - Matemática difusa	-Metodología de los sistemas blandos (SSM) -Elección estratégica -Desarrollo y Análisis de opciones estratégicas
VENTAJAS	- Elegancia matemática - Solución única	-Evita la estimación de probabilidades -Rigor teórico	-Elude las dificultades de cuantificación. -Busca las ventajas de adoptar una solución de consenso
INCONVENIENTES	-Críticas teóricas -Medición de la utilidad -Estimación de probabilidades	- Excesiva complejidad	-Inconvenientes del trabajo en equipo -Carácter utópico de algunos de sus principios

Figura2.2 Tabla comparativa de los enfoques teóricos para la toma de decisiones

2.2 EL VALOR EN LA CONSTRUCCIÓN

- a) Tal vez la mayor utilización del término “valor” corresponde a sacar el máximo provecho posible del dinero invertido en el proyecto constructivo.

EL ENFOQUE POSITIVISTA DEL VALOR

El primer gran desarrollo del concepto del valor, se definió el concepto en el ámbito industrial como la relación entre las funciones producidas, es decir, el beneficio para el cliente y los recursos consumidos sintetizando esta idea mediante la expresión:

$$VALOR = \frac{FUNCION}{COSTO}$$

En resumen podría generalizarse la concepción del valor como un cociente genérico donde intervienen los factores o variables aportados por el producto (satisfacción de las funciones, eficacia) y aquellos que se deben facilitar para la consecución de dichas funciones. (costo, precio, recursos humanos, tiempo, etc.)

EL CONCEPTO INTEGRADO DEL VALOR

En la siguiente tabla se sintetizan las ventajas e inconvenientes asociados a la concepción del valor desde la perspectiva de los enfoques estudiados.

	Enfoque POSITIVISTA	Enfoque de TRANSICIÓN
CONCEPTO DE VALOR	Optimización entre utilidad y costo	Satisfacción de las aspiraciones del decisor.
VENTAJAS	- Claridad y distinción - Aporta una evaluación objetiva - Permite una evaluación afinada de alternativas	-Reconoce las limitaciones del concepto positivista y aboga por un concepto mas “blando”
INCONVENIENTES	- Parcial (se analiza un único criterio) - Poco transparente para el resto de los agentes del proyecto (decisión individual)	- No aporta ningún modo concreto de articular el concepto en la practica

Figura2.3 Tabla Comparativa del Concepto del Valor

LA FORMULACION DEL VALOR

La formulación del valor en el ámbito de la toma de decisiones ha alcanzado un desarrollo notablemente superior en el marco del desarrollo de la teoría de la utilidad multiatributo.

De este modo se define una función de valor $v(x)$ que expresa la preferencia que el decisor asigna a cada uno de los valores parámetro x considerado. Para el caso multiatributo se introduce la formulación aditiva simple, es decir:

$$v(x) = \sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i)$$

Donde $v_i(x_i)$ son las funciones de valor de cada uno de los criterios, atributos considerados y k_i sus pesos o coeficientes de importancia relativa.

2.3 EL RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN

El factor riesgo es esencial en toda toma de decisión, e ignorarlo conllevaría a una falta de realismo, y por lo tanto, una renuncia al intento de abordar los problemas de gestión tal y como aparecen en la práctica profesional.

EL CONCEPTO Y LOS TIPOS DE RIESGOS

El riesgo y la incertidumbre se pueden diferenciar de acuerdo a lo siguiente:

- a) Si existe información suficiente o es posible estimar las probabilidades asociadas a estos sucesos, se trataría de un *“análisis en condiciones de riesgo”*.
- b) Por otro lado, en caso de no disponerse de estas probabilidades, la denominación adoptada para el problema sería la de *“análisis en condiciones de incertidumbre”*.

Para obtener la clasificación de tipos de riesgo es necesario reconocer que los riesgos pueden aparecer en un proyecto constructivo y su naturaleza dependerá de las características del mismo.

Criterio de Clasificación	Tipos
Relación con el proyecto	- Internos: a) Locales b) Globales - Externos
Agente generador	- Naturales - Generados por el hombre - Inducidos
Naturaleza	- Especulativos - Puros
Causas y efectos	- Físicos - De construcción - De diseño - Políticos - Financieros - Legales y /o contractuales - Medio Ambientales
Posibilidad de actuar	- Evitables e inevitables - Controlables e incontrolables - Predecibles e impredecibles - Económicamente manejables o inmanejables
Acción a adoptar	- Retenidos - Reducidos (mitigados) - Transferidos - Evitados

Figura2.4 Clasificaciones de Riesgos en el ámbito de la construcción

Derivado de la tabla mostrada, cabe distinguir una doble incertidumbre en la esencia del riesgo:

- a) la incertidumbre acerca de los *efectos o resultados* (riesgos especulativos)
- b) la incertidumbre acerca de los *sucesos de influencia* (riesgos puros)

LOS ENFOQUES DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

El modo de tratar la incertidumbre guarda cierta similitud con el problema de la toma de decisión. En síntesis, consta de los siguientes apartados:

- a) La perspectiva positivista (el enfoque probabilista)
- b) Los movimientos de transición (la aparición del enfoque posibilista y la matemática difusa)

EL ENFOQUE POSITIVISTA

Existen dos líneas de desarrollo, correspondientes a la distinción entre riesgos puros y especulativos.

LOS RIESGOS ESPECULATIVOS: Trata del estudio del tratamiento de la incertidumbre, en un cierto criterio de toma de decisión, tal como una función de utilidad multiatributo $u(x_1...x_n)$.

LOS RIESGOS PUROS: Considérese una toma de decisión sencilla articulada en torno a un criterio, el costo. Al analizar la incertidumbre asociada a la toma de decisión cabría plantearse además de la incertidumbre asociada a la fluctuación de precios (riesgos especulativos), el impacto de un factor externo, por ejemplo un sismo, o lluvias, etc. Obviamente el modo de tratar este otro tipo de incertidumbre debe contemplar diferencia respecto al otro tipo de riesgo.

EL ENFOQUE POSIBILISTA

Apareció la matemática difusa, que alcanzó un considerable desarrollo mediante sus diversas aplicaciones en la teoría de la decisión.

La matemática difusa introduce la probabilidad de tratar la incertidumbre mediante un conjunto de números de una cierta categoría con un grado de pertenencia cuya función varía entre 0 y 1.

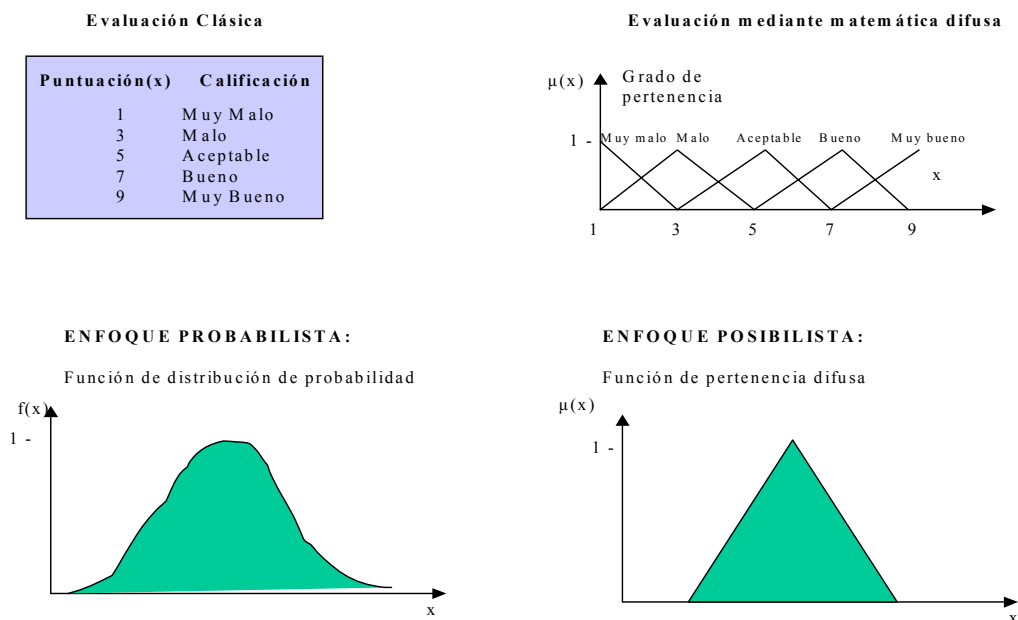


Figura2.5 Diagrama Enfoque Probabilista vs. Enfoque Posibilista

En la figura el valor numérico (7) puede ser considerado “bueno” o “muy bueno”, con diferentes grados de pertenencia, mientras que en el otro enfoque, solo podía haber sido considerado “bueno”.

Esta diferencia, introduce elementos muy interesantes, como la posibilidad de tratar la ambigüedad y carácter difuso de la información, así como la diferencia que presentan las personas el modo de expresar numéricamente los juicios cualitativos.

La matemática difusa supone una cristalización práctica del enfoque posibilista, ya que no impone el conocimiento de las probabilidades asociadas a cada valor del parámetro, sino un cierto rango de variación correspondiente a los valores “posibles”, lo cual es coherente con el carácter difuso de la información, con la imperfección del conocimiento fruto de las limitaciones humanas y con el carácter singular de un proyecto.

LOS INTENTOS DE INTEGRACION

En la siguiente tabla se sintetizan las ventajas e inconvenientes asociados a los diversos modos de evaluar el riesgo, según lo descrito anteriormente.

	Enfoque POSITIVISTA	TRANSICIÓN O POSIBILISTA
MODO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO	Teorías Probabilistas	Teoría Posibilista (matemática difusa)
VENTAJAS	- Objetividad - Racionalidad	-No hay necesidad de obtener probabilidades -Refleja el carácter difuso de la información
INCONVENIENTES	-Dificultad de obtención de las probabilidades -Poca fiabilidad en las probabilidades -Complejidad teórica	-Complejidad teórica -Esfuerzo de cálculo

Figura2.6 Síntesis de los enfoques referentes a los riesgos

CAPITULO 3

EL SISTEMA INTEGRADO DECISOR (SID)

Es un nuevo instrumento de toma de decisiones basado en el concepto del valor como criterio básico de decisión que incorpora de forma natural el elemento riesgo.

Se estructura en coherencia con sus elementos principales:

- Un nuevo concepto de valor
- Un nuevo concepto y modo de evaluación del riesgo
- Un nuevo proceso de toma de decisión denominado ACE

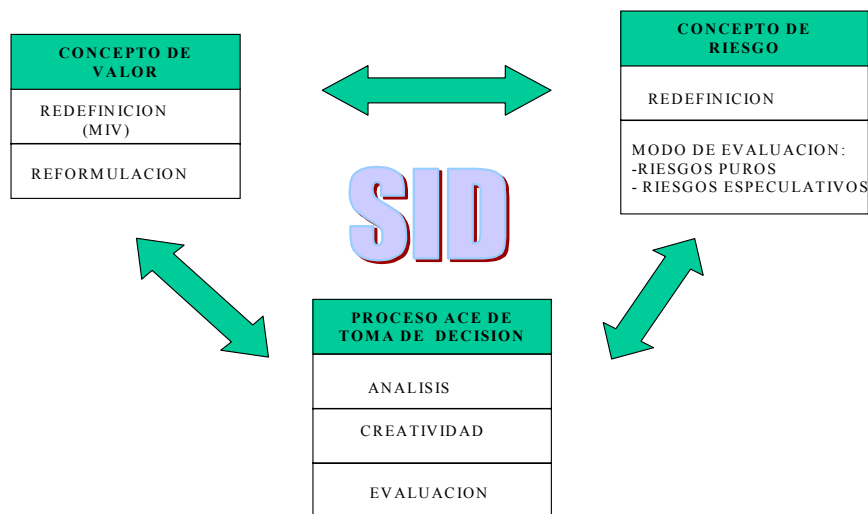


Figura3.1 Esquema del Sistema Integral de toma de Decisiones

3.1. REDEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE VALOR

Se propone la siguiente definición del concepto de valor:

“El valor de una alternativa es el grado de satisfacción que se produce como respuesta a los requerimientos de la realidad en un cierto marco de referencia”

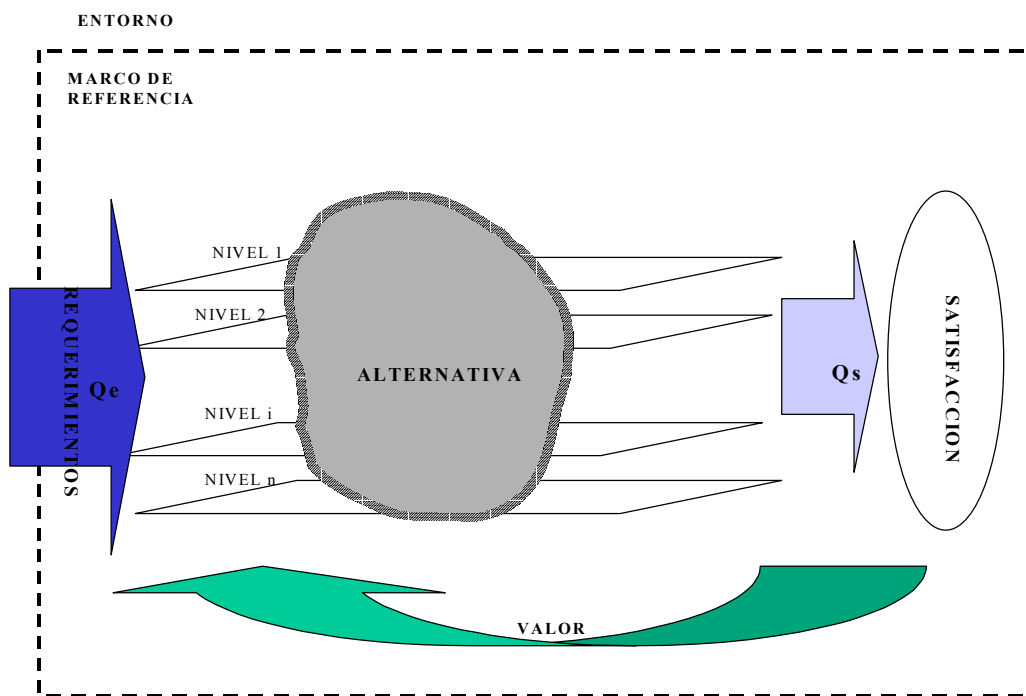


Figura3.2 Elementos principales del Modelo Integrado del Valor

La siguiente figura, sería el caso más general, ya que se consideran todas las alternativas generadas en las diversas tomas de decisión del proyecto.

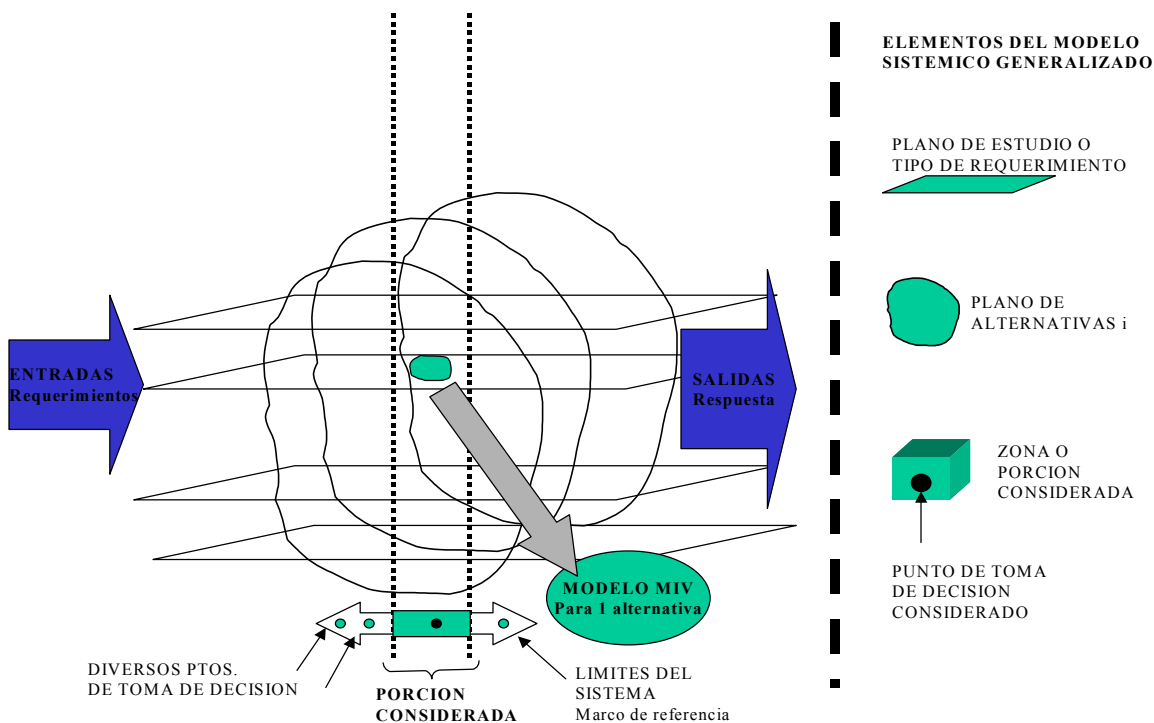


Figura3.3 El Modelo Integrado del Valor generalizado a toda la realidad

Como puede observarse está compuesto por los siguientes elementos:

Las entradas del sistema:	<i>Los requerimientos</i>
El núcleo del sistema:	<i>La alternativa de toma de decisión</i>
La salida del sistema:	<i>La respuesta a los requerimientos</i>
La medida del sistema:	<i>El concepto de satisfacción</i> <i>Los planos de estudio</i>
El límite del sistema:	<i>El marco de referencia de la decisión</i>

Las entradas del sistema

Las entradas del sistema son los requerimientos o requisitos. Sus términos más utilizados son: “objetivo”, “necesidad”, “meta”, etc.

El núcleo del sistema: la alternativa de toma de decisión

Es una posible solución a una cuestión planteada dentro del marco de referencia.

La salida del sistema: la respuesta a los requerimientos

Es toda aquella alternativa de toma de decisión que ofrece una respuesta a los requerimientos para los cuales fue generada.

La medida del sistema: el concepto de satisfacción

Es el grado de bienestar que produce al decisor. Esta medida depende del “nivel de aspiración” del decisor, es decir lo que éste espera del proyecto.

Los límites del sistema: el marco de referencia

El valor no es un concepto aislado ya que adquiere significado en ciertos ejes de referencia.

La estructura interna del sistema: los planos de estudio

Son los posibles tipos de requerimientos como pueden ser los económicos, temporales, etc.

3.1.1. LA MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL VALOR

La función del valor: Se define “*función del valor*” a aquella función v , que asocia un número $v(x)$ a cada parámetro de respuesta x en un espacio de evaluación y que representa la variación del grado de satisfacción del decisor en una escala entre -1 y 1 representando estos valores el máximo grado de insatisfacción y satisfacción respectivamente en función de la variación del parámetro de respuesta.

Sus características:

- Representa el concepto de “satisfacción”
- Su rango de variación comprende valores positivos y negativos $(-1,1)$
- Puede ser creciente o decreciente

La forma de la función del valor: En sentido estricto, las funciones de valor adoptaran con frecuencia una forma de “S”. Pudiendo tener estas formas:

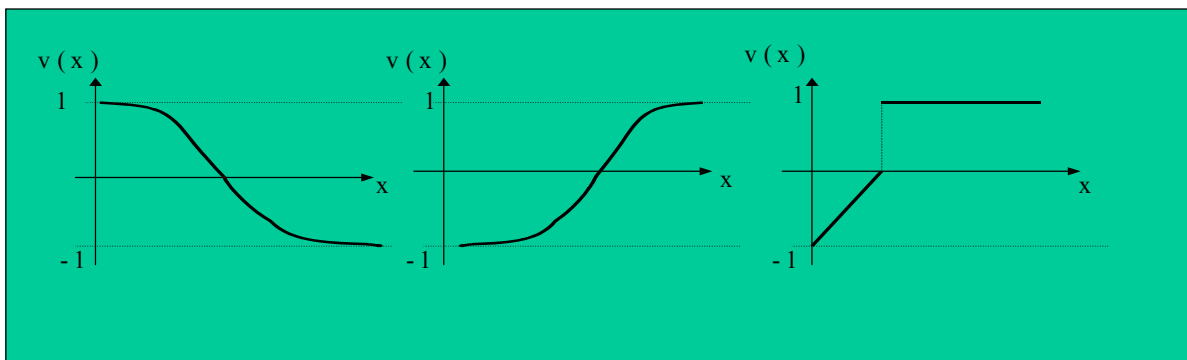


Figura3.4 Formas más comunes adoptadas por la función de valor

La multiplicidad de requerimientos:

Se tiene una función n-sima, como una relación de las funciones del valor de cada requerimiento, es decir,

$$v = f(v_1(x_1), \dots, v_n(x_n))$$

La función “f(.)” elegida es la forma aditiva simple, de manera que el valor de la alternativa se calculara como la sumatoria ponderada de las funciones de valor de los diversos requerimientos:

$$v = \sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i)$$

donde k_i es el peso de cada requerimiento que cumple con la propiedad:

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1$$

3.1.2. EL CALCULO DE LOS PESOS: EL METODO CIP

El método para el cálculo de los pesos de los requerimientos k_i , se denomina mediante la palabra CIP, en referencia a sus siglas “Cálculo Integrado de Pesos”. Consta de un proceso de cuatro etapas, según se muestra en la siguiente figura:

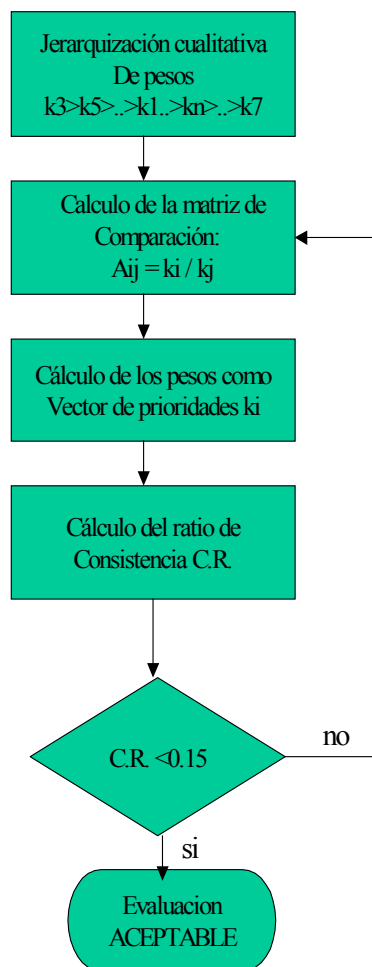


Figura3.5 Diagrama de flujo del proceso para la evaluación de los pesos

A continuación se describirá cada uno de las fases:

Fase 1.- Jerarquización u ordenación cualitativa de la importancia de los pesos

En primer lugar se llevara a cabo una ordenación previa de los requerimientos de forma cualitativa. El modo de realizarla se deja abierto al decisor. El resultado de esta operación seria una relación del tipo,

$$k_3 > k_5 > \dots > k_1 \dots > \dots > k_n > \dots > k_7$$

Fase 2.- Calculo de la matriz de comparación

A partir de esta ordenación inicial se plantea la construcción de una matriz de comparación, a la que se denominara A, y cuyos componentes se plantean como cociente entre los pesos analizados:

$$a_{ij} = \frac{k_i}{k_j}$$

Los valores de la matriz A, se calcularán preguntando al decisor sobre qué valor del parámetro de respuesta correspondiente al requerimiento más valorado de los dos en comparación x^*i le produce igual satisfacción que el máximo valor del parámetro menos importante.

En cualquier caso, la evaluación de los citados coeficientes a_{ij} se deja abierta de modo que se considera aplicable cualquier modo de estimación siempre que aporte un resultado numérico fiable.

Fase 3.- Cálculo del vector de pesos ($k_1.. k_n$)

A partir de las componentes de la matriz de comparación a_{ij} , se calcularán los pesos de los requerimientos k_i mediante el método simplificado:

$$k_i = \frac{k^*i}{\sum_{i=1}^n k^*i} \quad \text{donde:}$$

$$k^*i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$$

Esta definición teórica, es de acuerdo al Proceso Analítico de Jerarquización.

Fase 4.- Cálculo de la consistencia de la evaluación

Es la estimación de los coeficientes de la matriz de comparación a_{ij} mediante la adaptación del coeficiente de consistencia, al que se le denominará CC y cuyo cálculo es el siguiente:

$$CC = \frac{IC}{IA}$$

Donde IC es el “Índice de consistencia” de la evaluación definido como

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

donde λ_{\max} es el máximo valor propio asociado a dicha matriz de comparación, calculado mediante la expresión:

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \cdot k_i$$

Por otro lado el termino IA es el “Índice de aleatoriedad” cuyos valores son:

Tamaño de la matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de Consistencia aleatoria (RI)	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

El cociente del coeficiente CC expresa un valor relativo de la inconsistencia, de manera que si su valor es 1 indica que la inconsistencia es del 100%, y si es 0, el juicio emitido es totalmente coherente. Expresa por lo tanto, una expresión del error en términos relativos.

Se recomienda una tolerancia del 10% (o un valor de CC de 0.10) para calificar de buena una ponderación, siendo aceptables resultados de un 15%.

Si el resultado indica que el juicio realizado no es suficientemente coherente $CC > 0.15$ deberá volverse a realizar el proceso desde la primera fase, repitiéndolo de forma iterativa hasta conseguir que la incoherencia en el juicio entre dentro de la tolerancia.

3.2 EL TRATAMIENTO DEL RIESGO

3.2.1. REDEFINICION DEL CONCEPTO DE RIESGO

Se formulará de la siguiente manera:

“El riesgo es una incertidumbre por la falta de conocimiento en la previsión de los resultados o por la variación a causa de sucesos que influyen sobre la realidad considerada”

Este concepto refleja el carácter transversal y contempla los dos tipos de riesgo: puros y especulativos. En la siguiente figura se completa la definición del valor de una alternativa mediante la integración del elemento riesgo.

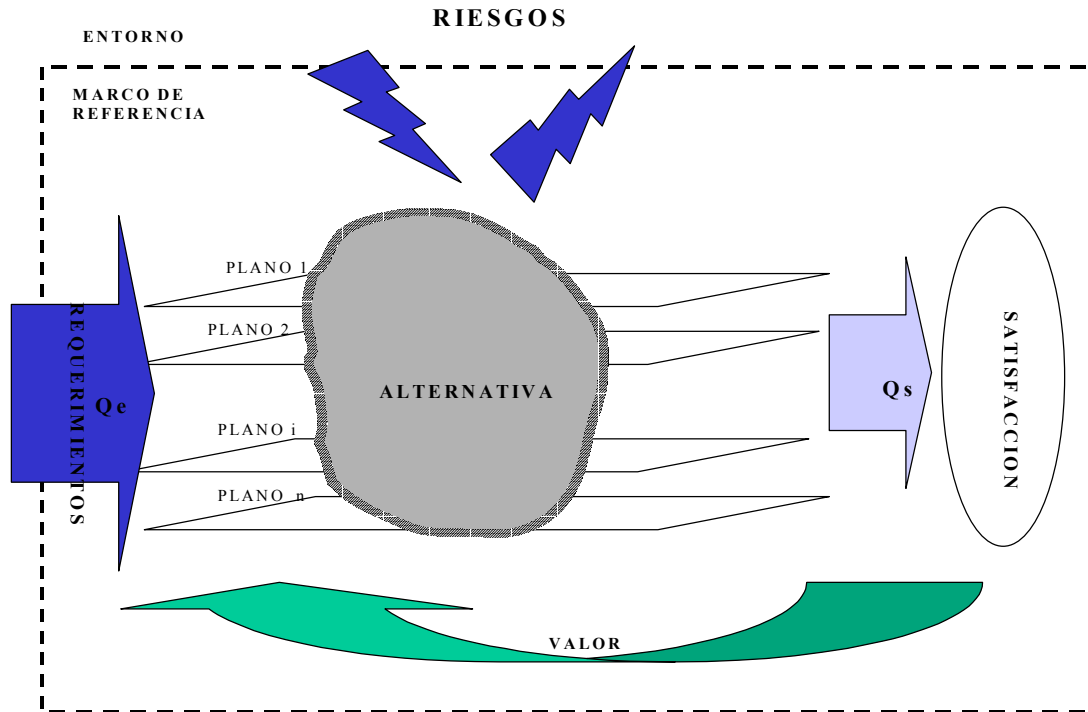


Figura3.6 La Integración del riesgo en el Modelo Integrado del Valor

3.2.2. EL TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS ESPECULATIVOS

LA MATEMÁTICA DIFUSA

Mediante un conjunto difuso se pretende representar a la incertidumbre, imprecisión o falta de conocimiento de un valor numérico, de modo que únicamente se conoce su zona más probable de ubicación. Por ejemplo el plazo de ejecución de una obra, constituye una muestra clara de numero difuso ya que es imposible determinar exactamente cual será su duración, si bien se puede estimar dentro de unos limites razonables.

Se presentara en general un conjunto difuso mediante una función de pertenencia $\mu(x)$ de tipo trapezoidal cuya variación entre 0 y 1 describe la pertenencia a ese entorno difuso de mayor probabilidad. Dicha función se define de la siguiente manera:

$$\mu(x) \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \quad \text{ó} \quad x \geq d \\ 1 & \text{si } b \leq x \leq c \\ 1 + \frac{x-b}{b-a} & \text{si } a \leq x \leq b \\ 1 + \frac{x-c}{d-c} & \text{si } c \leq x \leq d \end{cases}$$

donde b y c son los números reales que marcan el intervalo más posible que esté el resultado correspondiente al parámetro x . Los valores (a,d) definen el carácter difuso de la frontera de este intervalo.

En otras palabras, los números comprendidos entre a y b serán los de mayor grado de pertenencia y los comprendidos en la frontera difusa (entre a y b y entre c y d) tendrían un grado de pertenencia decreciente hacia el exterior de intervalo. La forma trapezoidal de esta función es la siguiente:

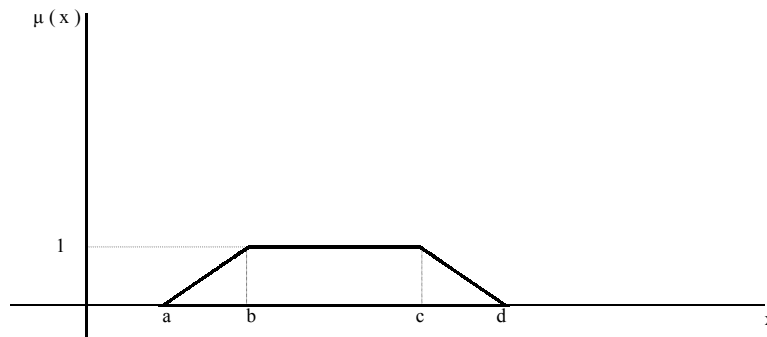


Figura3.6 Representación General de un numero difuso

Como es obvio los números a, b, c y d cumplen la siguiente condición

$$a \leq b \leq c \leq d$$

Cabe señalar que, podría definirse un “margen” de error en la estimación mediante los valores de c y d

$$\varepsilon_1 = b - a$$

$$\varepsilon_2 = d - c$$

Es decir, el decisor podría estimar el resultado de x mediante un intervalo (b,c) y un cierto margen de error. Por ejemplo, podría estimar un costo de una cierta partida entre 45 y 46 miles de dólares con un margen adicional de error ($\varepsilon_1=\varepsilon_2$)de 500 dólares.

EL CONCEPTO DE RIESGO PURO Y SUS ELEMENTOS

El concepto de riesgo puro comprende, un **factor de incidencia** (por ejemplo la aparición de fuego, lluvias torrenciales, etc.) el cual es la causa de las posteriores consecuencias sobre el mismo. Este factor implica una **probabilidad de ocurrencia**, expresada como frecuencia o como periodo de retorno y una **intensidad** de modo que puede establecerse una

comparación entre diversos fenómenos. Por ejemplo: no es lo mismo un oleaje de 7 m. de altura que un maremoto de olas de 15 m.

La incidencia del factor de riesgo produce unas salidas o **impacto** del factor de riesgo. Este impacto se medirá mediante la **severidad** del riesgo, que a su vez comprende dos elementos: el alcance y la magnitud. El alcance describe la extensión alcanzada por el factor de riesgo.

Así por ejemplo, un incendio podría tener diferentes alcances dependiendo de la parte del edificio donde se produce, de qué materiales está construido del edificio, la hora del día en que se produce, etc.

Por otro lado, la afectación podría tener una **magnitud** variable, de modo que, podría darse el caso de que un cierto factor de riesgo tuviese un alcance reducido pero una gran magnitud. Por lo que la intensidad del riesgo se medirá a través de los parámetros de respuesta a los requerimientos planteados.

Se calculará de igual manera que la del valor, ya que se comporta de manera idéntica la incertidumbre acerca de los resultados.

3.3. EL PROCESO “ACE” DE TOMA DE DECISIÓN

Se realiza la metodología ACE para la toma de decisión, mediante un procedimiento estructurado en tres fases: análisis (A), creatividad (C) y evaluación (E), denominado ACE.

3.3.1 LA FASE DE ANALISIS

La función de la fase de análisis es estudiar el marco del problema y fijar una estructura que servirá de base para las posteriores fases de creatividad y evaluación. Sus fases son:

A.1 PREPARACION DEL ESTUDIO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Esta etapa incluye las tareas previas relativas al equipo de trabajo y a recabar la información necesaria para llevarlo a acabo. Cada toma de decisión requerirá unos ciertos procedimientos al respecto que deberán ser particularizados en cada caso según la realidad considerada.

A.2 IDENTIFICACION DE PROCESOS: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE PROCESOS

Se identificarán a partir de la denominada “matriz de procesos”, cuya estructura es en entorno al marco de referencia y a tres tipos de procesos:

- **Procesos clave:** son aquellos que forman la cadena básica de operaciones.
- **Procesos estratégicos:** son aquellos que coordinan y dirigen el resto de procesos.
- **Procesos de soporte:** son aquellos que permiten la realización de los procesos clave

La matriz adoptará la forma descrita en la tabla siguiente:

PROCESOS ESTRATÉGICOS PROCESOS CLAVE PROCESOS DE SOPORTE	MARCO DE REFERENCIA Proceso 1 Proceso i Proceso i+1 Proceso j Proceso j+1 Proceso n
---	--

A.3 CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE REQUERIMIENTOS

Los requerimientos se identificarán a partir de la denominada “matriz de requerimientos” cuya estructura se articula en torno al marco de referencia y a los “n” planos de estudio considerados. Por tanto dicha matriz adoptará la forma descrita en la siguiente tabla:

Plano de estudio 1 Plano de estudio n	MARCO DE REFERENCIA Requerimiento 1 Requerimiento i Requerimiento i+1 Subrequerimiento i+1,1 Subrequerimiento i+1,k Requerimiento j Requerimiento j+1 Requerimiento n
--	--

A.4. PONDERACIÓN Y ASIGNACION DE PESOS

Los requerimientos identificados se ponderarán en función de su importancia o peso específico en el valor del proyecto.

A.5 CONSTRUCCION DEL ARBOL DE REQUERIMIENTO

Se construirá un árbol con base en los requerimientos previamente identificados, desplegándolos en otros inferiores según el grado de detalle que se quiera realizar la evaluación. Este árbol constituirá la estructura de análisis del problema

3.3.2 LA FASE DE CREATIVIDAD

El objetivo de la fase de creatividad es buscar puntos de mejora de la realidad analizada y generar alternativas en cada uno de ellos, las cuales serán evaluadas posteriormente en la fase de evaluación.

C.1 IDENTIFICACION DE PUNTOS DE DECISIÓN

Se identifican los puntos de mejora del valor de la realidad considerada. Sobre estos puntos de mejora se generaran de alternativas sobre las que habrá que tomar una decisión con relación a cual adoptar.

C.2 GENERACION DE ALTERNATIVAS PARA CADA PUNTO DE DECISIÓN

En torno a los puntos de decisión fijados se procederá a la generación de alternativas para cada uno de ellos.

3.3.3 LA FASE DE EVALUACIÓN LA FASE DE EVALUACIÓN

En esta ultima fase de evaluación se procede a sopesar el valor de cada una de las alternativas generadas en torno a los puntos de decisión considerados.

E.1 PRESELECCION DE ALTERNATIVAS PARA CADA PUNTO DE DECISIÓN

Dado el gran número de alternativas que pueden surgir de la fase de creatividad, será necesaria una primera selección de las ideas surgidas.

E.2 EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA CADA PUNTO DE DECISIÓN

Tras la preselección se procederá a la evaluación de las alternativas escogidas, según las siguientes subfases:

- Evaluación del valor de cada alternativa sin considerar los riesgos puros
- Análisis y evaluación de los riesgos de la toma de decisión: Se integrará el efecto de los riesgos puros y se asociara a cada riesgo una probabilidad.
- Cálculo del valor integrado de cada alternativa: se calculará el valor de cada alternativa y su valor integrado que contemple el efecto de los riesgos puros.
- Análisis de compatibilidad
- Análisis de los resultados

E.3 CALCULO DEL INDICE DE POTENCIALIDAD Y EFICACIA DE LA ALTERNATIVA

Estos indicadores son:

Potencialidad de valor (PV).- Es el resultado del calculo de v^* o valor de la alternativa sin riesgos puros con todas las funciones de valor relativas a los requerimientos a los que afecta la decisión con valor 1, es decir una satisfacción máxima.

Potencialidad de riesgo (PR).- Es el resultado del calculo de la sumatoria de las severidades de los requerimientos afectados (S_i) con valor 1, es decir la máxima perdida de valor posible

Eficacia de valor (EV).- Es el porcentaje de valor conseguido con respecto a la potencialidad de valor o alcance en valor de la alternativa

$$EV = V^*/PV \times 100$$

Eficacia de riesgo (ER).- Es el porcentaje de riesgo evitado con respecto a la potencialidad de riesgo

$$ER = s / PV \times 100$$

Siendo s la severidad integrada de los riesgos considerados

La misión de estos indicadores es aportar información complementaria que ayude a enfocar con mayor detalle la elección final

E.3.4 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Dado el carácter difuso de los resultados, se recomienda utilizar un valor p , que será el punto medio entre a y b que en definitiva será el punto central o medio del valor difuso obtenido.

$$P = \frac{1}{2} \times (b+c)$$

E.3.5 TOMA DE DECISION Y PRESENTACION DE RESULTADOS

Finalmente se tomara la decisión acerca de la elección entre las alternativas consideradas para cada punto de estudio justificándola mediante la ayuda de una tabla que sintetice los resultados obtenidos.

Toma de decisión: Distribución en Planta	Alternativa 1 Titulo							Alternativa n Titulo			
	a	b	c	d	a	b	C	d	a	b	c	d
Valor sin riesgo												
Severidad riesgo 1 (S1)												
..												
Severidad riesgo m (Sm)												
Valor integrado ($V = \sum p_i \cdot s_i$)												
PV												
PR												
EV												
ER												

Figura3.7 Formato de la tabla de síntesis de resultados del proceso ACE

3.4 LA GESTION DE PROYECTOS EN LA CONSTRUCCIÓN MEXICANA

La adaptación del SID en este ámbito pretende aportar un instrumento para mejorar el tratamiento de los problemas de gestión relativos a la toma de decisión. En concreto, se destacan los siguientes puntos:

- a) Se busca aportar un modo de tratar la incertidumbre asociada a todo proyecto constructivo. En este sentido, cabe considerar que en el sector construcción reina una gran variabilidad; los productos son obras singulares, la actividad tiene un fuerte carácter local, lo que implica que las condiciones de entorno sean siempre diferentes
- b) Por otro lado se pretende ser adaptable y tener un carácter abierto y flexible capaz de adaptarse a proyectos de muy diversa índole y llevados a cabo por organizaciones que pueden tener características muy dispares

3.4.1. EL MARCO DE REFERENCIA: CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

El marco de referencia será el ciclo de vida del proyecto. Su consideración aporta una mayor perspectiva de la toma de decisión y permite visualizar la importancia de las primeras etapas, ya que la posibilidad de mejorar el proyecto es mayor cuanto antes se plantee.

La siguiente figura, representa el modelo de ciclo de vida de un proyecto constructivo:

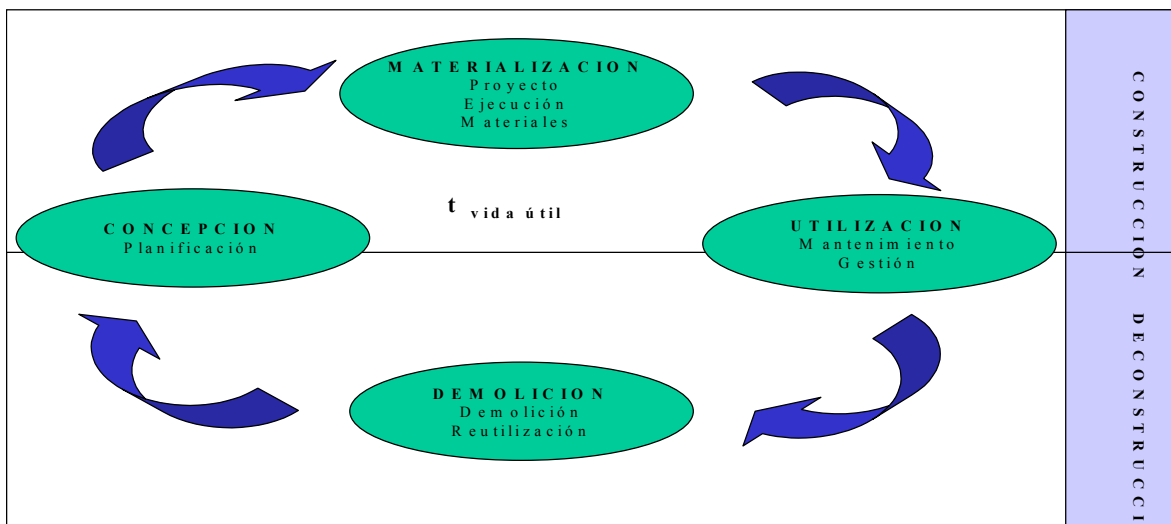


Figura 3.8 Ciclo de Vida de un proyecto constructivo

El ciclo de vida que se ve en la siguiente figura, se juzga como más específica y mejor adaptada al sector de la construcción y se considera más visual e integrada para este contexto.

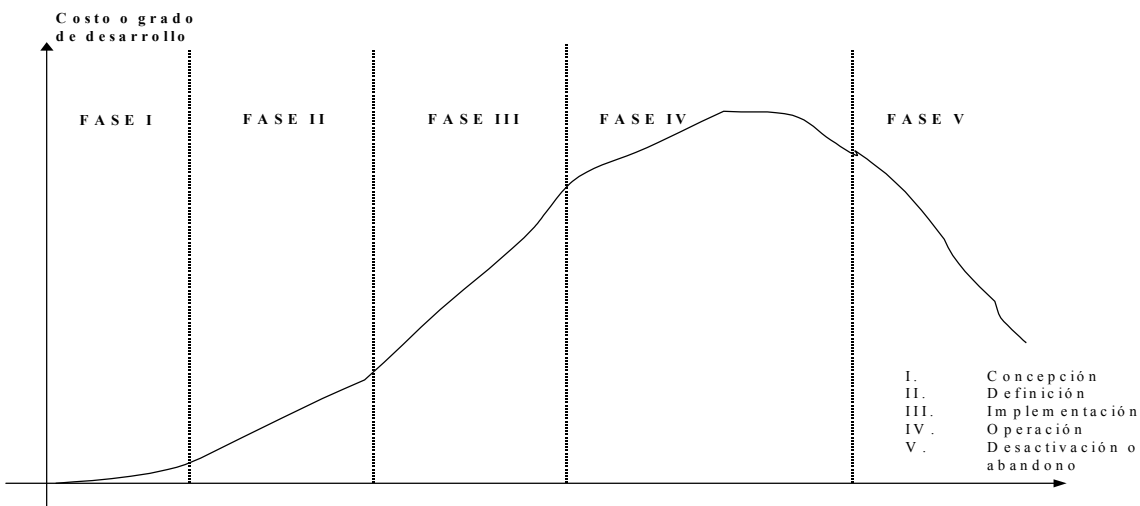


Figura 3.9 Modelización del ciclo de Vida de un proyecto

3.4.2. LOS PLANOS DE ESTUDIO

Para el ámbito de los proyectos constructivos se recomienda considerar cinco planos de estudio:

- a) Económico
- b) Temporal
- c) Funcional
- d) Social
- e) Medioambiental

A continuación se describirá cada uno de estos planos:

EL plano económico (E) En el nivel económico se incluye todo lo referente a costos e ingresos económicos del proyecto.

El nivel temporal (T) Se distingue un plano temporal, que comprende la vertiente temporal del proyecto. En él se encuentran los tiempos de construcción y demolición, el tiempo de vida útil, etc.

El plano funcional (F) En este plano se contemplará el desempeño material del proyecto o eficacia de operaciones, comodidad de uso, facilidad de mantenimiento, capacidad (volumen de almacenamiento, número de vehículos que pueden circular, etc.).

El plano social (S) En este nivel estarían englobados temas tan importantes como la seguridad e higiene laboral u otros como la aceptación social del proyecto o su valor cultural, político, religioso, etc.

El plano medioambiental Permite una reflexión similar al plano anterior, dado que el respeto al entorno natural es hoy en día un factor de creciente importancia. Las implicaciones medioambientales de un proyecto constructivo pueden abarcar diversos aspectos, entre los que pueden citarse:

- a) Los impactos que suponen diversos tipos de contaminación (visual, acústica, residuos, etc.)
- b) El consumo de recursos naturales, en donde entran en juego aspectos como por ejemplo la eficiencia energética de un edificio.

3.4.3. LOS RIESGOS

En el contexto de los proyectos constructivos, en los planos de estudio se pueden citar los siguientes riesgos:

- a) **Plano económico:** la estimación del costo de un determinado suministro no siempre es exacta, sino que ronda un determinado intervalo
- b) **Plano temporal:** la estimación de los tiempos de ejecución siempre es aproximada, con un cierto margen de error por la singularidad del proyecto y la variabilidad de las condiciones del entorno
- c) **Plano funcional:** determinados parámetros relativos a la estética, la accesibilidad, etc. Implican una evaluación mediante puntuación, la cual siempre se aproxima a un cierto valor de modo no exacto
- d) **Plano social:** Los parámetros sociales tales como el número de posibles víctimas, la aceptación social del proyecto o las condiciones de seguridad e higiene de la instalación son de difícil medición, por lo que siempre se juzgan de manera aproximada
- e) **Plano medioambiental:** los impactos ecológicos o el consumo energético son en ocasiones, de difícil cuantificación, por lo que tendrán un carácter aproximativo.

Por otro lado, los riegos puros pueden ser de diversa índole: crisis económicas o sociales, vandalismos desastres naturales, incumplimientos de contrato, etc.

3.5 DIFERENCIAS DE METODOLOGÍAS EN LA GESTION DEL VALOR

Se han destacado cuatro enfoques relevantes de esta técnica, correspondientes al desarrollo de la misma en Estados Unidos, Japón y Gran Bretaña El contenido del estudio, se sintetiza en la siguiente tabla:

Elemento de análisis	Ingeniería del Valor americana	Enfoque Japonés	Método Británico	SMART VM
Concepto de valor	Mínimo precio para satisfacer la función	Mínimo precio para satisfacer la función	Mínimo precio para satisfacer la función	Preferencia por consenso
Enfoque y organización	-Plan de trabajo clásico -Equipo externo -Consultor Independiente -Taller de 40 horas de duración -Trabajo fuera de la organización del cliente	-Plan de trabajo clásico -Equipo de diseño -Coordinador propio (interno) -Duración según el proyecto -Trabajo en la organización del cliente	-Plan de trabajo -Equipo de diseño -Independiente -Estudio de dos días de duración -Trabajo fuera de la organización del cliente	-Estructuración en 2 talleres de trabajo de un día cada uno -Equipo de diseño, representante del cliente y consultor independiente -Trabajo en la organización del cliente
Análisis del proyecto	-Análisis basado en una función principal -Diagrama FAST -Costo de funciones -Estimación del precio optimo	-AF basado en funciones del proyecto -Diagrama FAST -No hay costo de funciones	-AF basado en funciones del proyecto -Mínimo precio para satisfacer la función -Diagrama FAST -Costo de funciones -No hay estimación del precio optimo	-Se usa el análisis de requerimientos -Se sustituye el FAST por el árbol del valor -El costo se trata como un requerimiento mas
Creatividad	Técnica ad hoc además del brainstorming			
Evaluación de alternativas	-Costo de ciclo de vida -Matriz de pesos ponderados	Evaluación subjetiva	-Costo de ciclo de vida -Matriz de pesos ponderados	Matriz de pesos ponderados
Aplicación a lo largo del ciclo de vida	Aplicación en la etapa de diseños esquemático	Proceso continuo	-Informe del cliente -Diseño esquemático	-Informe del cliente -Diseño esquemático
Técnica auxiliares	Se hace bastante énfasis en la cuestión	-Se usa principalmente el FAST	Existe una recopilación extensa de técnicas auxiliares a aplicar	No se le presta tanta atención
Integración con otras metodologías -Gestión de riesgos Constructibilidad	Integración del trabajo de las diversas metodologías: Diseño de un proceso de trabajo único	No se trata la cuestión	Integración del plan de trabajo de las diversas metodologías: Diseño de un proceso de trabajo único	Eliminar la distinción entre ellas, ya que considera que en el fondo es lo mismo.

Figura 3.10 Estudio comparativo de la gestión del valor en los diferentes países

Desde el punto de vista de la organización, el enfoque americano clásico y el método británico abogan por la articulación de la metodología a través de un servicio de consultoría externa, en cambio, para el sistema japonés y el SmartValue es importante que participen miembros de la organización.

La evaluación de alternativas es el punto donde más difieren. Así como el enfoque americano clásico realiza una cuantificación en la medición del valor que engloba aspectos de costo y puntuaciones con mayor carga de subjetividad, el enfoque japonés se inclina hacia una evaluación general y cualitativa, basada en la búsqueda de la armonía y no tanto en el factor costo y la medición del cumplimiento de las funciones.

3.5.1. DIFERENCIAS EN LOS SISTEMAS DE OTROS PAISES

Se analizará dos casos: Estados Unidos y Japón. La razón de escoger estos dos países se basa en sus grandes diferencias culturales, hasta el punto de ser considerados como modelos de oriente y occidente en términos empresariales.

Las diferencias en los sistemas o culturas de gestión

En la siguiente figura se mostrarán las principales diferencias entre las dos corrientes:

Oriente (Japón)	Occidente (Estados Unidos)
Preponderancia del grupo	Mayor importancia de la individualidad
Orientación a largo plazo	Búsqueda de resultados a corto plazo
Ambigüedad en la responsabilidad	Responsabilidades y tareas bien definidas
Control basado en la intuición	Control racional basado en la lógica
Énfasis en las personas	Énfasis en las funciones
Armonía	Considerado como justo
Aceptación de una jerarquía en las relaciones	Relaciones de igualdad
Mejora continua	Resultados
Respeto a la edad y la experiencia	Menos importancia de la edad y experiencia
Toma de decisión por consenso	Toma de decisiones por los altos cargos ejecutivos
Control participativo	Control selectivo por medio de altos cargos
Control a nivel de tareas	Control a nivel de ideas
Análisis más perspectiva	Análisis Corto Plazo
Análisis Globalidad e integración	Análisis Parcialidad y simplicidad
Análisis Interacción humana y experiencia	Análisis Lógica y racionalidad
Evaluación Intuitiva (cualitativa)	Evaluación Matemática (cuantitativa)

Figura 3.11 Diferencias los sistemas de gestión oriental y occidental

Como puede observarse la gestión en occidente tiene un carácter más individual, ya que existe menos cultura de trabajo en equipo que en el ámbito japonés. Quizás el aspecto más problemático sea las dificultades en las relaciones humanas.

Por otro lado, la necesidad de resultados a corto plazo ha obligado al sistema de gestión americano a estar muy orientado a los resultados, de ahí su insistencia en la reducción de costos. Obviamente esto trae como consecuencia un análisis funcional menos profundo en aras a conseguir el máximo ahorro posible.

3.5.2.REQUISITOS DE LA METODOLOGÍA EN EL AMBIENTE MEXICANO

Se requiere adaptar la metodología en el ámbito mexicano, dichos requerimientos son los de la siguiente tabla:

Puntos clave de la gestión de proyectos constructivos en México	Característica requerida
Características del sector	-Versátil, aplicable en muchos tipos de organizaciones -Simplificable
Menor cultura de trabajo en equipo que en otros países	-Simple desde un punto de vista organizativo
Concepción del ciclo de vida	-Aplicable en cualquier punto del ciclo de vida -No ligado a una concepción determinada del ciclo de vida
Variabilidad de los proyectos	-Aplicable a cualquier tipo de proyecto -Adaptable para la integración de otras técnicas
Rasgos del carácter mexicano	-De aplicación flexible -Estructurado -Cuantificable y racional -Dirigido mediante un liderazgo claro
Carencias y problemas	-Integración de todas las partes implicadas -Debe aportar un enfoque global del proyecto -Dirigido a mejorar la comunicación entre las partes -Medio de planificación y previsión
Tendencias del sector	Debe recoger las nuevas sensibilidades sociales -Debe ser integrable con los avances tecnológicos y organizativos -Debe suponer un paso para integrar la construcción mexicana en la mejor de América

Figura 3.12 Características requeridas para la aplicación en el ámbito mexicano

Como la cultura de trabajo en equipo, es menor, esto implica la necesidad de plantear *grupos de trabajo reducidos* para conseguir una sencilla coordinación de las personas y un mayor control de las tareas realizadas. En lo referente a la organización, la metodología debería plantearse con un liderazgo claro por parte de la propiedad, representada por un consultor especializado en esta técnica.

CAPITULO 4

VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

En los capítulos anteriores se ha presentado un sistema de toma de decisiones de carácter general y posteriormente se ha aplicado al ámbito específico de la construcción.

En este contexto, se plantea:

- a) Validar el carácter práctico de la propuesta mediante el análisis del comportamiento a través del ensayo de su funcionamiento mediante diversos casos de aplicación
- b) Entender mediante ejemplos prácticos las ideas contenidas para facilitar su comprensión y la estimación de su alcance

La comprobación se realizara contrastando la experiencia de la aplicación del sistema en un conjunto de casos prácticos con las características previstas en su diseño teórico. Dichos casos prácticos han sido tomados de diferentes lugares o países, pero en este estudio, se han solucionado utilizando la metodología mencionada.

4.1 EL MÉTODO DE VERIFICACIÓN

Lo que se pretende demostrar es que la propuesta de esta tesis sea aplicable. Ya que los conceptos del valor y por consiguiente, de la toma de decisión, serán demasiado subjetivos y por lo tanto, en varios casos, la alternativa escogida podría tener un carácter discutible.

Por lo tanto, lo determinante en la verificación no será tanto el resultado de la toma de decisión, sino el aspecto metodológico, concretado en la eficacia y utilidad de los elementos que introduce el sistema propuesto para la comprensión y análisis del problema.

4.2 ELECCIÓN DEL CONTRATISTA PARA UN COMPLEJO - CASO N° 1

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El caso planteado es una decisión a tomar por el Líder de proyecto de una serie de tres edificios de apartamentos de verano en una población de la costa. Una de las decisiones importantes que tendrá que abordar es la elección del contratista que realizara los trabajos de construcción.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

El Líder de proyecto dispone del análisis del proyecto, la conveniencia o no de llevarlo a cabo, el lugar y la magnitud del proyecto (emplazamiento de la obra, número de edificios, número de pisos, número y superficie de los apartamentos, etc.). Esta fase de análisis le ha servido para posteriores estudios de valor en la etapa de diseño. Por otro lado quería evitar elegir el constructor antes de realizar el diseño para poder así conseguir un mejor precio en la oferta de construcción.

El Líder de proyecto selecciona tres ofertas entre las recibidas y desestima el resto por considerarlas demasiado caras o por falta de fiabilidad de las empresas ofertantes. Con estas tres alternativas plantea un estudio más detallado de su evaluación, para lo que utiliza la fase de evaluación del sistema SID.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

A.- Fase de análisis

A.1 Preparación del estudio y levantamiento de información

Antes de proceder al análisis de la toma de decisión, el Líder de proyecto recabó la siguiente información:

- a) Presupuesto de construcción del proyecto
- b) Oferta económica de tres constructoras
 - a. Construcciones Ramírez: Empresa pequeña de ámbito local
 - b. AKC: Gran empresa constructora generalista de ámbito nacional
 - c. HORMISA: Constructora perteneciente a un grupo de ámbito internacional especializada en el ámbito de construcción residencial
- c) Análisis de la información sobre las constructoras (catálogos, entrevistas, información sobre otras obras realizadas, petición de opinión a compañeros con experiencia de trabajo con ellos, etc.). De esta información el Líder de proyecto se hace una idea de la solvencia, profesionalidad y fiabilidad de las empresas consideradas.

A.2 Identificación de procesos

	PLANIFICACIÓN	MATERIALIZACIÓN	UTILIZACIÓN	DECONSTRUCCION
ESTRATEGIA	Administración municipal		Gestión del almacén	Proyecto de reutilización Gestión de residuos
CLAVE	Promoción inmobiliaria: venta de apartamentos	Proyecto Licitación Licencias de construcción Planificación técnica Compras y contratación Construcción Implantación	Descanso y ocio fuera de casa -Diversión diurna -Diversión nocturna Descanso y ocio en la casa -Diversión diurna -Diversión nocturna	Licencias de demolición Desconexión Desmantelamiento Desmontaje Demolición Derribo Desescombros
SOPORTE	Gestión de construcción	Suministro de agua y energía Control calidad en obra Certificación	Necesidades básicas	Almacenaje de residuos

Figura 4.1 Matriz de procesos del proyecto del caso de estudio 1

A.3 Identificación de requerimientos

	PLANIFICACIÓN	MATERIALIZACIÓN	UTILIZACIÓN	DECONSTRUCCION
\$	Precio de venta del apartamento	Costos de construcción	Costos de mantenimiento	Precio de reventa
T		Tiempo de construcción	Vida útil	
F	Estética del edificio	Constructibilidad Calidad de ejecución	Confort	
S		Seguridad e higiene en construcción	Seguridad e higiene en uso	
M		Contaminación en construcción	Eficiencia energética	

Figura 4.2 Matriz de requerimientos del proyecto del caso de estudio 1

A.4 Ponderación de los requerimientos

La realiza cualitativamente sin realizar una estimación numérica

A.5 Construcción del árbol de requerimientos

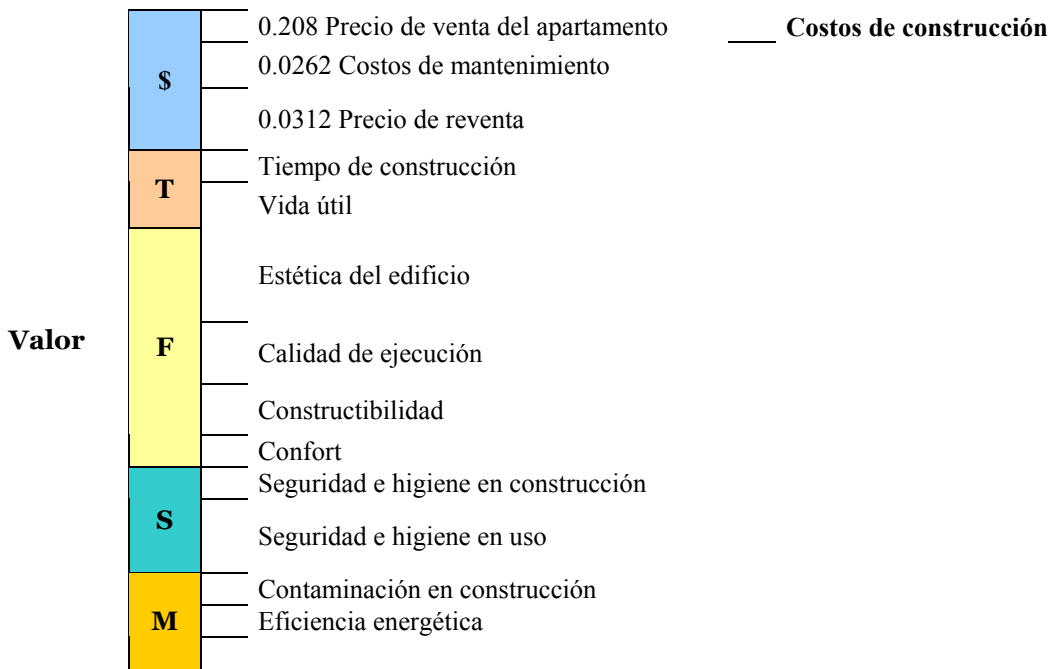


Figura 4.3 Árbol de requerimientos del proyecto del caso de estudio 1

C. Fase de creatividad

C.1 Identificación de puntos de decisión y definición de su alcance

En este caso el punto de decisión es único, seleccionar el contratista para la construcción del inmueble

C.2 Generación de alternativas para cada punto de decisión

Las alternativas están planteadas de antemano, son las tres ofertas.

E. Fase de evaluación

E.1 Preselección cualitativa.

En principio no se rechaza ninguna de las alternativas

E.2 Evaluación de alternativas para cada punto de decisión

E.2.1 Evaluación del valor sin riesgos

Para el cálculo del valor sin considerar los riesgos puros de la toma de decisión se identifican los parámetros de respuesta correspondientes:

Parámetro de respuesta	Alternativa 1 Ramírez	Alternativa 2 AKC	Alternativa 2 HORMISA
Precio de oferta	US\$ 8,567,000	US\$ 8,749,430	US\$ 9,036,150
Plazo de ejecución	12 meses	11 meses	10 meses y ½
Calidad de ejecución	Regular (6 ptos)	Buena (7 ptos)	Muy buena (8 pto)

Figura 4.4 Parámetros de respuesta relativos a la decisión del caso de estudio 1

E.2.2. Análisis y evaluación de los riesgos de la toma de decisión

Los riesgos identificados por el Líder de proyecto asociados a la toma de decisión fueron los siguientes:

Alternativa 1. : Construcciones Ramírez

Riesgo considerado	Medida	Parámetros de medición de la severidad	Probabilidad	Severidad
1 Baja calidad de ejecución	Asegurar en el contrato unos mínimos de calidad	Contenciosos y costos de reparación Gastos jurídicos Defectos irreparables	Media	Alta
2 Descuido de la seguridad de los operarios	Exigir cumplimiento de la normativa	Accidentes (daños personales) Mala fama de la obra y la inmobiliaria Multas y sanciones	Media-baja	Alta
3 Riesgo de insolvencia en caso de problemas	Exigir aval	Aun con aval se considera que se tardaría mucho tiempo en recuperar el dinero Gastos jurídicos	Media-baja	Alta

Figura 4.5 Evaluación de los riesgos asociados a la alternativa 1 del caso 1

Alternativa 2: AKC

Riesgo considerado		Medida	Parámetros de medición de la severidad	Probabilidad	Severidad
1	Falta de experiencia en este tipo de obras	Exigir asistencia técnica cualificada	Se considera que aun así pueden haber retrasos por no conocer las peculiaridades de la construcción de este tipo de edificación y por falta de contactos entre los industriales y proveedores de este ámbito	Media	Media

Figura 4.6 Evaluación de los riesgos asociados a la alternativa 2 del caso 1

Alternativa 3: HORMISA

En principio se identifica como una alternativa segura, sin riesgos considerables a tener en cuenta en primera instancia.

E.2.3 Cálculo del valor integrado

Sopesando cualitativamente las severidades de los riesgos y el valor sin riesgo estimado, concluye que la alternativa 3 parece la más satisfactoria, dado que el líder de proyecto se inclina por la seguridad frente a una diferencia en el precio no excesiva.

E.2.4 Análisis de compatibilidad

El Líder de proyecto identifica un dudoso cumplimiento de la legislación de seguridad por parte de la empresa construcciones Ramírez por lo que opta por descartarla definitivamente

E.2.5 Toma de decisión y justificación: presentación de resultados

Finalmente el Líder de proyecto se inclina por la tercera alternativa. A pesar de que supone un costo mayor que el resto, su experiencia con los costos de no-calidad y los problemas relativos a la mala ejecución o la inexperiencia en este tipo de obras le hace inclinarse por la opción más segura.

4.3 AMPLIACIÓN DE UN EDIFICIO DE PRODUCCIÓN – CASO N° 2

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Una empresa familiar dedicada a la elaboración de motores para maquinaria ligera requiere una ampliación del espacio disponible para realizar su actividad. Para ello se plantea realizar una ampliación de la nave que actualmente tiene en una localidad cercana a la Costa Verde. En la siguiente figura se presenta un croquis del emplazamiento del edificio actual.

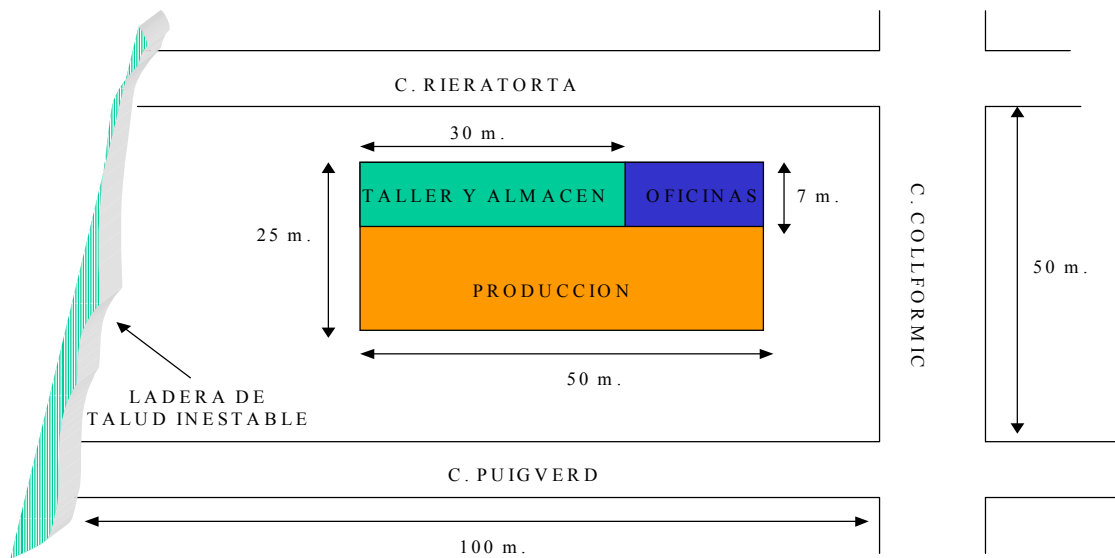


Figura 4.7 Croquis del emplazamiento del proyecto No. 2

La parcela descrita en el croquis anterior tiene unas dimensiones de 5000 m². El edificio actualmente en uso tiene unas dimensiones de 50 m de ancho y 25 de largo. Las áreas de las tres zonas señaladas son:

- a) taller y almacén 210 m²
- b) oficinas 140 m²
- c) producción 900 m²

Se trata de un edificio de estructura metálica, con jácenas en celosía (pórticos reticulares empotrados en la base) cubierta tipo “deck” y cerramiento “sándwich”, excepto en la zona de oficinas, donde se dispuso una fachada ventilada con paneles de aluminio. La altura de la nave es de 8 m.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

El ingeniero proyectista plantea un estudio de valor para la determinación del perfil de la actuación a realizar según el siguiente esquema:

Los miembros del equipo de trabajo serán:

- a) El proyectista, será el coordinador del estudio del valor
- b) El director financiero de la empresa cliente
- c) El jefe de mantenimiento e instalaciones de empresa cliente
- d) El jefe de producción de la empresa cliente

La programación del estudio se plantea en tres días por la mañana distribuidos en tres semanas.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

A. Fase de análisis

A.1 Preparación del estudio y levantamiento de información

El director de obra levantó la siguiente información:

- a) Planos del proyecto inicial y de los alrededores (instalaciones, servicios, plano topográfico, etc.)
- b) Análisis de la zona: existencia y precios de subcontratistas, suministradores, etc.

A.2 Matriz de procesos

	PLANIFICACIÓN	MATERIALIZACIÓN	UTILIZACIÓN	DECONSTRUCCION
ESTRATEGIA	Planificación Estratégica Dirección / gestión Calidad total Recursos humanos		Gestión de almacén	Gestión de residuos utilizables
CLAVE	Compra de productos Transporte a almacén Almacenaje de productos Transporte a supermercados Venta en supermercados	Proyecto Licitación Licencias de construcción Planificación técnica Compras y contratación Construcción Implantación	Recepción de mercancías Almacenaje de mercancía Expedición de mercancías	Demolición
SOPORTE	Canal de calidad Facturación Gestión financiera Mantenimiento Administración de personal	Suministro de agua y energía Control calidad de obra Certificación	Reciclaje de mercancía Servicios para personal Mantenimiento	Gestión de residuos no utilizables

Figura 4.8 Matriz de procesos del proyecto del caso 2

A.3 Matriz de requerimientos

	PLANIFICACIÓN	MATERIALIZACIÓN	UTILIZACIÓN	DECONSTRUCCION
S		Costos de construcción	Costos de uso Costos de operaciones Costos de mantenimiento Costos generales	Valor residual
T		Tiempo de construcción	Tiempo de utilización	Rehabilitación
Q	Capacidad de producción Imagen de la compañía	Constructibilidad Calidad de ejecución	Eficiencia de operaciones Confort-ergonomía	
S	Evitar trastornos a industrias del entorno	Seguridad e higiene en construcción Trastorno a la producción	Seguridad e higiene en uso	
M			Eficiencia energética	

Figura 4.9 Matriz de requerimientos del proyecto del caso 2

A.5 El árbol de los requerimientos

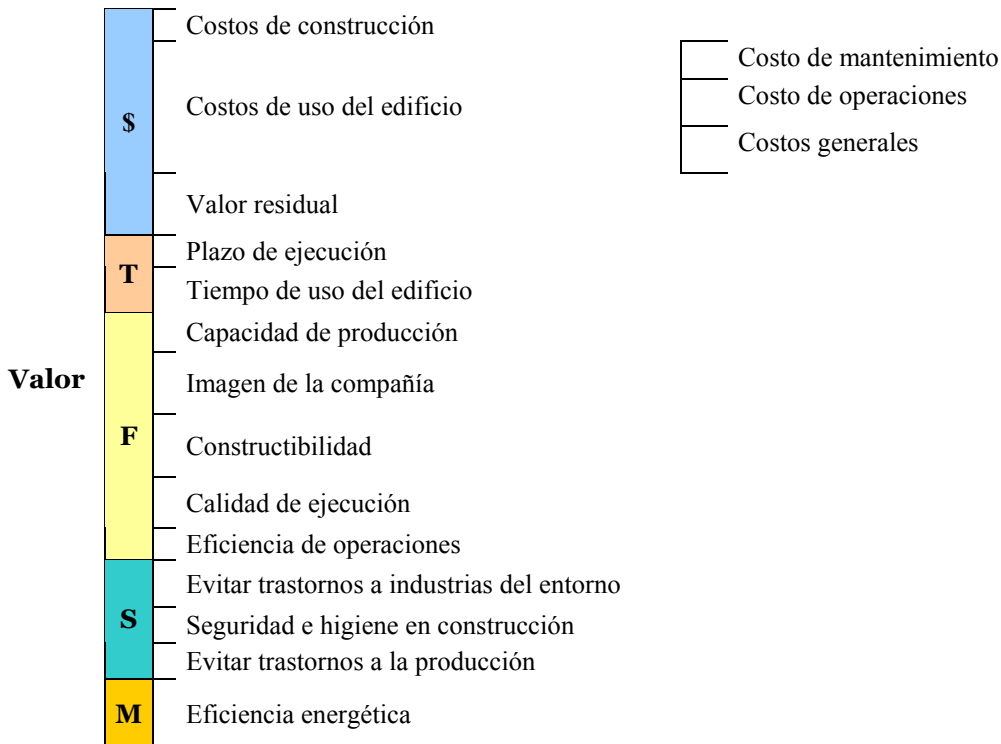


Figura 4.10 Árbol de requerimientos del proyecto del caso 2

C. Fase de creatividad

C.1 Identificación de puntos de decisión y definición de su alcance

En este caso el punto de decisión es único, determinar el perfil del proyecto de ampliación a realizar.

C.2 Generación de alternativas para cada punto de decisión

Las alternativas fueron las siguientes:

- a) Realización de un anexo por el lado de la calle Puigverd
- b) Construcción de un anexo por el lado de la calle Rieratorta
- c) Ampliación por el lado de la calle Collformic
- d) Ampliación por el lado de la ladera del terreno contiguo a la parcela
- e) Edificio independiente en la misma parcela
- f) Edificio independiente en otra parcela del mismo polígono

E. Fase de evaluación

E.1 Preselección cualitativa de alternativas en cada punto de decisión

Se descarta la idea de hacer un edificio independiente (sea en la misma parcela o en otra) por las dificultades relacionadas con el proceso de fabricación, ya que sería inviable. Por otro lado, las alternativas de ampliación por la calle de Collformic y Rieratorta también se desestiman por el punto de vista del layout. Quedando solamente dos alternativas.

E.2 Evaluación de alternativas para cada punto de decisión

E.2.1 Evaluación del valor sin riesgos

Los parámetros considerados del árbol de requerimientos son los siguientes:

Parámetro de respuesta	Alternativa 1 Calle Puigverd	Alternativa 2 Ladera
Costo de construcción	US\$ 608,450	US\$ 634,420
Plazo de ejecución	12 meses	11 meses
Adecuación al proceso de producción ampliado	Regular (6 pts)	Buena (9 pts)
Maniobrabilidad interior	Regular (6 pts)	Buena (8 pts)
Accesibilidad exterior	Buena (8 pts)	Buena (8 pts)
Estética	Regular (5 pts)	Buena (9 pts)

Figura 4.11 Parámetros de respuesta referentes a la decisión del caso 2

Como consecuencia de la tabla anterior, cabe observar que la solución de ampliar en la dirección a la calle Puigverd llevaría colocar la zona ajardinada en la parte posterior de edificio, lo que traería como consecuencia una peor estética por la menor visibilidad de las plantas. Por otro lado, el disponer la cadena de producción en línea recta implica una mayor factibilidad de movilidad interior y una mejor adecuación a los requerimientos del proceso de producción. Del análisis de estas características la opinión dominante sería la alternativa 2, principalmente por su mayor adecuación al layout del proceso de producción.

E.2.2 Análisis y evaluación de los riesgos de la toma de decisión

Los riesgos identificados a las alternativas fueron los siguientes:

Alternativa 1 Calle Puigverd

No se identifica ningún riesgo importante

Alternativa 2 Ampliación por el lado de la ladera

Riesgo considerado		Medida	Parámetros de medición de la severidad	Probabilidad	Severidad
1	Inestabilidad de la ladera	Medidas de estabilización y contención	-Daños en el edificio (costos de reparación) -Paralización de la producción (perdidas de producción) -Posibles daños al personal	Baja	Media-baja

Figura 4.12 Evaluación de los riesgos asociados a la alternativa 2 del caso 2

Obviamente, sin las medidas de estabilización y protección propuestas, la probabilidad y la severidad del riesgo considerado serían mucho más altas que las levantadas en la tabla anterior.

E.2.3 Calculo del valor integrado

Sopesando cualitativamente la probabilidad y severidad del riesgo contemplado (atendiendo a las medidas preventivas que se tomarían) se considera que no reduce el gran valor que aporta dicha alternativa desde el punto de vista del layout de producción por lo que se estima de un valor mayor que la primera alternativa considerada.

E.2.4 Análisis de compatibilidad

No se identifican nuevas incompatibilidades a las dos alternativas restantes

E.2.5 Análisis de los resultados

Del análisis de los resultados se deduce que la toma de decisión tiene una gran importancia en el futuro de la empresa, pues, condicionara la producción de la misma, donde se genera gran parte de su valor. Por otro lado, de la revisión de la evaluación cualitativa se deduce que en ella no se ha tenido en cuenta suficientemente el factor estético. Sin embargo, tras una breve discusión, se concluye que incluso con esta consideración la importancia del factor producción es tal que no justifica cambiar la resolución de adoptar la alternativa 2.

E.2.6 Toma de decisión y justificación: presentación de resultados

Se adopta la alternativa 2, principalmente su mejor adaptación a la ampliación de producción deseada, a pesar del riesgo que entraña, el cual será reducido de forma importante por las medidas de estabilización y contención de la ladera.

4.4 MODIFICACION EN OBRA DE UNA CARRETERA - CASO N° 3

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El caso de estudio se encuadra en las obras de construcción del tramo de una cierta autopista de 10 Km de longitud. Antes de dar comienzo a la ejecución de la obra, el jefe de obra plantea realizar un estudio de valor.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Se seleccionan tres propuestas a presentar a la Dirección de obra como proyectos modificados. Se estima que los posibles ahorros respecto a la solución inicial del proyecto podrían rondar algunos miles de dólares, por lo que se justifica el esfuerzo y el gasto de tiempo empleado.

Se está proyectado un falso túnel ecológico (su propósito es cubrir un tramo en trinchera de la infraestructura para evitar el impacto producido por el efecto barrera de la carretera; por un lado se reestablece el paisaje y por otro se permite el paso superior de la fauna). Dicho túnel mide 265 m. de longitud con dos ojos, uno para cada sentido de la marcha.

Dicha estructura está proyectada para ejecutarse *in situ*, hasta que el jefe de obra se percata que cabria la posibilidad de realizar dicha estructura en hormigón prefabricado.

El director de la obra procede a la evaluación de las dos alternativas que baraja: ejecución *in situ* y prefabricada. Con este objetivo, procede al análisis detallado de estas opciones, para lo que despliega el árbol de requerimientos hasta el nivel que considera necesario.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

A. FASE DE ANALISIS

A.1. Preparación del estudio y levantamiento de información

Se levantó la siguiente información:

- Proyecto ejecutivo con la solución inicial (planos y cálculos)
- Oferta, planos y anejo de cálculos justificativos de la solución prefabricada
- Análisis de la información sobre los proveedores (catálogos, entrevistas, petición de opinión a compañeros con experiencia de trabajo con ellos, etc.)

A.2. Identificación de procesos

	PLANIFICACIÓN	MATERIALIZACIÓN	UTILIZACIÓN	REINTEGRACION
ESTRATEGIA	Gobierno autónomo Gobierno central	Diseño Planificación técnica de la obra		
CLAVE	Comercio Industria Turismo	Proyecto Excavación y contención Estructuras y obras de fabrica Explanación Firme	Circulación de vehículos	Rehabilitación
SOPORTE	Servicios	Servicios Señalizaciones, protecciones y embellecedores Instalaciones Drenaje	Mantenimiento Asistencia	

Figura 4.13 Matriz de identificación de procesos del caso 3

A.3. Identificación de requerimientos

	PLANIFICACIÓN	MATERIALIZACIÓN	UTILIZACIÓN	REINTEGRACION
\$	Aumento de la actividad económica	Costos de construcción	Costos de uso Costos de mantenimiento Costos de instalaciones	Costo de rehabilitación
T		Tiempo de construcción	Tiempos de utilización Frecuencia de mantenimiento	
F	Imagen de la región	Constructibilidad	Comodidad de uso	
S	Aceptación social	Seguridad e higiene en construcción	Seguridad e higiene en uso	
M		Respecto al entorno durante construcción	Respecto al entorno durante construcción	

Figura 4.14 Matriz de identificación de requerimientos del caso 3

A.4. Construcción del árbol de requerimientos

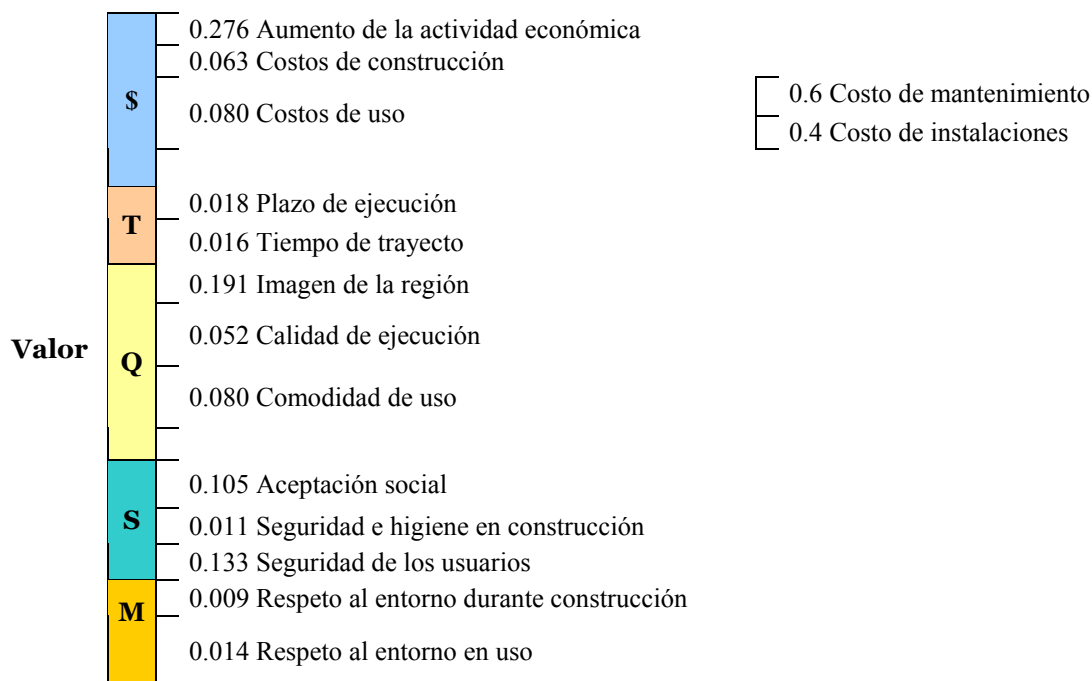


Figura 4.15 Árbol de requerimientos del caso 3

A.5. Ponderación de los requerimientos

Para la ponderación de los requerimientos se llevará a cabo mediante el principio de Pareto. Por tanto los requerimientos se compararán según los siguientes grupos:

%v	1ra. Selección	% v	2da. Selección	%v	3ra. Selección
0.6	-Aumento de la actividad económica -Imagen de la región -Seguridad de los usuarios				
0.4	-Aceptación social del entorno -Costos de construcción -Costos de uso -Plazo de ejecución -Tiempo de trayecto -Calidad de ejecución -Comodidad de uso -Seguridad e higiene en construcción -Respeto al entorno en construcción -Respeto al entorno en uso	0.3	-Costos de construcción -Calidad de ejecución -Comodidad de uso -Seguridad de los usuarios		
		0.1	-Costos de uso -Plazo de ejecución -Tiempo de trayecto -Seguridad e higiene en construcción -Respeto al entorno en construcción -Respeto al entorno en uso	0.05	-Plazo de ejecución -Costos de uso
				0.05	-Tiempo de trayecto -Seguridad e higiene en construcción -Respeto al entorno en construcción -Respeto al entorno en uso

Figura 4.16 Agrupación de requerimientos según Pareto del caso 3

Ponderación correspondiente a la primera selección por Pareto:

- a) Aumento de la actividad económica
- b) Imagen de la región
- c) Seguridad de los usuarios

	1	2	3	Wi	Wi tot
1	1	1.5	2	0.460	0.276
2	0.667	1	1.5	0.319	0.191
3	0.5	0.667	1	0.221	0.133

$$\Lambda_{\max} = 3.0.02 \quad IC=8.10^{-4} \quad CC=0.001$$

$$N=3 \quad IA=0.58$$

Ponderación correspondiente a la Segunda selección de Pareto:

- a) Aceptación social del entorno
- b) Comodidad de uso
- c) Costos de construcción
- d) Calidad de ejecución

	1	2	3	4	Wi	Wi tot
1	1	1.25	1.75	2.0	0.349	0.105
2	0.80	1	1.25	1.5	0.267	0.080
3	0.57	0.80	1	1.25	0.210	0.063
4	0.50	0.66	0.80	1	0.174	0.052

$$\Lambda_{\max} = 4.002 \quad IC = 6 \cdot 10^{-4} \quad CC = 7 \cdot 10^{-4}$$

$$N = 4 \quad IA = 0.9$$

Ponderación correspondiente a la tercera selección por Pareto:

Los requerimientos seleccionados como más importantes, al ser dos no se requiere construir la matriz de ponderación:

- a) Costos de uso
- b) Plazo de ejecución

Wi	Wi tot
0.65	0.033
0.35	0.018

Para ponderar los requerimientos restantes se vuelve a realizar la matriz de ponderación.

- a) Tiempo de trayecto
- b) Respeto al entorno de uso
- c) Seguridad e higiene en construcción
- d) Respeto al entorno en construcción

	1	2	3	4	Wi	Wi tot
1	1	1.25	1.5	1.75	0.328	0.016
2	0.8	1	1.25	1.5	0.27	0.014
3	0.66	0.8	1	1.25	0.22	0.011
4	0.57	0.66	0.8	1	0.181	0.009

$$\Lambda_{\max} = 4.001 \quad IC = 3 \cdot 10^{-4} \quad CC = 3 \cdot 10^{-4}$$

$$N = 4 \quad IA = 0.9$$

C. FASE DE CREATIVIDAD

C.1. Identificación de puntos de decisión y definición de su alcance

En este caso el punto de decisión es único, discernir entre la conveniencia o no de adoptar la solución prefabricada frente a la estructura in situ originalmente prevista.

C.2. Generación de alternativas para cada punto de decisión

La generación de alternativas no procede pues las alternativas están planteadas de antemano.

E. FASE DE EVALUACION

E.1. Preselección cualitativa de alternativas en cada punto de decisión

Del análisis de las ofertas y soluciones prefabricadas presentadas, el director de Obra rechaza dos de las tres ofertas presentadas y selecciona una de ellas para cotejarla con la solución inicial.

E.2. Evaluación de alternativas para cada punto de decisión

E.2.1 Evaluación del valor sin riesgos

Para el calculo del valor sin considerar los riesgos puros de la toma de decisión el director de obra despliega el árbol inicial de requerimientos identificando los parámetros de respuesta correspondientes según se muestra en la siguiente figura:

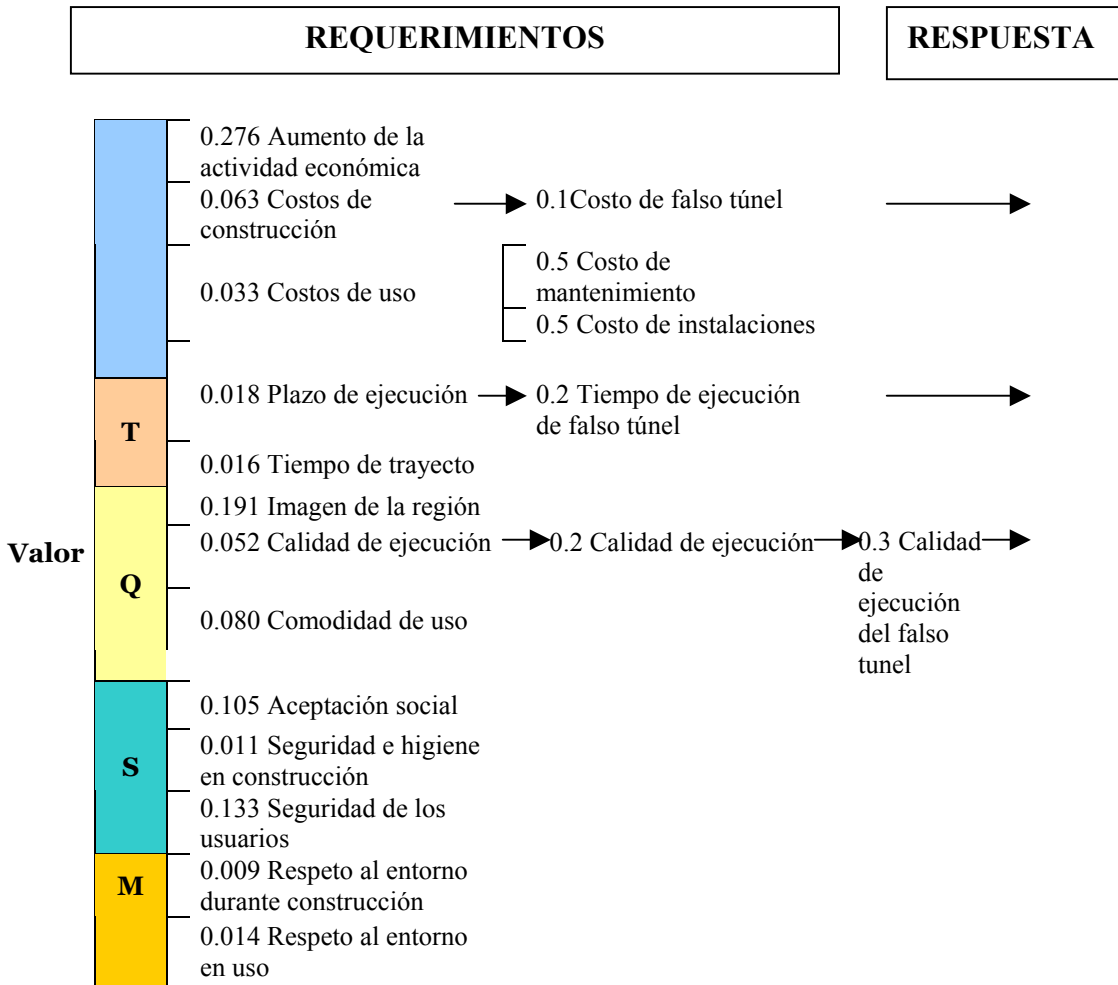


Figura 4.17 Despliegue del árbol de valor del caso 3

Construcción de las funciones de valor de los requerimientos afectados:

Las funciones de valor construidas por el decisor son las siguientes:

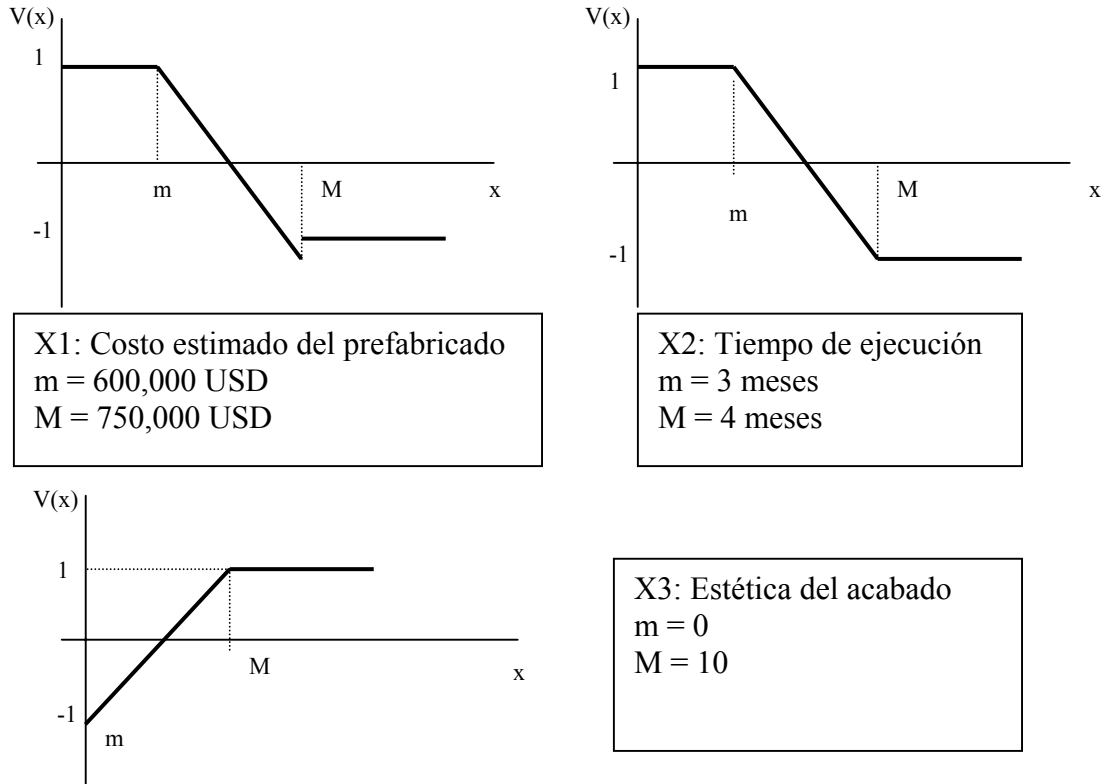


Figura 4.18 Funciones de Valor de Decisión del caso 3

A partir de este despliegue del árbol se realiza la medición. Las estimaciones del director de obra y sus resultados son los que se establecen en la siguiente tabla:

Parámetros	Medida	Estimación	1.- solución Prefabricada			2.- Solución in situ		
			E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
X1: Costo de construcción	Miles de euros	a	662	-	-	702	-	-
		b	663	-	-	702	-	-
		c	669	-	-	705	-	-
		d	669	-	-	705	-	-
X2: Plazo de construcción	Meses	a	3	-	-	3.2	-	-
		b	3	-	-	3.2	-	-
		c	3.2	-	-	3.5	-	-
		d	3.2	-	-	3.5	-	-
X3: Calidad de acabado	Puntuación	a	6	-	-	5	-	-
		b	6	-	-	5	-	-
		c	7	-	-	6	-	-
		d	7	-	-	6	-	-

Figura 4.19 Estimaciones de los parámetros de respuesta del caso 3

Mediante la agregación y la obtención de las imágenes mediante la función $v(\cdot)$ se obtiene el resultado para cada alternativa:

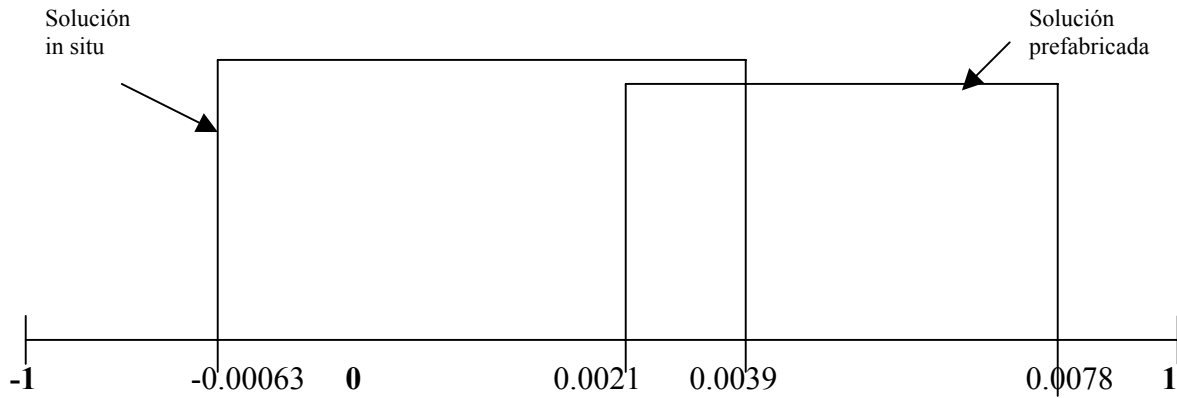


Figura 4.20 Resultado en términos difusos de la evaluación de alternativas del caso 3

E.2.2. Análisis y evaluación de los riesgos de la toma de decisión

Los riesgos identificados por el director de obra asociados a la toma de decisión fueron los siguientes:

Alternativa 1: solución prefabricada

Para la evaluación de los riesgos se han identificado en la siguiente tabla. En ella también se muestran los parámetros considerados para el cálculo de la severidad una vez adoptadas las medidas de respuesta

Riesgo considerado		Medida	Parámetros de medición de la severidad
1	Filtración por incorrecto sellado de las juntas	Ninguna. Se considera que no vale la pena limpiarlo.	- Estética de acabado (regueros)
2	Mal acabado por fallos en el montaje (resaltos entre piezas, desconchados por golpes, etc.) o defectos de fabricación	Exigir a la casa de prefabricados la reparación	- Estética de acabado (aunque se repare siempre se ve el mortero o similar)

Figura 4.21 Medición de los riesgos en la decisión al caso 3

Estas pérdidas de calidad de acabado se miden a través de puntuación en una escala de 1 al 10. Para ello se utiliza una vez mas el árbol de requerimientos. Como se hace referencia al mismo parámetro utilizado en el cálculo del valor sin riesgo, no es necesario repetir el proceso de despliegue e identificación de parámetros y no se han considerado la influencia

del costo y el tiempo de construcción. El resultado de la estimación de pérdida de calidad de acabado es:

Riesgo	Probabilidad	Medida	Estimación	Pérdida posible producida por el riesgo medido en el parámetro x		
				E-1	E-2	E-3
R1:	0.2	Puntuación	a	2	-	-
			b	2	-	-
			c	3	-	-
			d	3	-	-
R2:	0.3	Puntuación	a	1	-	-
			b	1	-	-
			c	2	-	-
			d	2	-	-

Figura 4.22 Estimación de los riesgos considerados en la decisión relativa al caso 3

Las probabilidades se calculan de forma subjetiva (no existen en este caso, datos que permitan otra alternativa para su estimación). Por otro lado, según se muestra en la figura siguiente, el riesgo 1, supone una severidad correspondiente a la pérdida de valor que implica la peor calidad de acabado.

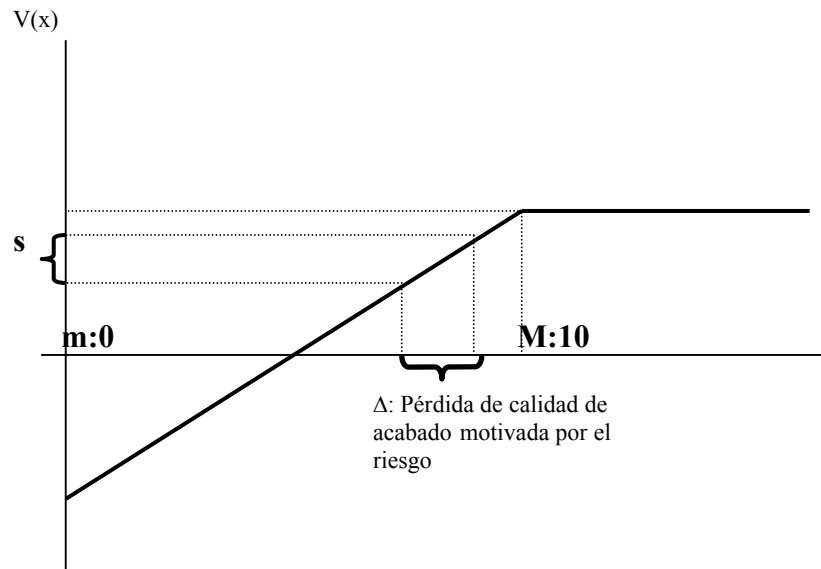


Figura 4.23 Visualización de la pérdida de valor producida por el efecto del riesgo

Se obtiene un número difuso que representa la severidad estimada



Figura 4.24 Función de pertenencia de las severidades de los riesgos considerados

Alternativa 2: Solución in situ

Riesgos identificados:

Riesgo considerado		Medida	Parámetros de medición de la severidad
1	Mala ejecución por defectos de encofrado, amasada de hormigón defectuosa, etc.	Exigir reparación al fabricante	- Estética de acabado (aun así no queda bien)

Figura 4.25 Medición de los riesgos considerados

El resultado de la estimación de pérdida de calidad de acabado es:

Riesgo	Probabilidad	Medida	Estimación	Pérdida posible producida por el riesgo medido en el parámetro x		
				E-1	E-2	E-3
R1:	0.2	Puntuación	a	3	-	-
			b	3	-	-
			c	4	-	-
			d	4	-	-

Figura 4.26 Estimación de los riesgos considerados

Operando del mismo modo que en la alternativa anterior se obtiene un número difuso que representa la severidad estimada:

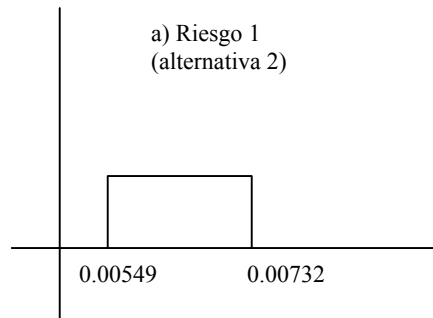


Figura 4.27 Función de pertenencia de las severidades de los riesgos considerados

E.2.3 Calculo del valor integrado

A partir de estos resultados se calcula la perdida de valor que supone la posible existencia de estos riesgos restando las citadas severidades al valor calculado inicialmente. El resultado es el que se muestra en la siguiente tabla:

Toma de decisión: Distribución en planta	Alternativa 1: Solución Prefabricada					Alternativa 2: Solución in situ				
	pi	a	b	c	d	pi	a	b	c	d
Valor sin riesgo (v*)	1	0.0021	0.0021	0.0078	0.0078	1	-0.0006	-0.0006	0.0039	0.003993
Severidad riesgo 1 (s1)	0.1	0.0036	0.0036	0.0054	0.0054	0.3	0.00549	0.00549	0.00732	0.00732
Severidad riesgo 2 (s2)	0.1	0.00183	0.00183	0.00367	0.00367					
Severidad de intersección (s1 y s2)	0	0	0	0	0					
Valor integrado		0.00161	0.00161	0.00787	0.00787		-0.00227	-0.00227	0.00394	0.00394

Figura 4.28 Cálculo del valor integrado

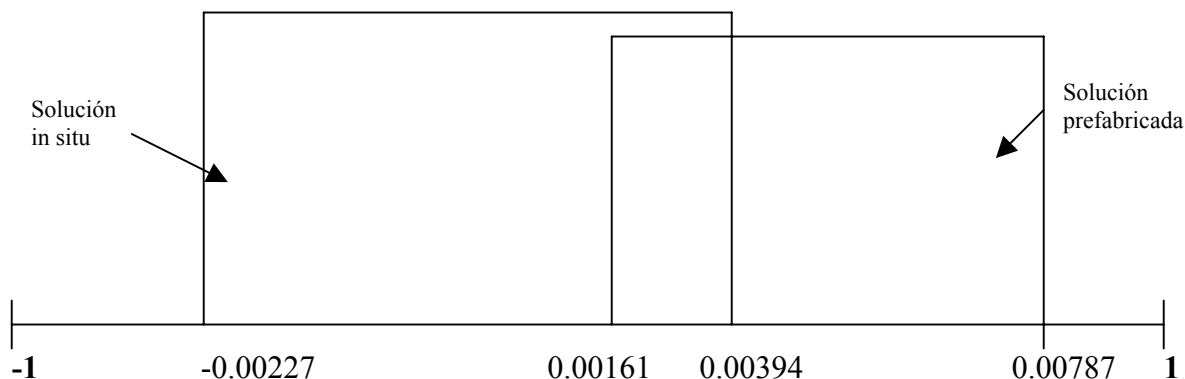


Figura 4.29 Representación en términos difusos de los resultados de la evaluación

E.2.4 Análisis de compatibilidad

El Director de obra se pregunta por la posible incompatibilidad de alguna de las posibles alternativas consideradas con otros aspectos del proyecto. No se observa ninguna. Por no existe ninguna restricción o coeficiente que vuelva a mermar el resultado.

E.2.5 Análisis de los resultados

E.2.5.1. Cálculo del índice de potencialidad y eficiencia

Los índices de potencialidad y eficiencia obtenidos son los siguientes:

PV=0.0191	Alternativa 1 EV= 26.37% (promedio)
(En ambas alternativas)	Alternativa 2 EV=8.82%
PR=0.0091	Alternativa 1 EV=96.83% (promedio)
(En ambas alternativas)	Alternativa 2 EV=90.69%

E.2.5.2. Análisis de sensibilidad

Se realiza un análisis de sensibilidad consistente en variar algunos de los valores de los pesos y de los parámetros para evaluar la variación del valor de las diversas alternativas. Los tanteos realizados no producen variaciones significativas en la evaluación.

E.2.6 Toma de decisión y justificación. Presentación de resultados

Dado que no se han detectado incompatibilidades ni el análisis de resultados ha producido variaciones. Los resultados son los mismos que la tabla anterior (4.28). Por lo cual se escoge la alternativa 1: solución prefabricada, por suponer un mayor valor, incluso tras la consideración de los riesgos asociados.

CAPITULO 5

OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

5.1 LA OFERTA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

A continuación se manifiestan las empresas dedicadas a la construcción, denominadas empresas constructoras en la Ciudad de México:

Empresa	Actividad	Link
<u>Adippsa</u>	Empresa dedicada a la administración de proyectos incluyendo la dirección técnica, coordinación y supervisión, asesoría y apoyo de estudios de factibilidad y preconstrucción, hasta su puesta en operación	http://www.adippsa.com/split2.htm
<u>Casas Sociales</u>	Casas sociales y viviendas en general. Podemos construirle desde una cabaña, hasta una residencia a todo lujo, desde un bungalow, hasta un hotel en cualquier zona que Usted requiera.	http://www.supublicidad.net
<u>Constructora e Inmobiliaria Panamericana</u>	29 años de experiencia en el mercado de la construcción.	http://www.cip.com.mx/
<u>Constructora Monteblanco</u>	Presupuestos de obra, administración de obras en general, ejecución de obra civil, ejecución de obra industrial, ejecución de vivienda, urbanización y terracerías, remodelaciones, supervisión y administración de obra.	http://www.cmonteblanco.com/
<u>Constructora Uriegas</u>	Construcción de obra civil y electromecánica. Estudios, proyectos y supervisión de obra. Ingeniería y sistemas para la industria petrolera y petroquímica. Fabricación de estructura metálica.	http://www.constructorauriegas.com/

CAPITULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

Empresa	Actividad	Link
<u>Contrissa</u>	Concretos y Triturados de Saltillo	http://www.contrissa.com.mx
<u>Desasolve y Construcción DEYCO</u>	Limpieza, sondeo, desinfección de redes de drenajes, fosas sépticas, cargamos y tinacos. Equipos mixtos de alta presión y vacío	http://www.deyco.com.mx
<u>DYCUSA</u>	Empresa mexicana constructora de Obras para diversas instituciones; desarrollos industriales, comerciales y residenciales en todo el país.	http://www.dycusa.com/dycusa.html
<u>Echaniz Construcciones</u>	Empresa constructora del campo residencial, industrial e inmobiliario.	http://www.echanizconstrucciones.com/
<u>Grupo Arcada</u>	Empresa mexicana dedicada a la arquitectura constructiva.	http://www.arcada.com.mx/
<u>Grupo Crece</u>	Empresa de Diseño y Construcción.	http://www.grupocrece.com.mx/
<u>ICA</u>	Empresa de ingeniería, procuración y construcción.	http://www.ica.com.mx/
<u>INVISIA</u>	Construcción Pesada: Caminos y carreteras, movimientos de tierras, presas y contención de ríos. Infraestructura telefónica: Larga Distancia, canalización urbana, instalación de cable y transmisión, desarrollo de proyectos	http://www.invisa.com.mx/flash.html
<u>Marmorata - Instalaciones y proyectos</u>	Marmorata (página Española) Montaje y gestión integral de proyectos de generación de energía, electricidad, instalaciones, operaciones, mantenimiento y construcción	http://www.marmorata.es

CAPITULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

Empresa	Actividad	Link
<u>Multiacabados</u>	Servicios Integrales para Construcción.	http://www.multiacabados.com.mx
<u>OCACSA</u>	Empresa dedicada a la operación y conservación de autopistas de cuota. Desarrolla y opera diferentes tipos de proyectos de infraestructura. Empresa del GRUPO CEDA, el cual esta formado por cinco empresas constructoras que tienen una antigüedad mayor de 45 años, y han llevado a cabo una gran cantidad de importantes obras, en lo individual y consorciadas entre ellas, o con otras empresas mexicanas.	http://www.ocacsa.com/
<u>P Y C y C Y D</u>	Planificación y Construcción. Construcciones y Diseños. Especializados en infraestructura de puentes.	http://www.pyc.com.mx/
<u>Robledo Construcciones e Instalaciones</u>	Edificación y planeación de cualquier tipo de proyecto arquitectónico y estructural.	http://robledoconstrucciones.freeservers.com/
<u>Servicios de arquitectura</u>	Planeación, diseño, construcción y comercialización de espacios.	http://www.grupoarquitech.com/
<u>Tractes Construcción</u>	Comercio electrónico entre empresas del sector de la construcción. Ofrecemos nuestra plataforma de comercio electrónico y tienda virtual.	http://tractesconstruccion.com/
<u>Urbanizadora del Bajío</u>	Empresa constructora que brinda los siguientes servicios: Proyecto y Diseño, ingeniería, desarrollos inmobiliarios y construcción.	http://www.ubsa.com/
<u>Valtosa Construcciones</u>	Proyectos, arquitectónicos, estructurales y de instalaciones. Obra Civil, Remodelaciones en general.	http://www.geocities.com/valtosa/index.html

5.2 PRINCIPALES INDICADORES DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN MÉXICO

5.2.1. VALOR DE LA PRODUCCIÓN POR SECTOR INSTITUCIONAL

Empresas Afiliadas a la Cmic (1984-2002) (Mill. de Pesos a Precios Corrientes)

PERIODO	Construcción Pública	Construcción Privada
1998/01	2,784.7	1,566.8
1998/02	2,441.4	1,467.4
1998/03	2,885.4	1,846.1
1998/04	2,889.7	1,767.2
1998/05	2,841.8	1,709.6
1998/06	3,229.9	1,846.9
1998/07	3,688.4	1,728.5
1998/08	3,602.5	1,803.5
1998/09	3,848.2	2,275.1
1998/10	3,553.1	2,547.6
1998/11	3,472.1	2,393.5
1998/12	5,044.7	3,232.4
1999/01	3,297.6	2,556.3
1999/02	3,624.5	2,566.8
1999/03	3,133.4	3,012.6
1999/04	3,071.4	3,125.9
1999/05	2,971.9	2,947.0
1999/06	3,592.5	2,416.9
1999/07	3,902.0	2,417.7
1999/08	3,426.3	2,550.4
1999/09	3,650.6	2,722.8
1999/10	3,586.5	2,920.8
1999/11	3,819.4	2,689.0
1999/12	4,720.0	2,145.0
2000/01	2,931.0	1,948.6
2000/02	3,297.4	1,618.9
2000/03	3,516.5	1,837.7
2000/04	3,343.5	1,856.0
2000/05	3,490.4	1,784.0

2000/06	3,977.2	2,042.4
2000/07	3,931.8	1,984.0
2000/08	4,206.0	2,303.0
2000/09	4,151.0	2,054.2
2000/10	3,664.7	1,951.0
2000/11	3,766.4	1,905.0
2000/12	3,441.5	2,076.7
2001/01	2,446.7	1,679.4
2001/02	2,350.2	1,606.5
2001/03	2,800.8	1,663.4
2001/04	2,554.6	1,548.0
2001/05	2,651.9	1,509.1
2001/06	2,793.8	1,612.0
2001/07	2,673.6	1,672.6
2001/08	2,706.0	1,886.8
2001/09	2,701.8	1,674.6
2001/10	2,736.8	1,890.7
2001/11	3,103.7	1,673.2
2001/12	2,929.2	1,840.6
2002/01	1,755.7	1,599.3
2002/02	1,640.1	1,632.7
2002/03	1,869.0	1,575.5
2002/04	1,850.2	1,617.8
2002/05	2,084.4	1,649.0
2002/06	2,493.0	1,882.9
2002/07	2,340.8	1,823.7
2002/08	2,352.7	1,691.8
2002/09	2,317.2	1,754.7
2002/10	2,337.6	1,567.3
2002/11	2,371.7	1,728.9

CAPÍTULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

FUENTE: INEGI. Encuesta Nacional de la Industria de la Construcción.

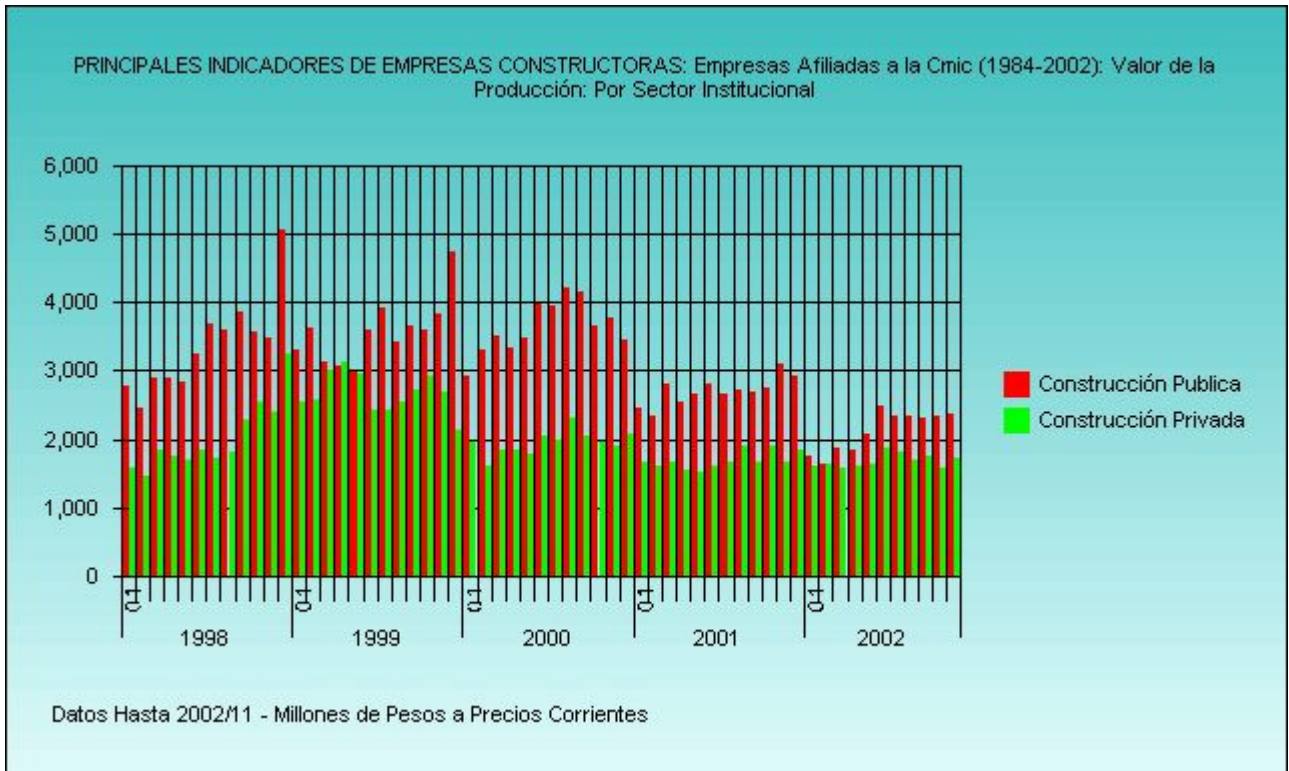


Figura 5.1 Principales indicadores de Empresas constructoras 1984-2002

5.2.2. INDICADORES DESESTACIONALIZADOS Y DE TENDENCIA DE LA CONSTRUCCION

1980/01	Serie de Tendencia a/
1980/02	91.4
1980/03	90.9
1980/04	90.4
1980/05	89.9
1980/06	89.4
1980/07	89.2
1980/08	89.4
1980/09	90.2
1980/10	91.6
1980/11	93.4

1980/12	95.4
1981/01	97.3
1981/02	99.2
1981/03	100.9
1981/04	102.4
1981/05	103.8
1981/06	105.0
1981/07	105.9
1981/08	106.3
1981/09	106.2
1981/10	105.7
1981/11	104.9

1981/12	104.2
1982/01	103.7
1982/02	103.5
1982/03	103.5
1982/04	103.5
1982/05	103.3
1982/06	102.7
1982/07	101.7
1982/08	100.5
1982/09	99.0
1982/10	97.5
1982/11	85.0

CAPÍTULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

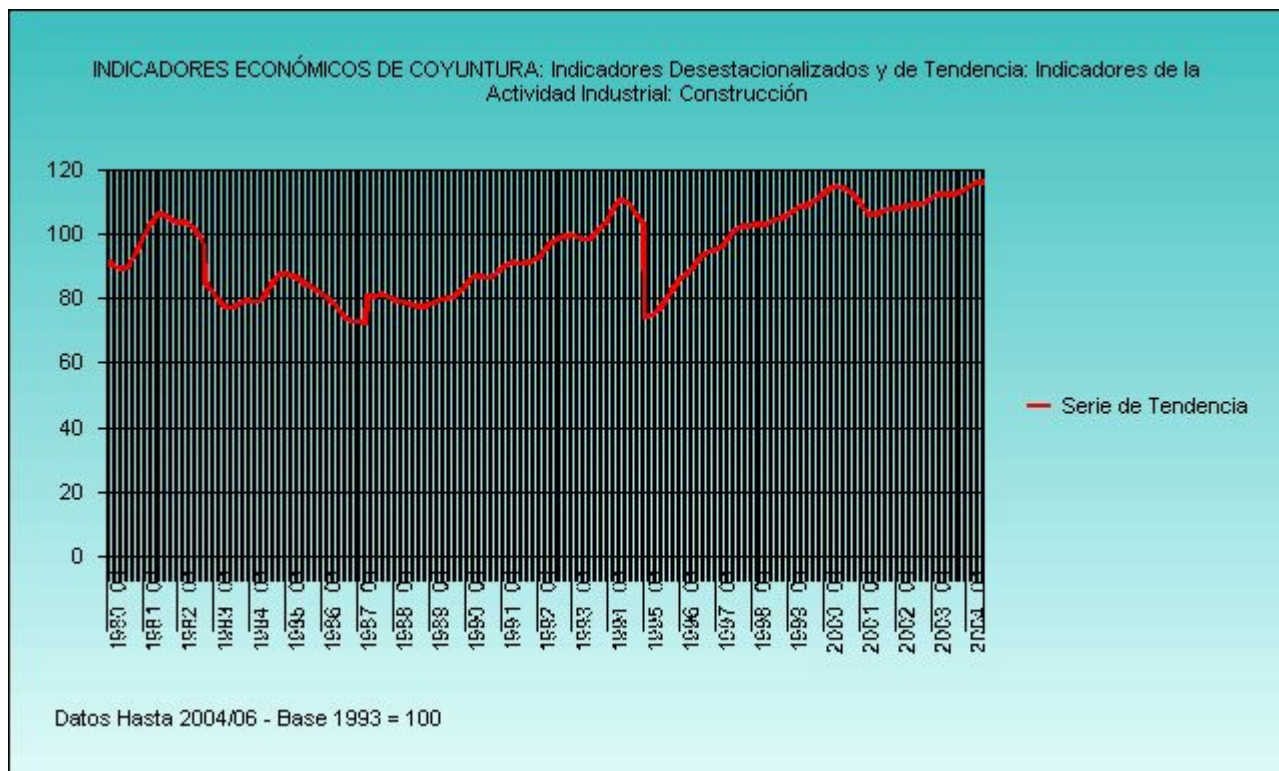
1982/12	83.6	1986/06	78.5	1989/12	81.9
1983/01	82.4	1986/07	77.4	1990/01	83.0
1983/02	81.1	1986/08	76.1	1990/02	84.2
1983/03	79.9	1986/09	74.9	1990/03	85.3
1983/04	78.8	1986/10	73.9	1990/04	86.2
1983/05	77.9	1986/11	73.2	1990/05	86.7
1983/06	77.4	1986/12	72.8	1990/06	86.9
1983/07	77.1	1987/01	72.7	1990/07	86.8
1983/08	77.3	1987/02	72.7	1990/08	86.5
1983/09	77.7	1987/03	72.6	1990/09	86.4
1983/10	78.3	1987/04	72.5	1990/10	86.5
1983/11	78.8	1987/05	80.3	1990/11	87.0
1983/12	79.1	1987/06	80.3	1990/12	87.7
1984/01	79.2	1987/07	80.5	1991/01	88.5
1984/02	79.1	1987/08	80.7	1991/02	89.2
1984/03	78.9	1987/09	81.0	1991/03	90.0
1984/04	78.9	1987/10	81.1	1991/04	90.5
1984/05	79.2	1987/11	81.0	1991/05	90.8
1984/06	80.1	1987/12	80.7	1991/06	90.8
1984/07	81.4	1988/01	80.1	1991/07	90.8
1984/08	83.0	1988/02	79.7	1991/08	90.7
1984/09	84.5	1988/03	79.3	1991/09	90.8
1984/10	85.8	1988/04	79.0	1991/10	90.8
1984/11	86.7	1988/05	78.8	1991/11	91.1
1984/12	87.3	1988/06	78.5	1991/12	91.4
1985/01	87.5	1988/07	78.2	1992/01	91.9
1985/02	87.5	1988/08	77.9	1992/02	92.5
1985/03	87.4	1988/09	77.6	1992/03	93.3
1985/04	87.0	1988/10	77.4	1992/04	94.4
1985/05	86.6	1988/11	77.4	1992/05	95.6
1985/06	86.1	1988/12	77.5	1992/06	96.7
1985/07	85.4	1989/01	77.9	1992/07	97.5
1985/08	84.8	1989/02	78.2	1992/08	98.0
1985/09	84.2	1989/03	78.6	1992/09	98.4
1985/10	83.7	1989/04	79.0	1992/10	98.7
1985/11	83.2	1989/05	79.4	1992/11	99.0
1985/12	82.7	1989/06	79.6	1992/12	99.2
1986/01	82.1	1989/07	79.8	1993/01	99.5
1986/02	81.5	1989/08	79.9	1993/02	99.6
1986/03	80.9	1989/09	80.2	1993/03	99.4
1986/04	80.2	1989/10	80.5	1993/04	98.9
1986/05	79.4	1989/11	81.1	1993/05	98.4

CAPÍTULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

1993/06	98.1	1996/12	94.7	2000/06	114.4
1993/07	98.3	1997/01	94.8	2000/07	114.4
1993/08	98.9	1997/02	95.0	2000/08	114.2
1993/09	99.8	1997/03	95.4	2000/09	113.9
1993/10	100.8	1997/04	96.2	2000/10	113.5
1993/11	101.7	1997/05	97.4	2000/11	112.9
1993/12	102.7	1997/06	98.8	2000/12	112.2
1994/01	103.8	1997/07	100.1	2001/01	111.1
1994/02	105.2	1997/08	101.2	2001/02	109.7
1994/03	106.9	1997/09	101.8	2001/03	108.3
1994/04	108.7	1997/10	102.1	2001/04	107.1
1994/05	110.0	1997/11	102.2	2001/05	106.3
1994/06	110.6	1997/12	102.3	2001/06	105.9
1994/07	110.5	1998/01	102.5	2001/07	105.9
1994/08	110.0	1998/02	102.7	2001/08	106.2
1994/09	109.0	1998/03	102.7	2001/09	106.7
1994/10	107.8	1998/04	102.7	2001/10	107.1
1994/11	106.5	1998/05	102.7	2001/11	107.4
1994/12	105.1	1998/06	102.9	2001/12	107.5
1995/01	104.0	1998/07	103.2	2002/01	107.6
1995/02	74.6	1998/08	103.7	2002/02	107.7
1995/03	74.4	1998/09	104.1	2002/03	107.8
1995/04	74.5	1998/10	104.4	2002/04	108.1
1995/05	75.1	1998/11	104.6	2002/05	108.4
1995/06	76.1	1998/12	104.8	2002/06	108.7
1995/07	77.2	1999/01	105.2	2002/07	108.9
1995/08	78.4	1999/02	105.9	2002/08	109.0
1995/09	79.7	1999/03	106.7	2002/09	108.9
1995/10	81.1	1999/04	107.5	2002/10	108.9
1995/11	82.6	1999/05	108.0	2002/11	109.2
1995/12	84.0	1999/06	108.3	2002/12	109.7
1996/01	85.2	1999/07	108.4	2003/01	110.4
1996/02	86.1	1999/08	108.6	2003/02	111.1
1996/03	86.8	1999/09	109.0	2003/03	111.6
1996/04	87.6	1999/10	109.7	2003/04	111.9
1996/05	88.5	1999/11	110.4	2003/05	111.9
1996/06	89.5	1999/12	111.2	2003/06	111.9
1996/07	90.7	2000/01	112.0	2003/07	111.9
1996/08	91.9	2000/02	112.7	2003/08	111.9
1996/09	93.0	2000/03	113.3	2003/09	112.0
1996/10	93.8	2000/04	113.9	2003/10	112.3
1996/11	94.4	2000/05	114.2	2003/11	112.7

CAPÍTULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

2003/12	113.2	2004/03	115.0	2004/06	115.7
2004/01	113.8	2004/04	115.4		
2004/02	114.4	2004/05	115.6		



5.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR CONSTRUCCION EN MÉXICO

5.3.1. PERSONAL OCUPADO Y REMUNERACIONES MEDIAS REALES

La Encuesta Nacional de Empresas Constructoras (ENEC) reportó un crecimiento en el personal ocupado en 9.8% en enero de 2004, en relación con el mismo mes del año pasado. Los obreros se incrementaron en un 11.3% y los empleados 4.9 %

En cuanto a las remuneraciones medias reales pagadas, la encuesta indica que éstas se elevaron 1.7% en el primer mes de 2004 en relación con el mismo mes de 2003, como resultado de aumentos en los sueldos medios de los empleados de 4.7% y en los salarios de los obreros de 1.2 por ciento.

5.3.2. DISTRIBUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN POR TIPO DE OBRA

El valor de la obra construida en:

- **Edificación en general** (como viviendas, escuelas, edificios para la industria, comercio y servicios, hospitales y clínicas, y edificaciones para recreación y esparcimiento) por las empresas constructoras representó el 48.1% del total durante enero pasado, y
- **Transporte** (como autopistas, carreteras, caminos, vías férreas, metro y tren ligero, y obras de urbanización y vialidad, entre otras) 16.8 por ciento.

Estos dos tipos de obra aportaron en forma conjunta el 64.9% del valor total.

- **Petróleo y Petroquímica** (que incluye perforación de pozos, plantas de extracción, refinación, petroquímica, almacenamiento y distribución, y sistemas de conducción por tubería) contribuyeron con el 8.6% del valor total en enero de 2004;
- **Agua, Riego y Saneamiento** (obras de riego, perforaciones de pozos, sistemas de agua potable y conducción, y drenaje urbano) participaron con 7.8%;
- **Electricidad y Comunicaciones** (instalaciones telefónicas y telegráficas, líneas de transmisión y distribución de energía, y subestaciones) 7.7%, y
- **"Otras Construcciones"** (instalaciones de señalamiento y protección, movimientos de tierra, excavaciones subterráneas, montaje e instalación de estructuras metálicas y de concreto, cimentaciones especiales, instalaciones hidráulico sanitarias y de gas, instalaciones electromecánicas, e instalaciones de aire acondicionado) lo hicieron con 11.0 por ciento.

5.3.3. PARTICIPACIÓN DE LOS ESTADOS EN EL VALOR DE OBRA

Por entidad federativa, las principales aportaciones al valor total de la obra construida por las empresas constructoras durante enero del año actual correspondieron a:

- Distrito Federal con 23.2%,
- Nuevo León 7.3%,
- Tabasco 6.5%,
- Jalisco 5.8%,
- Chihuahua 4.1%,
- Tamaulipas 3.8%,
- Baja California 3.6%,

- Veracruz 3.4%,
- Sonora 3.3%,
- Campeche 3.3% y
- Guanajuato 3.0 %

En conjunto, estas once entidades generaron el 67.3% del total producido, en el mes en cuestión.

Los veintiún estados restantes aportaron el 32.7% de dicho valor, observándose las menores contribuciones en Tlaxcala, Morelos, Colima, Baja California Sur, Guerrero y Oaxaca.

5.3.4. SECTOR PRIVADO VS. SECTOR PÚBLICO EN LA CONSTRUCCIÓN

La información del primer mes de 2004 muestra que la distribución de la construcción contratada por:

- **El Sector Privado representó el 58.2% y,**
- **El Sector Público aportó el 41.8 por ciento del valor total.**

Cabe señalar que entre enero de 2003 e igual mes de 2004, el sector privado incrementó su participación en el valor de la obra total en 10.0 puntos porcentuales.

5.3.5. CAPACIDAD DE PLANTA Y EQUIPO UTILIZADO

El índice de la capacidad de planta y equipo utilizado por las empresas constructoras activas (que se encuentran en operación), se ubicó en 82.0% durante el mes de referencia, cifra inferior en -0.9 puntos porcentuales a la observada en igual mes de 2003.

5.4 SITUACIÓN MUNDIAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La situación general del sector de la construcción es la de un sector de baja tecnología, un tanto retrasado, que trata desesperadamente de cambiar su imagen pero que le resulta muy difícil hacerlo.

Se considera, en general, que la mala imagen del trabajo en la industria de la construcción se debe a la naturaleza del trabajo en sí, que a menudo se califica de «sucio, difícil y peligroso».

La práctica creciente de emplear mano de obra mediante subcontratistas ha tenido también una profunda influencia en la seguridad y salud en el trabajo. Como consecuencia de ello, en algunos países ha disminuido considerablemente el nivel de competencia en la industria de la construcción.

Por lo tanto, constituye un problema tanto para los trabajadores como para los empleadores. La escasez de mano de obra y la falta de calificaciones pueden también ejercer presión para sustituir la mano de obra por máquinas, a través de la prefabricación y la mecanización, amenazando así las posibilidades a largo plazo de la industria de la construcción para generar el empleo que tanto se necesita.

5.4.1 PRODUCCIÓN Y EMPLEO A FINALES DEL SIGLO XX

El siguiente cuadro muestra la distribución mundial de la producción y del empleo en la industria de la construcción a finales del siglo XX. Los datos se basan en las cifras de la producción y del empleo de distintos países, que se han agrupado por regiones y nivel de ingresos *per cápita*.

Distribución mundial del empleo y de la producción en la industria de la construcción, 1998

Numero de países	Región	Producción (en millones de dólares de los Estados Unidos)			Empleo (en miles)		
		Países de ingresos altos	Países de ingresos bajos	Total	Países de ingresos altos	Países de ingresos bajos	Total
9	Africa	-	20.962		-	1.867	
23	América	723.569	243.247		9.275	10.917	
22	Asia	665.556	387.831		7.258	60.727	
2	Oceanía	46.433	-		685	-	
34	Europa	876.546	123.345		11.820	8.978	
90		2.312.104	701.755	3.013.859	29.038	82.489	111.527
	% del total	(77%)	(23%)		(26%)	(74%)	

Fuentes:

1. Los datos relativos al empleo proceden del *Anuario de Estadísticas del Trabajo* de la OIT, 2000, excepto en el caso de la India en que se han utilizado las estimaciones nacionales del empleo total (Vaid, 1999). En la inmensa mayoría de los casos la cifra del empleo se refiere al empleo total en la industria de la construcción. En los casos en los que no se dispone de datos sobre el empleo total, se utilizan en su lugar las estimaciones sobre el empleo remunerado: esto se aplica a los seis países del África Subsahariana, Bahrein y Francia.

2. Las cifras relativas a la producción proceden de un estudio especial realizado para el *Engineering News Record (ENR)*, 1998, que utiliza los mejores datos nacionales disponibles sobre la producción, que se mide en cifras brutas (el valor del proyecto de construcción finalizado).

Figura 5.2 Distribución mundial de empleo y producción en la construcción en 1998

5.4.2 PRODUCCIÓN TOTAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN CONSTRUCCION

Se puede observar que la producción total de la industria de la construcción en todo el mundo se estimó en una cifra ligeramente superior a 3 billones de dólares de los Estados Unidos en 1998. La producción está muy concentrada (77 por ciento) en los países de ingresos altos (Europa Occidental, América del Norte, Japón y Australia). El 30 por ciento de la producción total mundial corresponde a países europeos de ingresos altos.

Los Estados Unidos y el Japón constituyen los mercados nacionales más grandes de la construcción con un 22 y un 21 por ciento de la producción total mundial, respectivamente. China, pese a su enorme tamaño y el rápido crecimiento económico que experimentó en los últimos años, va muy a la zaga con sólo un 6 por ciento de la producción total; a la India, por su parte, le corresponde sólo un 1,7 por ciento.

Se puede observar que en 1998, la India invirtió el equivalente de 52 dólares de los Estados Unidos por habitante en la construcción, China invirtió 148 dólares por habitante y Japón 4.933 dólares. En Etiopía, la inversión por habitante fue menos del 0,1 por ciento de la cifra del Japón, esto es, sólo 4,7 dólares por habitante. Esta distribución tan desigual de la producción de la industria de la construcción refleja, por supuesto, la desigualdad de ingresos en el mundo. .

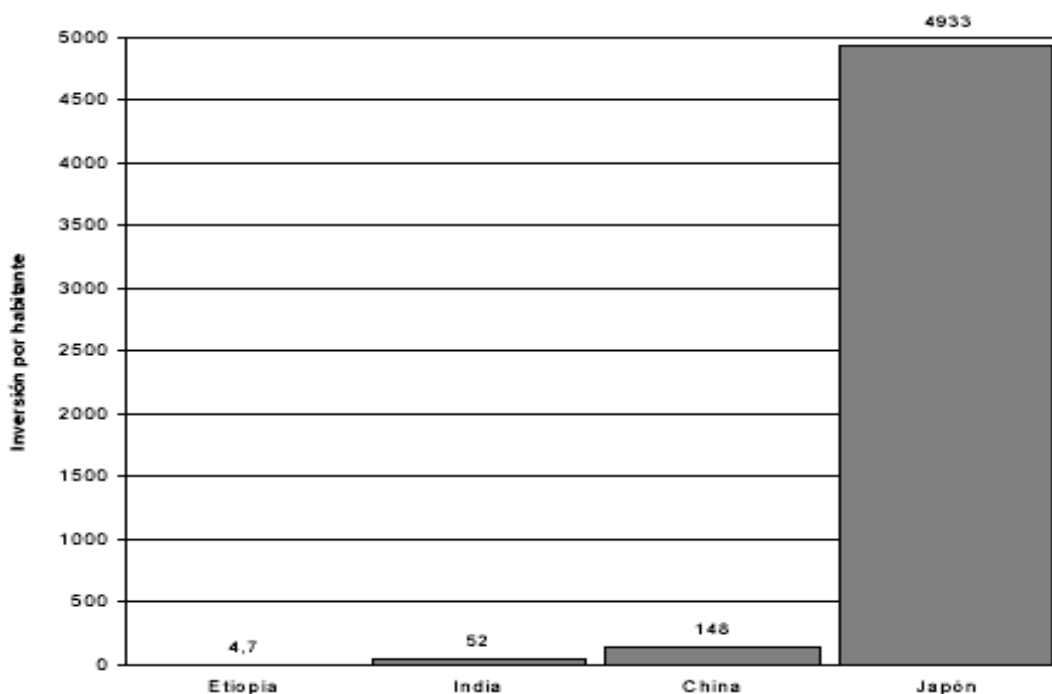


Figura 5.3 Inversión por habitante en Construcción

El problema de la sustitución «prematura» de la mano de obra por máquinas en los países de ingresos bajos no se plantea en la misma medida en la edificación, cuyo coeficiente de mano de obra es muy alto y en cualquier caso superior al de la ingeniería civil.

5.4.3. TENDENCIAS MUNDIALES DE LA PRODUCCION Y EMPLEO

Probablemente las tendencias de la producción y del empleo sean más interesantes que la distribución en un momento dado. Aunque a veces resulta difícil separar los cambios a largo plazo de las fluctuaciones a corto plazo, existen datos suficientes para poder evaluar la forma en que está cambiando la producción y el empleo a escala mundial. Las estimaciones de la producción mundial de la construcción (en este caso producción neta o «valor añadido») en 1965 muestran que en ese momento hasta un 90 por ciento de la producción mundial correspondía a los países desarrollados (con economía de mercado y centralmente planificada) y sólo un 10 por ciento a las economías en desarrollo.

Sin embargo, observamos que en 1998 el 23 por ciento de la producción correspondía a los países en desarrollo, lo que supone que duplicaron con creces su parte de producción. En 1965, China representaba sólo un 2 por ciento de la producción total mundial, pero hacia 1998 su parte aumentó situándose en un 6 por ciento. Estas tendencias se ilustran en el gráfico siguiente:

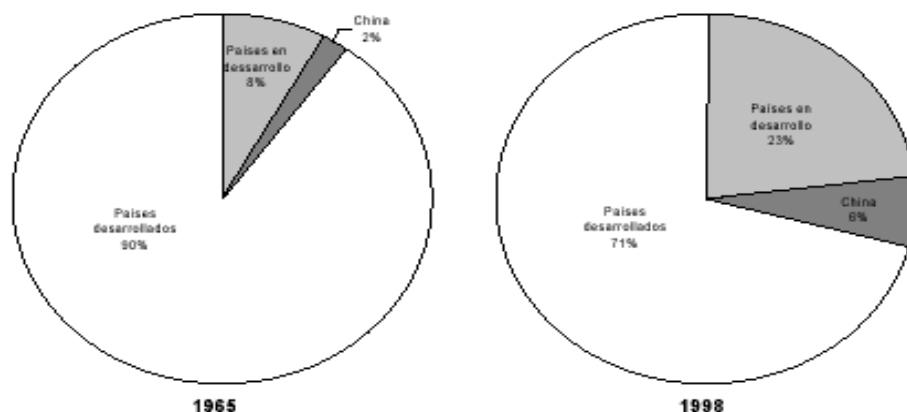


Figura 5.4 Distribución de la producción en la construcción durante 1965 y 1998

La construcción es un componente importante de la inversión, por lo tanto la expansión en la actividad de la construcción está estrechamente relacionada con el crecimiento económico.

Numerosos estudios han mostrado que la producción en la construcción aumenta de forma especialmente rápida, y a menudo supera la tasa de crecimiento de la economía en general, a medida que los países van estableciendo su infraestructura básica durante las primeras etapas del desarrollo.

El crecimiento más espectacular y prolongado en la producción y el empleo en la construcción durante los últimos dos a tres decenios se haya producido en los países recientemente industrializados de Asia y América Latina.

La República de Corea es un buen ejemplo del aumento del empleo en la construcción durante el proceso de industrialización. El número de empleos en la industria de la construcción aumentó de 192.000 en 1963 a 2.004.000 en 1997, antes de disminuir temporalmente debido a la crisis económica de 1998.

En Malasia, el número de empleos en la construcción aumentó de 270.000 en 1980 a 746.000 en 1997, y su parte en la fuerza laboral se duplicó del 5,6 por ciento al 10,7 por ciento.

En Brasil, el número de empleos en la construcción aumentó de 781.000 en 1960 a 4.743.000 en 1999, y su parte en la fuerza laboral casi se duplicó, al pasar del 3,4 por ciento al 6,6 por ciento. Su parte del PIB también se duplicó pasando del 4,2 por ciento al 8,5 por ciento durante el mismo período.

En China, la fuerza laboral de la construcción estaba compuesta por casi 10 millones de trabajadores en 1980 y aumentó a 30 millones para 1993, con lo cual se duplicó con creces su parte correspondiente en la fuerza laboral total al pasar del 2,3 por ciento al 5 por ciento.

Estas tendencias en el empleo de la construcción se ilustran en el gráfico siguiente:

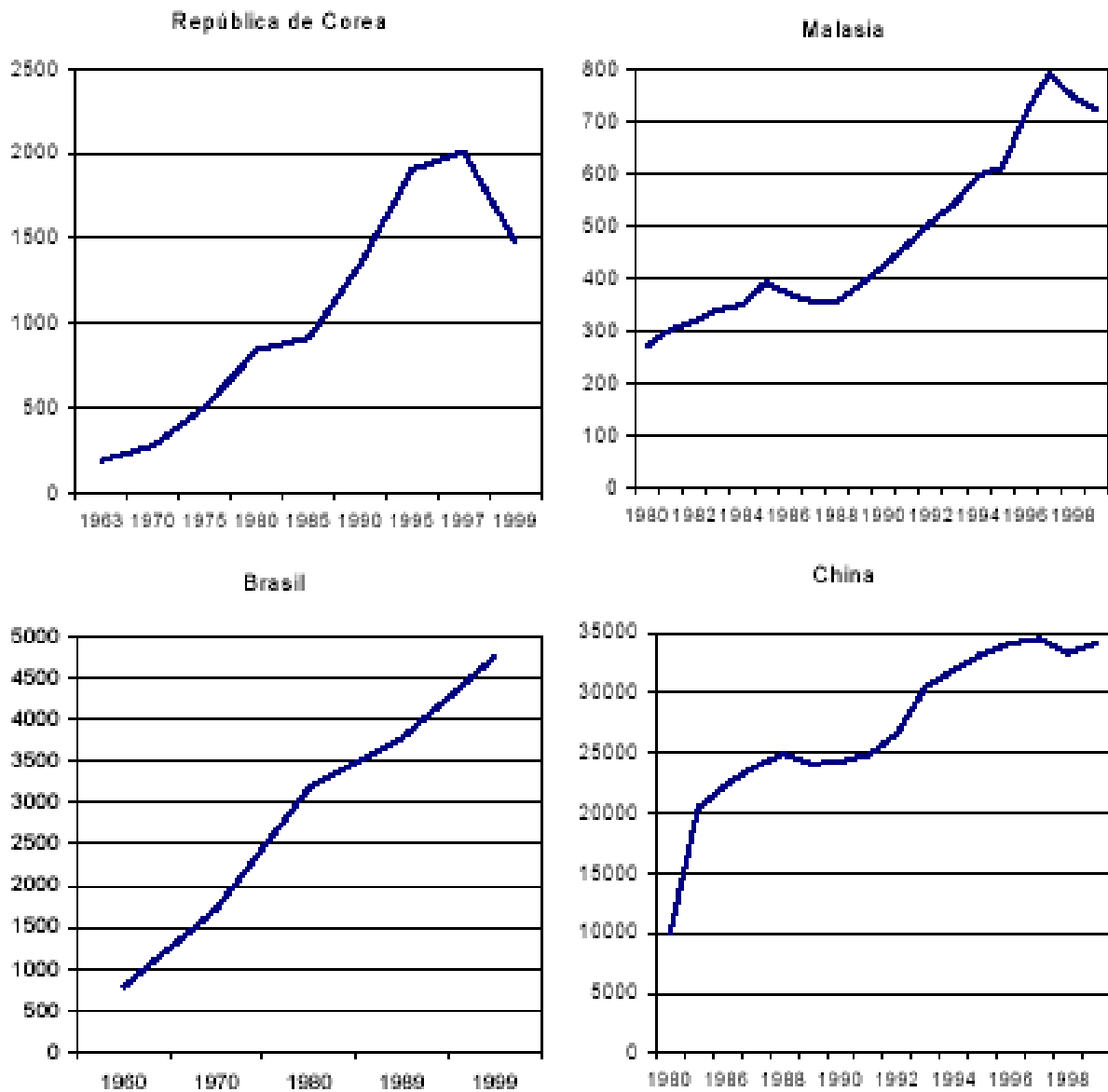


Figura 5.5 Últimas tendencias del empleo en la construcción en varios países

Resulta interesante señalar que cuanto más pobre y menos desarrollado es un país mayor puede ser la parte correspondiente de la construcción en la producción y el empleo totales. En la India se calcula que aproximadamente el 16 por ciento de la población activa vive de la construcción.

5.4.4 EL PAPEL DECRECIENTE DEL SECTOR PUBLICO

El Estado, como comprador o propietario de servicios de la construcción, puede ejercer una influencia moderadora, creando cierta estabilidad en el mercado turbulento de la construcción a través de políticas anticíclicas de gastos. Como proveedor directo de la construcción, el Estado también puede proporcionar empleo estable a por lo menos un segmento de la fuerza de trabajo. Sin embargo, en muchos países ha disminuido su papel como cliente de la industria de la construcción y como proveedor directo de servicios de construcción (esto es válido tanto para la demanda como para la oferta).

Por lo que se refiere a la demanda, se han generalizado las reducciones de los gastos. A menudo la reducción de los gastos públicos es una condición previa para obtener apoyo financiero del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional (FMI).

El Gobierno también desempeñó un papel menos importante como proveedor directo de servicios de construcción (esto es, por lo que se refiere a la oferta) y como empleador de trabajadores de la construcción.

En ninguna parte del mundo es tan manifiesto el proceso de privatización de la construcción como en los países ex comunistas. Polonia puede servir de ejemplo de esta tendencia. Hasta 1990, en Polonia había unos 900.000 trabajadores empleados en 2.300 empresas cooperativas y estatales de la construcción.

La disminución de la producción pública y el aumento de la privada fue acompañada de un gran cambio en la estructura del empleo en la industria, en particular la sustitución de los contratos permanentes por contratos temporales. Asimismo aumentó el número de trabajadores por cuenta propia.

5.4.5. PERSPECTIVAS DEL FUTURO

La construcción no es un producto que sea objeto de comercio internacional. Es un servicio que en gran medida se proporciona localmente. Aunque hay contratistas internacionales, la parte con que participan en el producto total mundial es pequeña y sus actividades no revisten en general mucho interés para los consumidores en el mundo desarrollado.

A veces los grupos ecologistas ejercen presión acerca de cuestiones relacionadas con proyectos de construcción, pero lo que les preocupa normalmente son los efectos sobre el medio ambiente local o las personas desplazadas por los proyectos y no las personas que participan en el proceso de construcción.

Las soluciones a los problemas de la industria de la construcción deben buscarse, en primer lugar, a nivel nacional y regional. El hecho de que la construcción no sea un producto objeto de comercio internacional pudiera ser de hecho una ventaja, ya que supone también que los mercados de la construcción están protegidos hasta cierto punto con respecto a las presiones de la competencia internacional. A nivel nacional y regional hay cierto margen de acción.

El diálogo social puede y debería tener lugar a diversos niveles: internacional, nacional, regional, local y de proyectos. A nivel nacional, a menudo está institucionalizado a través de las comisiones para el desarrollo de la industria de la construcción que reúnen a las partes interesadas de forma periódica.

Es especialmente importante que todas las partes interesadas participen en el diálogo, en particular los representantes de los contratistas, subcontratistas, trabajadores y gobierno, así como los clientes que son los propietarios y/o promotores de los proyectos de construcción. Algunos de estos grupos podrían necesitar asistencia para encontrar la forma de contribuir mejor al desarrollo de la industria.

Es interesante observar que en muchos de los países desarrollados los clientes están ahora insistiendo en que los contratistas pueden garantizar la calidad mediante la aplicación del grupo de normas ISO 9000. Sin embargo, al parecer esto no les lleva a informarse sobre las calificaciones de la fuerza de trabajo.

Los gobiernos pueden utilizar sus propios proyectos para que sirvan de ejemplo para el resto de la industria. Pueden hacer esto a través de sus estrategias de contratación, como por ejemplo incluyendo cláusulas en los contratos que garanticen un trato justo para los trabajadores, la transferencia de tecnología, la generación de empleo, etc.

Por supuesto, hay que controlar que se cumplan las condiciones del contrato y los que no las cumplan pueden ser objeto de una sanción inmediata y quedar excluidos de futuras listas de licitación.

Este ejemplo de diálogo social a nivel global representa un importante avance al que tendrían que añadirse acciones similares a nivel nacional, local y de proyectos para que cambie realmente la situación de los trabajadores de la construcción en el terreno y la imagen de la industria en todo el mundo.

5.5 SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

Sectores como el de la construcción, comercio y electricidad y la división manufacturera de productos químicos y derivados de petróleo disminuyeron su dinamismo durante la segunda mitad de este año 2004, reflejo de la debilidad del consumo privado que afectó directamente a las actividades que se habían marginado de la recesión de los sectores exportadores, pero también por la profundización de la caída del sector manufacturero.

El estudio que realizó el equipo financiero de Banamex revela que el gasto en construcción en casa habitación tiende a ser más cauteloso, pues la demanda no muestra una respuesta sólida ante la incertidumbre acerca del empleo, y para el 2004 el número de créditos o acciones de vivienda proporcionados por los organismos oficiales se mantendrá en una meta cercana a la actual. Sin embargo, puede detonar la vivienda media, a partir del impulso al financiamiento hipotecario.

La CMIC agrupa a 8,100 empresas de un total de 9,750 firmas vinculadas con el sector construcción como Cemex, Apasco, ICA, Corporación Geo, Consorcio Ara, entre otras.

Según datos del gubernamental Instituto Nacional de Estadísticas (INEGI), el sector construcción, visto como un motor de la economía local, se expandió 1.7 por ciento en 2002 para contribuir a una débil expansión de 0.9 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) del país, que fue afectado por la desaceleración económica de Estados Unidos.

Se confía en que el sector llegará a una expansión de 3.0 por ciento este año por los proyectos de infraestructura del gobierno federal que implican una inversión de 253,000 millones de pesos (poco más de 24,000 millones de dólares). Como son obras para tres o cuatro años, nos hace tener la expectativa de que el indicador (del sector) mantendrá su crecimiento para llegar a 4.5 por ciento en 2006.

El destino económico de México depende en gran medida de Estados Unidos, su debilitado vecino al que envía casi 90 por ciento de las exportaciones y del que recibe casi 80 por ciento de la inversión extranjera total.

No obstante, el presidente de la CMIC dijo que a las empresas aún les cuesta trabajo conseguir financiamiento de la banca, lo que las lleva a buscar recursos en la banca de desarrollo o asociándose con una firma extranjera.

5.6 ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA DEL CEMENTO

El cemento es un material aglutinante con finura similar al talco que tiene a la caliza como materia prima base, formado por diversos cristales y vidrios que al mezclarse con el agua producen una jalea de hidrosilicatos de calcio, excelente pegadura capaz de unir fragmentos pétreos para formar un conglomerado moldeable, durable, resistente e impermeable a voluntad, adaptable a diversos usos.

5.6.1. VARIEDADES COMERCIALES

Tipo I: Cemento de "tipo general", calificado para un amplio rango de usos, principalmente para la construcción.

Tipo II: Cemento calificado para la construcción de concreto en general, el cual requiere moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Tipo III: Cemento desarrollado principalmente para usos de resistencia elevada.

Tipo IV : Cemento desarrollado para usos en los que el bajo calor de hidratación es deseado en forma particular.

Tipo V: Cemento desarrollado para usos que requieren alta resistencia a los sulfatos.

Otros tipos de cemento son:

Cemento natural, fundido a más bajas temperaturas que el cemento portland y manufactura bajo especificaciones menos rígidas.

Cemento para pozos petroleros, diseñado para usarse en condiciones altas de temperatura y presión.

Cemento blanco, elaborado por materias primas con bajo contenido de hierro.

Cemento portland puzolánico, contiene una adición de material silíceo activo el cual se combina con $\text{Ca}(\text{OH})_2$, liberado durante la hidratación del cemento.

Cemento plástico y a prueba de calcio, (predominantemente mono aluminato de calcio) para usos refractarios.

Cemento para albañilería, contiene tierra fina de caliza y otros ingredientes, usado para trabajos de albañilería.

Cemento portland de escoria de alto horno, producido por ciertas cantidades de esmerilado, escoria adecuada de alto horno con cemento clinker portland.

PROCESOS DE OBTENCIÓN

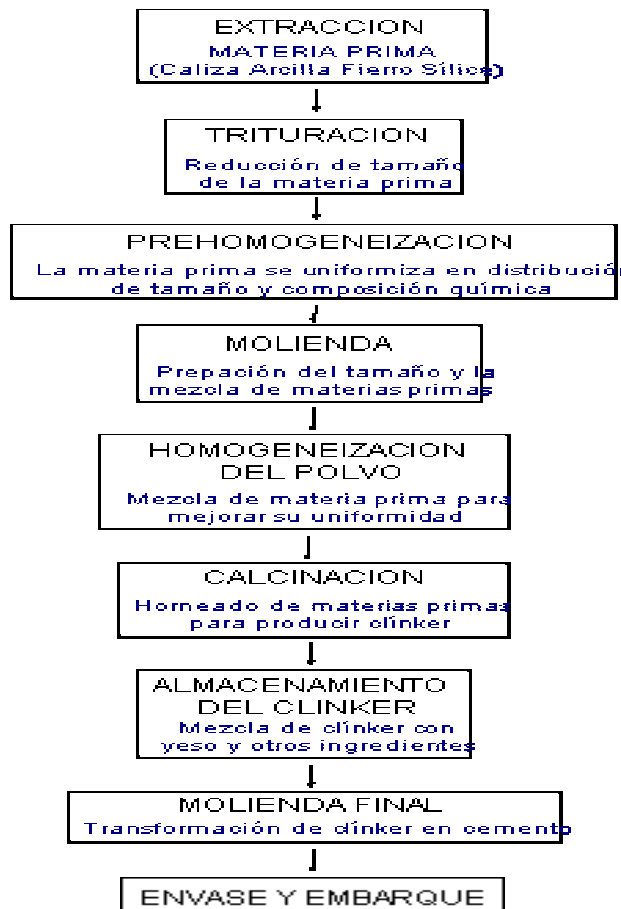


Figura 5.6 El Proceso de extracción del cemento

Extracción

Se desmonta el área a trabajar y se lleva a cabo el descapote, posteriormente se barrena aplicando el plan de minado diseñado, se realiza la carga de explosivos y se procede a la voladura, tumbe y rezagado, carga y acarreo a planta de trituración. Las materias primas para fabricar el clínker, base para la fabricación del cemento, son esencialmente la caliza (75%) y las arcillas (20%), además se emplean minerales de fierro y sílice en cantidades pequeñas para obtener la composición deseada.

Trituración

Todo el material de la cantera se tritura y clasifica para alimentar a los molinos. En esta etapa se realiza la trituración primaria y secundaria, de donde se transporta el material a los respectivos patios de almacenamiento.

Prehomogeneización

Se lleva a cabo mediante un sistema especial de almacenamiento y recuperación de los materiales triturados, de tal forma que el material resultante se uniforma en distribución de tamaño y composición química.

Molienda

El principal objetivo de la molienda consiste en preparar el tamaño y la mezcla de materias primas para alimentar el horno y que éstas puedan procesarse en forma efectiva y económica. En los molinos se hace un muestreo, se verifica la composición química mediante análisis por rayos X y con tamices se comprueba la finura del polvo.

Homogeneización

El producto de la molienda se lleva a un silo homogeneizador, donde se mezcla el material para mejorar su uniformidad y después es depositado en silos de almacenamiento. Posteriormente es transportado a la unidad de calcinación.

Calcinación

El horneado a altas temperaturas (superiores a 1,350°C) causa que las materias primas preparadas y constituidas anteriormente reaccionen y se combinen para producir el clínker, el cual pasará por un enfriador antes de ser almacenado.

Almacenamiento de clínker

Después de su enfriamiento, el clínker se transporta con grúas o bandas a los almacenes donde es separado, probado, mezclado con yeso y otros ingredientes y transportado para alimentar a los molinos de clínker.

Molienda Final

Los molinos se alimentan con clínker, yeso y cantidades pequeñas de otros ingredientes que deben ser cuidadosamente medidos. Generalmente los sistemas de molienda final son circuitos cerrados en los que los separadores de aire clasifican por tamaños a los productos,

CAPITULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

enviando los más finos a los almacenes y las fracciones más gruesas son regresadas a la molienda. En esta etapa se realiza la transformación de clínker en cemento.

Envase y embarque

Se realiza un muestreo del producto y su calidad es verificada antes de ser cargado para su embarque. De los silos almacenadores de cemento parten conductos para sacarlo y transportarlo a la ensacadora o terminal de carga para entrega a granel.

DESGRAVACIÓN ARANCELARIA DEL CEMENTO EN EL MARCO DE LOS ACUERDOS DE LIBRE COMERCIO

En el cuadro siguiente puede observarse el tratamiento otorgado a las fracciones arancelarias que involucran al cemento en el marco de los Acuerdos de Libre Comercio establecidos por México con otros países.

5.6.2. FRACCIONES ARANCELARIAS DEL CEMENTO

25231001	Cemento sin pulverizar (clinker).
25232101	Cemento portland.
25232999	Cemento blanco, incluso coloreado artificialmente. Cemento portland.
25233001	Los demás.
25239099	Cementos aluminosos.
38160000	Los demás cementos hidráulicos.
38160001	Cemento, morteros, hormigones y preparaciones similares, refractarios, excepto los productos de la partida N° 38.01
38160002	De cromo o cromita o cromomagnesita.
38160003	Mortero refractario, a base de dióxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de calcio.
38160004	Mortero o cemento refractario de cyanita, andalucita, silimanita o mullita.
38160005	De óxido de circonio o silicato de circonio, aún cuando contenga alúmina o mullita.

CAPITULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

38160006	Mortero o cemento refractario con contenido igual o superior a 90% de óxido de aluminio.
38160007	Compuesto de 44% a 46% de arenas silíceas, 24% a 26% de carbono y 29% a 31% de carburo de silicio.
38160099	A base de dolomita calcinada, aún cuando contenga magnesita calcinada. Los demás.

DESGRAVACIÓN ARANCELARIA DEL CEMENTO A 2000

FRACCION	TLCAN		ACE		TLC		TLC		TLC DEL G-3			TLC		
	MEXICO	EU V	CANADA	MEXICO	CHILE	MEXICO	BOLIVIA	MEXICO	COSTA RICA	MEXICO	COLOMBIA	VENEZUELA	MEXICO	NICARAGUA
CEMENTO										ARANCEL				
25231001	0	0		0	0	0	0	0	0	2.88 / 2.16	3.52 / 2.64		2.0 / 1.0	5 / 0
25232101	0	0		0	0	0	0	0	0	Colombia 2.88 / 2.16	3.52 / 2.64		0	0
										Venezuela 0				
25232999	0	0		0	0	0	0	0	0		Colombia 0	Venezuela 3.52 / 2.64	2.10 / 1.80	10/3.44
25233001	0	0		0	0	0	0	0	0	0	4 / 3		0	10/3.33
25239099	0	0		0	0	0	0	0	0	2.88 / 2.16	3.52 / 2.64		3.50 / 3.00	10/3.13
38160000														0
38160001	0	0		0	0	0	0	0	0	4.32 / 3.24	3.52 / 2.64		0	
38160002	4.5	0		0	0	0	0	0	0	4.32 / 3.24	3.52 / 2.64		0	
38160003	0	0		0	0	0	0	0	0	4.32 / 3.24	3.52 / 2.64		0	
38160004	0	0		0	0	0	0	0	0	2.88 / 2.16	3.52 / 2.64		0	
38160005	4.5	0		0	0	0	0	0	0	4.32 / 3.24	3.52 / 2.64		0	
38160006	0	0		0	0	0	0	0	0	4.32 / 3.24	3.52 / 2.64		0	
38160007	0	0		0	0	0	0	0	0	4.32 / 3.24	3.52 / 2.64		0	
38160099	0	0		0	0	0	0	0	0	4.32 / 3.24	3.52 / 2.64		0	

Figura 5.7 Desgravación arancelaria del Cemento al 2000

Actualmente, con motivo de una investigación antidumping, el Gobierno de los Estados Unidos de América está aplicando cuotas compensatorias a empresas mexicanas exportadoras de clinker y cemento hidráulico que van del 36.30% al 61.85%.

5.6.3. MERCADO Y PRODUCCION

La producción de cemento ha mantenido un crecimiento sostenido en los últimos 10 años, a excepción de 1995 que se redujo en 16.4% por la contracción de la economía nacional. En el periodo que va de 1990 a 1999 registró una tasa media de crecimiento de 2.8% anual.

PRODUCCIÓN DE CEMENTO 1990-1999

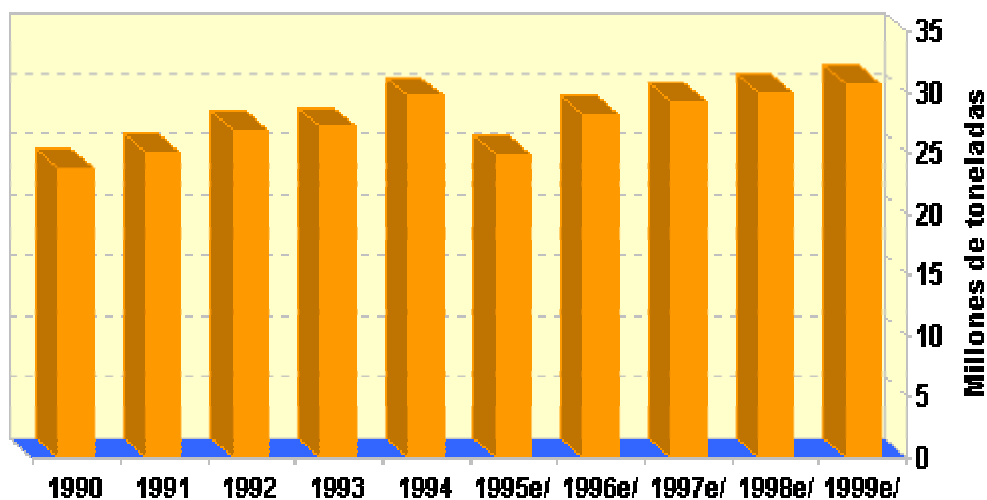


Figura 5.8 La producción de Cemento 1990-1999

e/ Estimado en base a las variaciones porcentuales de la Encuesta Industrial Mensual. INEGI.-
FUENTE : 1989-1994 Cámara Nacional del Cemento

PRODUCCIÓN DE CEMENTO 1999 - POR TIPO

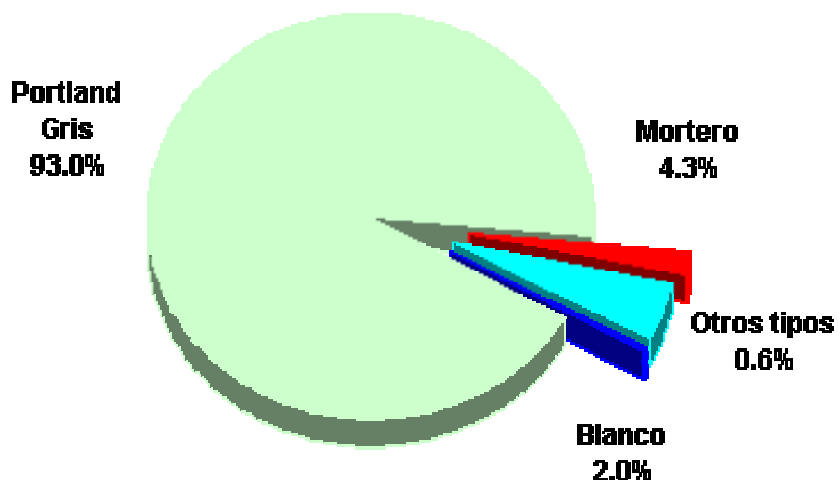


Figura 5.9 La Producción de Cemento por Tipo 1999

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual. INEGI.

5.6.4. CONSUMO NACIONAL APARENTE

La producción nacional de cemento en 1999, se situó en 30,646.4 miles de toneladas. Las importaciones fueron del orden de 82.4 miles de toneladas, 13.3% superior a 1998; las exportaciones por su parte se redujeron en 13.1% respecto a 1998 ubicándose en 2,909.7 miles de toneladas, registrando un consumo nacional aparente de 27,819.1 miles de toneladas.

De 1990-1999, el consumo nacional aparente del cemento se comportó de manera similar a la producción, con una tasa de crecimiento promedio de 2.7% anual.

5.6.5. COMERCIO EXTERIOR

Las exportaciones de cemento en 1999, se ubicaron en 145.8 millones de dólares, 2.8% inferior a 1998; en cambio, el comportamiento de las importaciones observó un incremento de 18.0% respecto al mismo año con un valor de 42.6 millones de dólares (29% de las exportaciones). La balanza comercial registró un saldo positivo de 103.2 millones de dólares, 9.4% inferior a 1998.

BALANZA COMERCIAL DEL CEMENTO 1990-1999

FUENTE: Sistema de Información Comercial de México (SICM)

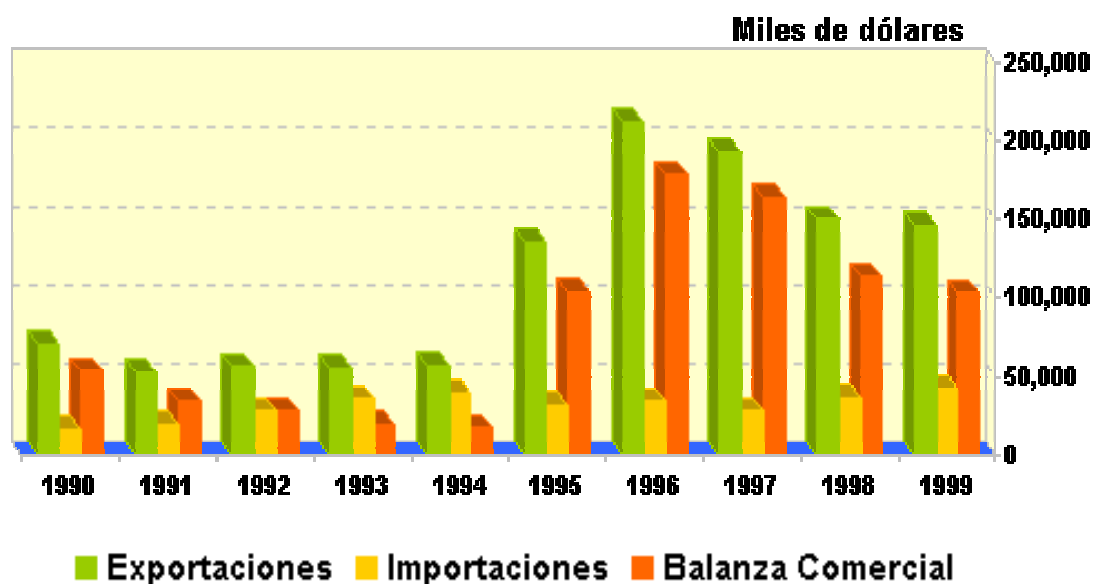


Figura 5.10 La Balanza Comercial del Cemento 1990-1999

Las exportaciones se destinaron a Estados Unidos (69.1%), Bermudas (9.4%), Guatemala (6.9%) y Belice (4.3%) principalmente.

La imposición por parte de Estados Unidos de un impuesto compensatorio a las exportaciones de cemento procedentes de México a partir de 1989 provocaron que el comercio con este país se redujera considerablemente, aunque no así con otros países. Las exportaciones a Estados Unidos se vieron disminuidas entre 1990 y 1994, pero a partir de 1995 observaron un repunte hasta llegar a 100.7 millones de dólares, cifra muy similar a la de 1989.

5.6.6. EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE CEMENTO 1999 POR PAÍS PAÍS

EXPORTACIONES DE CEMENTO 1999 - POR PAÍS

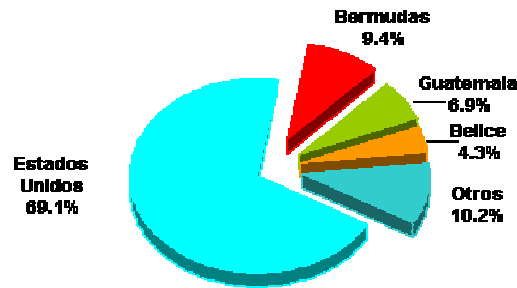


Figura 5.11 Las exportaciones de Cemento por país en 1999

IMPORTACIONES DE CEMENTO 1999 - POR PAÍS



Figura 5.12 Las importaciones de Cemento por país en 1999

5.7 ESTUDIO FINANCIERO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR CONSTRUCCION: CEMEX, S.A. DE C.V.

CEMEX es una compañía global en crecimiento que combina un profundo conocimiento de sus mercados locales con su red operativa y sistemas de información, para ofrecer a sus clientes productos y servicios de clase mundial.

CAPÍTULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

Los activos de la compañía están concentrados en los mercados más dinámicos del mundo, donde el cemento se consume principalmente en sacos y se vende bajo una marca.

Esta situación permite a CEMEX diferenciar sus productos y crear lealtad entre sus clientes. Desde pequeños constructores hasta grandes compañías constructoras, los clientes de CEMEX confían en sus marcas locales y en su amplia gama de servicios de valor agregado para satisfacer sus necesidades de construcción.

Al 31 de diciembre de 2001	CAPACIDAD DE PRODUCCION MILLONES DE TONELADAS / AÑO	PLANTAS CEMENTERAS PROPIAS	PLANTAS CEMENTERAS PART. MINORITARIA	PLANTAS CONCRETERAS	CENTROS DE DISTRIBUCION TERRESTRE	TERMINALES MARITIMOS
México	27.2	15	3	211	62	8
Estados Unidos	13.2	12	4	87	48	4
Venezuela y Rep. Dominicana	5.4	4	0	45	26	6
Colombia	4.8	5	0	19	7	0
Centroamérica y Caribe	2.5	2	5	6	11	8
España	10.4	8	1	79	8	15
Egipto	4.5	1	0	0	1	1
Filipinas	5.8	3	0	1	0	2
Indonesia	5.0	0	4	8	12	10
Tailandia	0.7	1	0	0	0	0
TOTAL	79.5	51	17	456	175	54

Figura 5.13 Comparación de crecimiento entre países



Figura 5.14 Distribución de ventas y flujo de operación CEMEX

5.7.1. DISTRIBUCIÓN DE VENTAS Y FLUJO DE OPERACIÓN

En línea con los valores del CEMEX Way, la compañía está implementando un proceso estratégico de alta dirección que utiliza el Balanced Scorecard como marco administrativo para su estrategia global. Este programa establece métricas que alinean las operaciones y al personal con los objetivos operativos globales, de servicio al cliente y de crecimiento de la compañía.

La comunicación efectiva de la estrategia es clave para alcanzar las metas trazadas, pues enfoca y moviliza a los empleados hacia el cumplimiento de las acciones a seguir, desde la sala de Consejo hasta los hornos de las plantas.

El Balanced Scorecard está conectado con las mediciones internas que utiliza CEMEX para calcular el retorno total a los accionistas, asegurando así que todas las áreas dentro de la empresa estén orientadas a crear el máximo valor.

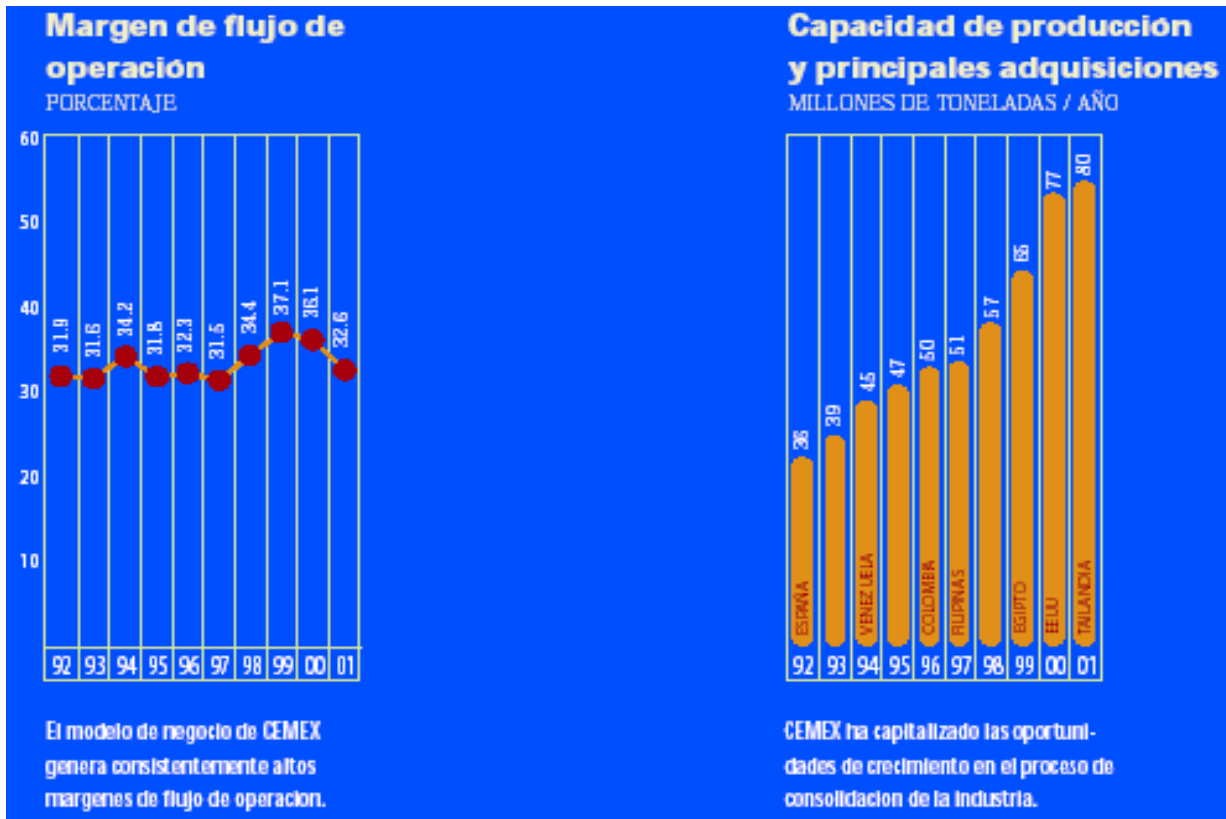


Figura 5.15 Margen de flujo de operación y capacidad de producción

5.7.2. AUMENTO DE LA FLEXIBILIDAD FINANCIERA

La fuerte generación de flujo de efectivo libre en 2001 permitió a CEMEX fortalecer aún más su balance general, facilitar el acceso a capital de bajo costo y mejorar su calificación crediticia.

Durante el año, la reducción de deuda neta de CEMEX superó los 1,000 millones de dólares, consistente con su estructura de capital de grado de inversión.

Además, la compañía extendió su perfil de deuda refinanciando más de 2,500 millones de dólares, con vencimiento a corto plazo, relacionados con la adquisición de Southdown a finales de 2000.

Específicamente, CEMEX incrementó el porcentaje de deuda de largo plazo de 48% del total de deuda en 2000, a 81% al cierre de 2001.

El objetivo de la empresa es mantener su perfil de vencimientos de deuda en concordancia con su capacidad de generación de flujo de efectivo libre, diversificando su base de accionistas y sus fuentes de capital. El entorno de bajas tasas de interés y la rapidez con que disminuyó su deuda permitieron a CEMEX reducir su gasto financiero neto y exceder su meta de fin de año para la cobertura de intereses, alcanzando un nivel de 4.4 veces al cierre de diciembre de 2001.

CEMEX también mantuvo el nivel previsto de apalancamiento financiero para el año, registrando 2.7 veces contra 3.0 veces al término de 2000. Para 2002, CEMEX espera que su flujo de efectivo libre y las utilidades en efectivo crezcan a un ritmo saludable.

Menores niveles de deuda neta, gastos financieros e inversiones de capital, comparados con 2001, deberán apoyar dicho crecimiento. CEMEX planea utilizar su flujo de efectivo libre ya sea para adquisiciones que proporcionen crecimiento inmediato o futuro y que contribuyan al crecimiento natural de la compañía, o bien para reducir su deuda neta.

5.7.3 RESULTADOS CONSOLIDADOS DEL AÑO 2001

Las ventas netas crecieron 23% contra el año anterior, alcanzando 6,923 millones de dólares. El aumento se debió principalmente a mayores ventas consolidadas de cemento y concreto, que subieron 18% y 15%, respectivamente.

La utilidad bruta se incrementó 11% en 2001 totalizando 3,029 millones de dólares.

Los gastos de administración y venta fueron 1,376 millones de dólares, 29% mayores en comparación con el año anterior, y representaron 20% del total de las ventas consolidadas.

La utilidad de operación, de 1,653 millones de dólares, se mantuvo prácticamente sin cambio respecto al 2000.

El flujo de operación se incrementó 11% hasta 2,256 millones de dólares. Este crecimiento refleja mayores contribuciones de las operaciones en Estados Unidos, Colombia, Centroamérica y el Caribe.

El margen de flujo de operación fue 32.6% en 2001, comparado con 36.1% en 2000. La contracción de tres y medio puntos porcentuales se debió principalmente a la incorporación de Southdown, un cambio en la mezcla de ventas y mayores costos variables.

CAPÍTULO 5 - OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO

Las utilidades en efectivo se incrementaron 20% para llegar a 1,540 millones de dólares, como resultado de menores gastos financieros.

El flujo de efectivo libre totalizó 1,145 millones de dólares, un aumento de 29% comparado con el año anterior.

La utilidad neta mayoritaria fue de 1,178 millones de dólares (0.83 dólares por CPO), superando en 18% el nivel del año previo, como resultado de la reducción en gastos financieros y mayores intereses ganados.

Los gastos financieros se redujeron 12% contra el año anterior, hasta 412 millones de dólares. La disminución se debe a una reducción en la deuda neta por 1,020 millones de dólares y a un ambiente de tasas de interés más favorable.

La tasa real de imposición fiscal (incluyendo reparto de utilidades a los trabajadores) fue de 12.7% durante el año, contra 15.6% el año 2000.

	Ventas			Flujo de operacion			Activos		
	2000	2001	Var. %	2000	2001	Var. %	2000	2001	Var. %
México	2,702	2,682	(1%)	1,285	1,234	(4%)	4,921	6,312	28%
Estados Unidos	769	1,872	144%	166	500	201%	4,421	4,812	9%
Venezuela y Republica Dominicana	664	624	(6%)	226	220	(2%)	1,361	1,444	6%
Colombia	206	216	5%	113	132	17%	790	846	7%
Centroamérica y Caribe	242	272	12%	53	70	31%	418	456	9%
España	850	848	(0%)	289	243	(16%)	2,047	1,949	(5%)
Egipto	162	133	(18%)	80	52	(35%)	637	836	31%
Filipinas	137	151	10%	34	19	(42%)	768	795	4%
Otros / eliminaciones	(109)	125	n.a.	(216)	(214)	n.a.	396	(1,220)	n.a.
Consolidado	5,621	6,923	23%	2,030	2,256	11%	15,759	16,230	3%

Figura 5.16 Comparativo de Estados Financieros de CEMEX en diversos países

Millones de dólares

5.7.4. RESUMEN GLOBAL DE OPERACIONES EN MEXICO

El volumen de ventas de cemento disminuyó 7% durante 2001 comparado con el año anterior. La construcción privada se mantuvo débil debido a la escasez de crédito, mientras que los sectores formal y público registraron caídas de dos dígitos, afectando de manera importante el consumo de cemento.

Las ventas netas de las operaciones mexicanas de CEMEX fueron de 2,682 millones de dólares, 1% menos que el año anterior, debido a una menor demanda. El flujo de operación disminuyó a 1,234 millones de dólares, 4% menos respecto al año 2000. CEMEX continúa reduciendo en sus plantas el uso de combustibles cuyo costo es mayor y más volátil.

Durante 2001, el combustóleo representó en promedio 44% del total de combustibles. Con la conversión de tres plantas durante el año 2000, son ya 11 las plantas que utilizan coque de petróleo como su principal combustible, lo cual asegura una estabilidad en costo para el 77% de los requerimientos de energía de la compañía en México.

En total, el programa de mejora continua de CEMEX generó ahorros de 86 millones de dólares en sus operaciones mexicanas.

Durante 2001, la compañía lanzó Construrama, un sistema de licencias a través del cual CEMEX ofrece a sus distribuidores principales la oportunidad de participar en una red nacional de establecimientos comerciales bajo una misma marca.

Construrama se ha constituido como la cadena de distribución de materiales para construcción más importante de México, con más de 1,850 puntos de venta en todo el país.

CEMEX considera que esta iniciativa tiene el potencial de mejorar notablemente las ventas de los distribuidores, ayudarles a compartir mejores prácticas, reducir sus costos y obtener los beneficios de una fuerte marca comercial con cobertura nacional.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN MEXICANA

6.1 PERSPECTIVAS Y ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN MEXICANA

- a) Aunque el empleo se ha estabilizado en muchos países desarrollados, continúa aumentando en los países en desarrollo. La construcción es una actividad que requiere mucha mano de obra y es capaz de proporcionar un gran volumen de empleo con muy poca inversión.
- b) La construcción es una «máquina generadora de empleo» que puede absorber a los excluidos. No obstante, el trabajo en la construcción no se tiene en gran estima y la gente trabaja en este sector más por necesidad que por elección. Una aspiración casi universal de los trabajadores de la construcción es que sus hijos tengan mejor suerte.
- c) La adopción generalizada de prácticas laborales «flexibles» ha debilitado la negociación colectiva, erosionado la seguridad de los trabajadores, contribuido a una alta tasa de accidentes en el sector y reducido la eficacia de las disposiciones en materia de formación.
- d) Es necesario ampliar la representación tanto por parte de los trabajadores como de los empleadores, de forma que se refuerce el diálogo social y se pongan en marcha nuevas iniciativas con mayor alcance en la industria. Es poco probable que la industria de la construcción pueda encontrar, por sus propios esfuerzos, las soluciones a los problemas que se le plantean actualmente. Estas soluciones se encontrarán principalmente en los ámbitos nacional y local. Los gobiernos tienen una función especialmente importante que desempeñar, como clientes principales y como legisladores.
- e) La calidad en la construcción es uno de sus principales problemas, generados principalmente por los bajos niveles de especificaciones y diseño, motivados por consideraciones de costo, así como también por defectos y problemas de durabilidad.

- f) Se requiere que el marco reglamentario se adapte a las necesidades del Sector, para que la construcción de la infraestructura, que generalmente se realiza con financiamiento público, genere las condiciones necesarias para la estabilidad del mercado y el crecimiento sostenible.
- g) La Industria de la Construcción debe contar con capacidad para captar y conservar al personal competente, con el fin de mejorar su competitividad. Para lograr lo anterior, se debe eliminar o disminuir realmente la mala imagen que se tiene del trabajo en obra: sucio, peligroso, expuesto a las inclemencias del tiempo, insalubre, mal pagado, de escasas perspectivas profesionales para la gente preparada, (comparativamente con la industria manufacturera por ejemplo), eventual, etc.
- h) La Industria de la Construcción debe proyectar la imagen positiva, destacando el papel central de su actividad, el cual es satisfacer las necesidades de la sociedad en beneficio de todos, y ofrecer carreras técnicas de prestigio, remuneradas, creativas, y seguras, así como asumiendo un papel activo en el fomento y cuidado de la salud y seguridad en el trabajo.
- i) Otra forma de incrementar la competitividad es siguiendo estrategias de reducciones de costos e incrementando la “flexibilidad “ en el empleo. La reducción de costos laborales, ha implicado la contención de los salarios y la reducción de los cargos laborales no salariales (vacaciones, aguinaldos, pensiones, accidentes, capacitación, vivienda, desempleo, etc.)
- j) También se consideró urgente reformar la Ley Federal del Trabajo, la Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX), para cancelar costos innecesarios en la apertura de una plaza laboral. Las opciones de flexibilización de la contratación con la reducción de costos laborales (prestaciones), desprotegen al trabajador de por sí lastimado por las diferencias tan marcadas de su salario respecto a los de países desarrollados.
- k) Promover la exportación de servicios y productos nacionales. Con los compromisos de Gobierno y empresas constructoras, como los señalados en párrafos anteriores, seguramente se estarán forjando las bases para el desarrollo sostenido de la industria de la construcción y el bienestar de la sociedad mexicana.

6.2 CONCLUSIONES ACERCA DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

- a) La redefinición del concepto de valor se basa en la respuesta a los requerimientos en términos de satisfacción. La definición propuesta consta de seis elementos: requerimientos, alternativa, respuesta, marco de referencia, planos de estudio y riesgos. Estos seis elementos se definen de forma rigurosa. Así como se plantea un proceso de toma de decisión a la que se denomina ACE en referencia a sus tres fases principales: Análisis, creatividad y Evaluación
- b) En lo relativo al problema de la toma de decisión, cabe identificar los problemas de gestión como cuestiones de carácter transversal, que integran un gran numero de variables en un alcance mayor, con unas fronteras o condiciones de contorno difusas y un grado de incertidumbre considerable.
- c) Se particulariza y se hace un especial énfasis en la definición de los niveles a considerar: económico, tiempo, funcional, medioambiental y humano
- d) Del análisis de la industria de la construcción se extrae que esta tiene unas características singulares que requieren una adaptación específica de esta metodología.
- e) De acuerdo al carácter y modo de gestionar del entorno mexicano es necesario plantear una adaptación de la metodología, basada principalmente serian la flexibilidad y la sencillez organizativa.
- f) Uno de los problemas identificados en la gestión de proyectos en el entorno mexicano, es la realización de un análisis insuficiente en la etapa de diseño.
- g) En lo referente a su aplicación en el entorno mexicano, es factible, ya que la metodología propuesta permite una adaptación flexible y el proceso de trabajo es sencillo y fácilmente comprensible y aceptable en un entorno en donde no existe una cultura de trabajo en equipo tan extendida como en el ámbito anglosajón o japonés.

- h) Mediante su aplicación a los casos prácticos, ha quedado demostrado que el sistema de toma de decisión SID es aplicable en cualquier punto del ciclo de vida del proyecto, tanto a nivel estratégico como en decisiones de carácter técnico durante proyecto, construcción, en la fase de uso o incluso en la reintegración del proyecto (derribo o reutilización)
- i) Respecto a la gestión organizacional en el ámbito de la construcción, queda abierta una línea de investigación concerniente a la integración de la propuesta de esta tesis con nuevos esquemas de gestión como la Gestión Total de la Calidad, la reingeniería de procesos, etc.
- j) Se recomendaría unas futuras investigaciones, para trabajar en la articulación informática del sistema propuesto de modo que permita hacer más cómodo su uso mediante una mayor agilidad de calculo y un entorno de aplicación más amigable
- k) También sería interesante investigar otras formas de agregación matemática de los requerimientos y otros modos de estimación de los pesos de los mismos.
- l) Otro tema complementario de investigación, sería el del estudio de aspectos relacionados con el comportamiento humano que ayuden a la implementación y practica de la metodología. Para ello cabe acudir a elementos de las ciencias humanas y sociales (psicología, sociología, etc.)

BIBLIOGRAFÍA

- Forsyth Patrick, (2002), "Marketing on Tight Budget", Ediciones Gestión 2000, Barcelona.
- Hammer, M & Champy, J. (1995), "Reingeniería de la empresa", Ed. Parramón. Barcelona (Traducción de "Reengineering the corporation, a manifesto for business revolution", New York: Harper Collins, cop.1993)
- Incola Minervini, Derechos Reservados 2002-2004, "La ingeniería de la exportación", Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Jennings. D. & Wattam, S.(1996) "Análisis de decisiones. Un enfoque integrado". Ed. Compañía Editorial Continental. Mexico (Traducción de "Decision Making: an integrated approach". Ed. Pitman Publishing, 1994)
- Kaplan R.S. y Norton D.P (2000) "El cuadro de mando integral". Ed. Gestión 2000 (2da. Edición). (Traducción de la primera edición "The Balance Scorecard: Translating strategy into action". Ed. Boston Harvard School Press, 1996)
- Keeney R.L & Raiffa, H. (1976 y 1993). "Decisiones con Múltiples Objetivos: Preferencias y Valor de los Intercambios", Ed. Wiley (1a. edición) y Ed. Cambridge University Press (2a. Edición)
- Larrañeta Juan, Onieva Luis, Lozano Sebastian, "Métodos modernos de gestión de la producción", Editorial Alianza Universidad Textos España.
- OIT - Organización Internacional del Trabajo, informe anual realizado el 2003
- Ricart, M. (1999) "La organización en la era de la información". Ed. Mc Graw Hill.
- Sapag Chain Nassir, Sapag Chain Reinaldo, "Preparación y evaluación de proyectos", Ediciones Mc. Graw Hill, 6ta edición 2001
- Secretaría de Economía, Mexico, Informes Anuales, años 2002, 2003
- SMIC - Informe anual años 2001, 2002 y 2003
- Thomas Maurice, "Managerial Economics", Edic. Mc Graw Hill, Derechos Reservados 2001
- Von Winterfeldt, D & Edwards, W. (1986) "Decision Analysis and Behavioural Research". Ed. Cambridge University Press.