

01121
460



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ELEMENTOS DE LA FORMULACION DEL ANALISIS DE
FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PARA LA CONSTRUCCION
DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

OMAR GARCIA RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS:
M.I. JAIME FRANCISCO GOMEZ VEGA



MEXICO, D. F.

2003



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
SIMÓN BOLÍVAR

b

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/063/03

Señor
OMAR GARCÍA RODRÍGUEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. JAIME FRANCISCO GOMEZ VEGA, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"ELEMENTOS DE LA FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA"

- I. INTRODUCCIÓN
EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS
- II. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES, POSIBILIDADES Y UTILIZACIÓN DE LA OBRA GENERADA POR EL PROYECTO
- III. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS Y ESTUDIOS DE DETALLE DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO
- IV. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO
- V. ANÁLISIS DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO
- VI. CASO PRÁCTICO
- VII. CONCLUSIONES ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria a 30 Mayo 2003
EL DIRECTOR

M. C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dedicatoria y agradecimientos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A la memoria de mi padre, señor Fermín García Silva, ejemplo de trabajo, constancia y progreso; como un sencillo homenaje a sus luces que me ilustraron, quien con su facultad de razón y pensamiento ha sido y es, el elemento fundamental en mi formación y desarrollo.

A mi madre, señora María Guadalupe Rodríguez de García; por ser el elemento auspiciador de la estabilidad, del equilibrio y de la armonía, en lo material, en lo espiritual y en lo intelectual, en beneficio de la paz y de la evolución de sus hijos.

A mi familia y amigos, precisamente por su esencia de fraternidad; y a todos aquellos que aportaron algo en mi camino.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería, por su loable labor de enseñar a pensar y actuar, así como por generar y transmitir la luz del conocimiento, siempre al servicio de la evolución y la convivencia humana.

A mi director de tesis M. I. Jaime Francisco Gómez Vega, mi agradecimiento por su apoyo y dirección de este trabajo.

A los miembros del Honorable Jurado, mi agradecimiento por su atención conferida en la evaluación de esta tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que al cumplir a cabalidad su cometido en la docencia, la investigación, la preservación y difusión de la cultura, contribuye día a día en la construcción de un mundo iluminado por la razón, la ciencia y el respeto a la humanidad.

d

ELEMENTOS DE LA FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

INTRODUCCIÓN	1
I. EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS	4
1.1. EL PROYECTO EN INGENIERÍA	4
1.1.1. Concepto de proyecto	4
1.1.2. Tipología de proyectos	6
1.1.3. Características y principios de los proyectos	7
1.2. LAS FASES DEL PROYECTO	9
1.2.1. Formulación de proyectos	9
1.2.1.1. <i>Identificación de la idea</i>	10
1.2.1.2. <i>Estudio previo de factibilidad</i>	11
1.2.1.3. <i>Estudio de factibilidad</i>	12
1.2.2. Evaluación de proyectos	13
1.2.3. Ingeniería de detalle y otros estudios	15
1.2.4. Ejecución y puesta en funcionamiento	16
1.2.5. Operación y dirección	16
1.3. ELEMENTOS Y EFECTOS DEL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	17
1.3.1. Elementos del estudio de factibilidad	19
1.3.2. Finalidad del estudio de factibilidad	21
1.3.3. Alcance del estudio de factibilidad	22
II. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES, POSIBILIDADES Y UTILIZACIÓN DE LA OBRA GENERADA POR EL PROYECTO	24
II.1. OBJETIVOS DEL ANÁLISIS DE MERCADO (NECESIDADES, POSIBILIDADES Y UTILIZACIÓN DE BIENES O SERVICIOS)	24
II.1.1. Concepto de mercado	24
II.1.2. Objetivos del análisis de mercado	25
II.2. ELEMENTOS Y ALCANCE DEL ANÁLISIS DE MERCADO	27
II.2.1. La identificación de la obra y el servicio	27
II.2.2. El área de mercado	28
II.2.3. La demanda	29
II.2.4. La oferta	30
II.2.5. El balance oferta-demanda	31
II.2.6. Los precios y las tarifas	31
II.2.7. La comercialización	32
II.2.8. Los servicios y apoyos complementarios	33
II.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE MERCADO	33
II.3.1. Etapas del sistema de información	33
1.3.1.1. <i>Análisis histórico del mercado</i>	34

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.3.1.2. <i>Análisis de la situación vigente</i>	34
II.3.1.3. <i>Análisis de la situación proyectada</i>	35
II.3.2. Fuentes de información	35
II.3.2.1. <i>Información primaria</i>	35
II.3.2.2. <i>Información secundaria</i>	38
II.3.3. Diseño de muestras	39
II.3.4. Métodos de proyección	41
III. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS Y ESTUDIOS DE	
DETALLE DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO	53
III.1. INGENIERÍA DEL PROYECTO	53
III.2. INGENIERÍA BÁSICA	54
III.2.1. Localización	54
III.2.1.1. <i>Niveles de localización</i>	55
III.2.1.2. <i>Descripción de la localización</i>	56
III.2.1.3. <i>Justificación de la localización</i>	58
III.2.2. Tamaño	59
III.2.2.1. <i>Capacidad del proyecto</i>	59
III.2.2.2. <i>Condicionantes y justificación</i>	60
III.2.3. Proceso técnico	61
III.3. INGENIERÍA DE DETALLE	66
III.3.1. Obras civiles	66
III.3.2. Organización	68
III.3.3. Calendario de ejecución	69
III.4. ANÁLISIS DE COSTOS	73
III.4.1. Costos de inversión	75
III.4.2. Costos de operación y mantenimiento	75
IV. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR LA	
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO	77
IV.1. EL MEDIO AMBIENTE Y EL IMPACTO AMBIENTAL	77
IV.1.1. Ecología y medio ambiente	77
IV.1.2. Impacto ambiental	78
IV.1.2.1. <i>Generalidades</i>	79
IV.1.2.2. <i>Criterios para determinar los efectos ambientales</i>	80
IV.1.2.3. <i>Tipos de impactos ambientales</i>	81
IV.1.2.4. <i>Descripción del proyecto objeto del impacto ambiental</i>	82
IV.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL	84
IV.2.1. Antecedentes	84
IV.2.2. Ámbito federal	85
IV.2.3. Ámbito estatal	90
IV.2.4. Ámbito municipal	91
IV.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	92
IV.3.1. Finalidad de la evaluación del impacto ambiental	92
IV.3.2. Obras o actividades objeto de la evaluación	94
IV.3.3. Procedimiento de la evaluación del impacto ambiental	105
IV.3.3.1. <i>Informe preventivo</i>	105

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

f

IV.3.3.2. <i>Manifestación del impacto ambiental</i>	107
IV.3.3.3. <i>Estudios de riesgo</i>	110
IV.3.3.4. <i>Consideraciones de la resolución por la autoridad</i>	112
IV.3.4 Métodos de evaluación del impacto ambiental	114
IV.3.4.1. <i>Matrices de identificación de impactos ambientales</i>	114
IV.3.4.2. <i>Superposición de planos temáticos</i>	117
IV.3.4.3. <i>Modelos de simulación</i>	120
V. ANÁLISIS DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA	
DEL PROYECTO	121
V.1. ELEMENTOS DEL ANÁLISIS DE INGENIERÍA FINANCIERA	121
V.1.1 Generalidades de la ingeniería financiera	122
V.1.2 Inversión y periodo de financiamiento	123
V.1.3 Financiamiento de los proyectos	124
V.1.4 Costo financiero	128
V.1.5 Evaluación financiera	130
V.2 ELEMENTOS DEL ANÁLISIS INGENIERÍA ECONÓMICA	131
V.2.1 Generalidades de la ingeniería económica	132
V.2.2 Evaluación económica	133
V.2.3 Equivalencia de series cronológicas de costos (insumos) e ingresos (productos, beneficios)	137
V.2.3.1. <i>Flujos de efectivo únicos</i>	137
V.2.3.2. <i>Series uniformes de flujos de efectivo</i>	139
V.2.3.3. <i>Gradientes aritméticos y geométricos</i>	142
V.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS	145
V.3.1. Costo anual uniforme equivalente	145
V.3.2. Valor actual neto	148
V.3.3. Tasa interna de retorno	151
V.3.4. Relación beneficio-costos	152
V.3.5. Periodo recuperación de la inversión	153
V.3.6. Tasa promedio de rendimiento	154
V.3.7. Punto de equilibrio	154
V.3.8. Análisis de sensibilidad	155
VI. CASO PRÁCTICO	157
VII. CONCLUSIONES	175
ANEXOS	180
BIBLIOGRAFÍA	193

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

INTRODUCCIÓN

La construcción de obras de infraestructura requiere de un conjunto de recursos humanos, materiales y financieros organizados adecuadamente, con los cuales se pretende solucionar determinados problemas o necesidades sociales de bienes y servicios, que tiendan a mejorar la calidad de vida de la población en una localidad, región o país. En consecuencia, el análisis de las inversiones en los proyectos de infraestructura, hacen indispensable la planeación, programación y realización de una serie de actividades que ayuden en la toma de decisiones, acerca de la asignación de los recursos necesarios para el desarrollo de los proyectos que permitan prestar los servicios demandados.

En este sentido, las obras de infraestructura para poder cumplir con los objetivos de calidad y cantidad en atención a los usuarios, demandan inversiones cuantiosas; esto implica que una vez tomada la decisión de inversión en la construcción de obras, deben de realizarse todas las actividades previstas para que posteriormente se inicie la generación de beneficios.

En este contexto, la formulación del análisis de factibilidad de proyectos, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general, donde dicho proceso se inicia con la identificación de la idea de realizar una obra, y termina con la construcción, operación y mantenimiento de la misma.

Para esto, en el análisis de factibilidad se realizan los estudios e investigaciones que permiten determinar la viabilidad o posibilidad de realización exitosa de un proyecto, desde los puntos de vista de mercado, técnico, ecológico, económico, financiero, institucional y administrativo; con lo cual se pretende demostrar la conveniencia de invertir en el proyecto considerado. En este sentido, la finalidad del análisis de factibilidad es la elaboración de un esquema, para cada proyecto bajo estudio, que conjunte los aspectos económico-financieros y de recursos tanto humanos como materiales, con el técnico, la calidad, costo y tiempo, necesarios para la viabilidad y ejecución de un proyecto.

De esta manera, mediante el análisis del proyecto se trata de facilitar la asignación de los recursos requeridos para su ejecución, en base a los elementos informativos que muestren la bondad del proyecto a través de la comparación de alternativas y la medición de los beneficios y los costos que generará su realización. En suma, en el análisis de factibilidad de proyectos se da a conocer los resultados de la evaluación de todas las posibles opciones de solución para las necesidades que pretende satisfacer el proyecto.

Sin embargo, las necesidades de recursos financieros generalmente exceden a los recursos disponibles para invertir, en tal virtud, la formulación del

análisis de factibilidad permite poner en condiciones comparables proyectos de muy distintas características (tamaño, origen, objetivos, etc.), para que se repartan los recursos disponibles de la mejor forma posible entre los proyectos que se espera produzcan los mayores beneficios de acuerdo con los criterios definidos por los inversionistas.

También, en el caso de las instituciones de crédito, para financiar los proyectos de inversión requieren siempre, antes de la aprobación del crédito solicitado, del análisis de factibilidad que muestre la viabilidad del proyecto considerado.

Dado lo anterior, el objetivo fundamental del presente trabajo, es exponer y examinar los elementos esenciales del paradigma de la formulación del análisis de factibilidad de proyectos de inversión y su aplicación en la construcción de obras de infraestructura; por consiguiente, el tema se centra principalmente en los aspectos instrumentales y metodológicos de la formulación y evaluación de proyectos de desarrollo.

El paradigma a que se hace referencia, fue deducido a su vez de los métodos y criterios recomendados por las instituciones nacionales e internacionales de fomento del desarrollo¹, tales como el Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP), Fideicomiso de Nacional Financiera; las Naciones Unidas (ONU), el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI); la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

En este contexto, en el primer capítulo se tratan los elementos del análisis de factibilidad de proyectos en la fase de formulación y evaluación como parte del proceso constructivo general. Para esto, se abordan aspectos del proyecto en ingeniería; las fases de su desarrollo; así como los elementos y efectos que tiene el análisis de factibilidad en el proceso de toma de decisiones.

El segundo capítulo está dedicado al estudio de mercado, es decir, al análisis de las necesidades, posibilidades y utilización de la obra de

¹ V. NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico*, Naciones Unidas, México, 1958. ILPES. *Guía para la presentación de proyectos*, 21ª ed., siglo XXI editores, México, 1994. NACIONAL FINANCIERA. *Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión*, Nacional Financiera, México, 1995. ONUDI. *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*, Naciones Unidas, Nueva York, 1978. BID Escuela Interamericana de Administración Pública y Fundación Getulio Vargas. *Proyectos de desarrollo (planificación, implementación y control)*, vol. 1, 4ª reimp., Limusa, México, 1990.

infraestructura generada por el proyecto. Al respecto, se examina el concepto y objetivos del análisis de mercado; los elementos y el alcance de dicho análisis; así como los aspectos del sistema de información necesario para el análisis.

En el tercer capítulo se tratan los elementos básicos y estudios de detalle de la ingeniería del proyecto. Para ello, se analizan los aspectos técnicos del proyecto, cuyo análisis incluye el estudio de la ingeniería básica (lo relativo a aspectos técnicos comunes para la actividad del proyecto: tamaño, proceso y localización) y la ingeniería de detalle (obras físicas, organización y calendario de realización del proyecto), así como el análisis y descripción de los de costos.

En el cuarto capítulo se analizan los elementos del impacto ambiental causado por la construcción y operación del proyecto. Sobre el particular, se estudian los aspectos relativos al medio ambiente y el impacto ambiental; la legislación ambiental relacionada con la construcción de obras de infraestructura; y los aspectos de la evaluación del impacto ambiental.

El quinto capítulo está dedicado al análisis de ingeniería económica y financiera del proyecto como herramienta de aplicación en la evaluación de alternativas dentro del proceso de toma de decisiones. En este contexto, se tratan los elementos del análisis de ingeniería financiera, así como de ingeniería económica, y los principales criterios de evaluación de proyectos.

En el sexto capítulo se presenta un caso práctico que integra la información del análisis de factibilidad de un proyecto de infraestructura, relativo a la ampliación del sistema de agua potable de una localidad.

Finalmente, en el séptimo capítulo se exponen las conclusiones derivadas del análisis efectuado sobre la formulación del estudio de factibilidad de proyectos referidos a la construcción de obras de infraestructura.

CAPÍTULO I

EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS

En este capítulo, se examinan los elementos del análisis de factibilidad en la fase de formulación y evaluación de proyectos dentro del proceso constructivo general. En este contexto, se abordan los aspectos del proyecto en ingeniería, las fases de su desarrollo, así como los elementos y efectos del análisis de factibilidad, necesario para determinar la viabilidad de los proyectos propuestos.

I.1. EL PROYECTO EN INGENIERÍA

Para comprender en que consisten los proyectos en ingeniería, a continuación se expone el concepto de proyecto y su tipología, así como, sus características generales y principios fundamentales

I.1.1. Concepto de proyecto

El término proyecto deriva del latín *proiectus* que significa: acción de echar hacia adelante, proyección.

Las Naciones Unidas (ONU) define proyecto como el "conjunto de antecedentes que permite estimar las ventajas y desventajas económicas que se derivan de asignar ciertos recursos de un país para la producción de determinados bienes o servicios"² Más adelante agrega que: "en su etapa de estudio, el proyecto se puede definir como el conjunto de antecedentes que permiten juzgar las ventajas y desventajas que presenta la asignación de recursos económicos —llamados también insumos— a un centro o unidad productora donde serán transformados en bienes o servicios"³

El Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) ha establecido que en su significado básico, "el proyecto es el plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo económico o social. Esto implica, desde el punto de vista económico, proponer la producción de algún bien o la prestación de algún servicio, con el empleo de una cierta técnica y con miras a obtener un determinado resultado o ventaja

² NACIONES UNIDAS *Manual de proyectos de desarrollo económico*. Publicación de las Naciones Unidas. México. 1958, p 3

³ *Ibid*, p 14

económica o social".⁴ Para esto, el proyecto como plan de acción, supone la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación de esos medios a los resultados que se persiguen. Así, los proyectos se analizan no sólo del punto de vista económico sino también técnico, financiero, administrativo e institucional. De esta manera, en general, la realización de un proyecto supone una inversión, es decir, una utilización de recursos, con la postergación del consumo inmediato de algún bien o servicio para obtener un consumo incrementado de los mismos u otros bienes y servicios, que se producirán con esa inversión.⁵

Asimismo, Nacional Financiera define el concepto de proyecto de inversión, como "aquella propuesta de inversión, documentada y analizada técnica y económicamente, destinada a una futura unidad productiva, que prevé la obtención organizada de bienes o de servicios para satisfacer las necesidades físicas y psicosociales de una comunidad, en un tiempo y espacio definidos."⁶

En este contexto, se puede establecer que el proyecto en la ingeniería es una actividad con propósitos determinados, que se encamina hacia la meta de satisfacer necesidades humanas, particularmente aquellas que se pueden cubrir utilizando el ingenio del hombre, o como diría M. Asimow, "los factores técnicos de nuestra cultura."⁷

De esta manera, el proyecto de ingeniería comprende el conjunto de antecedentes y procedimientos que van desde la toma de conocimiento de una necesidad que constituye un problema de ingeniería hasta la obtención de una solución apropiada, que da origen a la creación de un sistema físico inexistente y necesario para solucionar el problema planteado. Así, el proyecto está asociado a la idea de crear un bien físico de producción, de servicio o de uso. Esto significa que proyectar en ingeniería, es un procedimiento general que el proyectista emplea para la solución de un problema planteado para satisfacer una necesidad, aplicando sus conocimientos científicos y tecnológicos y metodologías particulares, desarrollando un trabajo creativo. Lo anterior, se materializa en un conjunto de planos, especificaciones y procedimientos que permiten la realización de la solución recomendada. En un concepto más amplio, se continúa en su concreción hasta la puesta en marcha u operación, de conformidad con las especificaciones y garantías.⁸

⁴ ILPES. *Guía para la presentación de proyectos*, 21ª ed., Siglo Veintiuno, México, 1994, p. 12.

⁵ *Ibid.*, p. 13.

⁶ NACIONAL FINANCIERA *Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión*, Nacional Financiera, México, 1995, p. 5.

⁷ ASIMOW, Morris. *Introducción al proyecto*, 2ª ed., Herrero Hnos., México, 1973, p. 11.

⁸ MATTION, Aldo Bruno. *El proyecto de ingeniería*, El Ateneo, Buenos Aires, Argentina, 1992, pp. 3-4.

Así, lo importante es que el proyecto representa una propuesta concreta de inversión, adecuadamente caracterizada en términos de sus elementos de mercado, técnicos, económicos, financieros, organizacionales e institucionales, sin descuidar el aspecto ecológico y el contexto político-social entorno al proyecto. Dependiendo de la naturaleza particular del proyecto concreto, algunos de estos aspectos merecerán un tratamiento más completo que los demás, pero las informaciones contenidas sobre cada uno de estos aspectos guardarán entre sí una correspondencia funcional y lógica; de tal modo que el conjunto de las informaciones así reunidas, a propósito del emprendimiento bajo estudio, represente una unidad indivisible como plan de acción.

En todos los casos, puede decirse que el objetivo básico de los estudios de un proyecto, es evaluarlo; es decir, calificarlo y compararlo con otros proyectos de acuerdo con una determinada escala de valores, con el fin de establecer un orden de prelación que conduzca a la obtención de un bien o servicio.

1.1.2. Tipología de proyectos

Los proyectos se pueden clasificar de acuerdo a su correspondencia en la división de la economía en sectores de producción. Este enfoque sectorial permite clasificar los proyectos en agropecuarios, industriales, de infraestructura social, de infraestructura económica y de servicios.⁹

- *Proyectos agropecuarios*; abarcan todo el campo de la producción animal y vegetal. Las actividades forestales y pesqueras se consideran a veces como agropecuarias y otras como industriales. Los proyectos de riego, colonización, reforma agraria, extensión y crédito agrícola y ganadero, mecanización de faenas y abonos sistemáticos suelen incluirse en los proyectos complejos de esta categoría aunque individualmente pudieran clasificarse como proyectos de infraestructura o servicios.
- *Proyectos industriales*; comprenden toda la actividad manufacturera, la industria extractiva y el procesamiento de los productos extractivos, de la pesca, de la agricultura y de la actividad pecuaria.
- *Proyectos de infraestructura social*; tienen la función de atender necesidades básicas de la población, como salud, educación, abastecimiento de agua, redes de alcantarillado, vivienda y ordenamiento territorial urbano y rural.
- *Proyectos de infraestructura económica*; incluyen los proyectos de unidades directa o indirectamente productivas que proporcionan a la actividad económica de ciertos insumos, bienes o servicios de utilidad

⁹ ILPES. *Op. cit.*, p. 16.

general, tales como energía eléctrica, transporte y comunicaciones. Esta categoría comprende los proyectos de construcción, ampliación y mantenimiento de carreteras, ferrocarriles, aerovías, puertos y navegación, centrales eléctricas y sus líneas y redes de transmisión y distribución, sistemas de telecomunicaciones y sistemas de información.

- *Proyectos de servicios*; son aquellos cuyo propósito no es producir bienes materiales, sino prestar servicios de carácter personal, material o técnico, ya sea mediante el ejercicio profesional o a través de instituciones. Entre ellos, se incluye los trabajos de investigación tecnológica o científica, la comercialización de los productos de otras actividades y los servicios sociales que no estén incluidos en la infraestructura social.

El presente trabajo de investigación, se centra en los proyectos de ingeniería referidos a la infraestructura económica y social, es decir, de infraestructura básica, necesarios para el sector productivo y la sociedad en su conjunto. En el entendido de que toda obra civil básica orientada a satisfacer o atenuar las necesidades más apremiantes de la sociedad, es infraestructura.

1.1.3. Características y principios de los proyectos

A pesar de la multiplicidad de situaciones de que se tratan, productos o finalidades que se persiguen, todos los proyectos guardan entre sí ciertas características comunes,¹⁰ tales como:

- *Son finitos en el tiempo*, esto es, el conjunto de actividades definidas para la obtención de una finalidad o propósito se sitúan entre un inicio y un fin, especificados. Es decir, un proyecto tiene un inicio y un fin definidos, lo cual determina una duración o vida del proyecto.
- *Son singulares*, en el sentido de que las acciones que definen al proyecto no son ni repetitivas ni homogéneas; en efecto, la sustancia de un proyecto no es repetitiva, cada proyecto es único.
- Desde el punto de vista organizacional establecen *requisitos gerenciales propios*, en la mayoría de los casos incompatibles con la estructura y funcionamiento de la organización convencional.

Por otro lado, M. Asimow¹¹ ha sintetizado una serie de principios relativos a los proyectos. Al respecto, se considera que dichos principios no pretenden ser

¹⁰ BID, Escuela Interamericana de Administración Pública y Fundación Getulio Vargas. *Proyectos de desarrollo (planificación, implementación y control)*, vol. 1, 4ª reimp., Limusa, México, 1990, p. 138.

¹¹ ASIMOW, Morris. *Ob. cit.*, pp. 17-18.

un conjunto rígido de postulados formales, pero que si son fundamentales. Ellos son los siguientes:

- *Satisfactor de necesidades.* El proyecto debe ser una respuesta a las necesidades individuales o sociales que puedan satisfacerse por medio de los factores tecnológicos de la cultura.
- *Posibilidad de realización física.* El objeto de un proyecto es un objeto material o un servicio que deben ser físicamente realizables.
- *Costeabilidad.* El objeto o servicio que describa un proyecto debe tener una utilidad para el consumidor que iguale o exceda a la suma de los costos necesarios para ponerlo a su disposición.
- *Posibilidad financiera.* Las operaciones para el proyecto, la producción y la distribución del objeto deben ser financieramente apoyadas.
- *Optimización.* La elección de un de proyecto debe ser lo óptimo entre las alternativas de que se disponga, la selección de una manifestación del proyecto escogido, debe ser la óptima entre todas las manifestaciones permisibles
- *Criterio del proyecto.* La optimización debe establecerse con relación a un criterio de proyecto que representa los compromisos del proyectista entre posibles conflictos de costos valorados en él incluyendo los del consumidor, productor, distribuidor, y los del propio proyectista.
- *Morfología.* El proyecto es una progresión que va de lo abstracto a lo concreto. Esto da una estructura vertical al proceso solucionador del proyecto
- *Proceso del proyecto.* Proyectar es un proceso iterativo de resolución de problemas. Esto da una estructura horizontal a cada paso del proyecto.
- *Subproblemas.* Al intentar la solución de un problema de proyecto, se descubre que hay oculto todo un substrato de subproblemas, entonces, la solución del problema original dependerá de la solución de los subproblemas
- *Reducción de la incertidumbre.* El proyecto es un proceso informativo que se traduce en una transición que va desde la incertidumbre sobre el éxito o el fracaso de un proyecto, hasta la certidumbre
- *Valor económico de la evidencia.* La información y su proceso tienen un costo que debe ser equilibrado con el valor de la evidencia del éxito o fracaso del proyecto.

- *Bases para la decisión.* El proyecto se suspende en todos los casos en que la seguridad de un fracaso es suficiente para garantizar su abandono; se continúa cuando la confianza en la solución prevista para dicho proyecto es lo suficientemente elevada para garantizar la inversión de los recursos necesarios para la fase siguiente
- *Compromiso mínimo* En la solución de un problema de proyecto en cualquier etapa del proceso, los compromisos que fijarán decisiones futuras del proyecto no deben adelantarse más de lo necesario para ejecutar la solución inmediata. Este permitirá el máximo de libertad para encontrar soluciones a los subproblemas en los niveles inferiores del proyecto
- *Comunicación.* Un proyecto es la descripción de un objeto y una serie de instrucciones para su producción; por lo tanto, tendrá existencia en la medida en que se exprese por los medios disponibles de transmitir informes sobre él

I.2. LAS FASES DEL PROYECTO

Desde su concepción hasta su operación, el proyecto pasa por una serie de fases, a su vez, desagregadas en fases intermedias altamente interdependientes, cuyo conjunto se ha dado en llamar *ciclo de vida del proyecto*. Estas fases pueden identificarse como: formulación, evaluación, ingeniería de detalle, ejecución y puesta en funcionamiento, operación y dirección.

Asimismo, las fases de formulación, evaluación y la ingeniería de detalle, corresponden a la etapa de *preinversión*, la ejecución y puesta en funcionamiento, a la etapa de *inversión*; la operación y dirección, propiamente dicha, a la etapa de *operación*

I.2.1. Formulación de proyectos

Antes de tratar el tema de la formulación o elaboración, es conveniente aclarar el uso de los términos factibilidad y viabilidad, si bien, a menudo se usan indistintamente estos términos, son conceptos distintos. La factibilidad corresponde a una fase, o más específicamente a una sub-fase, del ciclo del proyecto; es decir se refiere a un nivel de profundidad de estudio sobre un proyecto que tiene repercusiones importantes en los procedimientos y alcances que se exigirán al trabajo del evaluador. En tanto, se entiende por viabilidad la «posibilidad de» o la «conveniencia de» realizar un proyecto; para lo cual, el evaluador debe investigar la viabilidad de dicho proyecto de inversión y así poder recomendar su aprobación. De esta forma, en el estudio de factibilidad se puede analizar diversos tipos de viabilidades que son determinantes en la realización de

un proyecto, tales como, la viabilidad técnica, la viabilidad económica, la viabilidad financiera, la viabilidad institucional, la viabilidad administrativa y hasta la viabilidad política.

Ahora bien, en otro orden de ideas, en la fase de formulación o elaboración de proyectos, se llevan a cabo los estudios, investigaciones y análisis que permite a las organizaciones tomar las decisiones acerca de la conveniencia de invertir en el proyecto que se está considerando. Se trata en esta fase de facilitar la asignación de los recursos requeridos para el proyecto considerado, basándose en elementos informativos que muestren la bondad del proyecto a través de la medición de los beneficios y los costos que generará su realización.

La fase de formulación abarca desde que se identifica la necesidad de un servicio por satisfacer, así como el estudio previo de factibilidad, hasta que se concluye con el estudio de factibilidad que muestra la viabilidad o posibilidad de realización exitosa del proyecto, desde los puntos de vista de mercado, técnico, económico, financiero, institucional y administrativo.

Generalmente, las necesidades de recursos financieros exceden a los recursos disponibles para invertir, por eso, la preparación de los estudios de factibilidad permite poner en condiciones comparables proyectos de muy distintas características (tamaño, origen, objetivos, etc.), para que se repartan los recursos disponibles de la mejor forma posible entre los proyectos, que se espera produzcan los mayores beneficios, de acuerdo con los criterios definidos por los promotores o autoridades competentes.

También, en el caso de las instituciones que otorgan créditos para financiar la materialización o ejecución de proyectos, se requiere siempre contar con el estudio que muestre la viabilidad del proyecto considerado, antes de la aprobación del préstamo solicitado.

A la fase de formulación y a los estudios elaborados durante la misma, se le designa, también, como fase o estudios de preinversión, precisamente porque se desarrollan antes de que se efectúen los desembolsos de los recursos financieros, generalmente cuantiosos, que constituyen la inversión propiamente dicha y permiten la instrumentación de un proyecto, o sea, la ejecución del mismo.

1.2.1.1. Identificación de la idea

La finalidad de este estudio, consiste en detectar necesidades y/o recursos para buscar su aprovechamiento eficiente, asimismo, el contenido de esta etapa corresponde al análisis y exploración de la situación problema, aquí surgen ideas que, luego de una ligera prospección, pasa a ser una idea de proyecto.

En este sentido, una vez que se tiene la idea identificada, se somete a un primer análisis, cuyo objetivo es justificar o negar su viabilidad, para lo cual el proyectista se allega, únicamente, de la información existente e inmediatamente disponible y elabora un documento llamado Perfil.

Sin el perfil, la idea de proyecto es una abstracción y resulta muy difícil saber si tiene o no posibilidades de éxito, por lo que es necesario realizar una investigación somera que arroje claridad sobre los resultados que se obtendrán.

De esta manera, la prospección consiste en un somero análisis de su probable mercado, disponibilidad de materias primas, tamaño y tecnología, inversión estimada, beneficios esperados y marco institucional.

Por otro lado, la experiencia muestra que lo más importante, en esta etapa de identificación del proyecto, es la determinación de sus objetivos, así como, la identificación de alternativas y de posibles sub-proyectos en lo que se consideraba era sólo uno. Dado lo anterior, el resultado del estudio del perfil, servirá al promotor o autoridad competente para que decida por uno de los siguientes caminos de acción a) archivar el proyecto para una reconsideración en el futuro, b) desecharlo por completo, o bien, c) ordenar un estudio previo de factibilidad.

1.2.1.2. Estudio previo de factibilidad

El análisis del estudio previo de factibilidad, conocido también como de prefactibilidad, está enfocado a llevar la investigación iniciada en el perfil, así como, al manejo y análisis de diferentes opciones o alternativas; para esto, se tiene que desarrollar en forma más detallada la investigación, sobre todo, en aquellos aspectos que fueron tratados muy superficialmente en el análisis de la idea.

De esta manera, con el estudio previo de factibilidad se persigue disminuir los riesgos de la decisión: dicho de otra manera, busca mejorar la calidad de la información que tendrá a disposición la autoridad que deberá decidir sobre la ejecución del proyecto. En este nivel de estudio se deberá efectuar trabajos más profundos de terreno y de investigación, aunque puede todavía basarse en información de fuentes secundarias y manejar rangos de variación bastantes amplios para los costos y beneficios. Asimismo, el ejercicio de formular el estudio de prefactibilidad exige una interacción entre la preparación técnica del proyecto y su evaluación.

La posibilidad de encontrar opciones y de investigar esas opciones de la idea original, tratada ya a nivel de perfil, se debe contemplar en esta etapa del ciclo. El hecho de buscar alternativas, está implicado en la mayoría de los casos en dar finalmente soluciones diferentes, por ejemplo, cuando se trata de

aprovechar un recurso (suelo, agua, etc.) se pueden investigar las diferentes alternativas de su aprovechamiento; cuando se trata de problemas derivados de una planta en operación, como incrementos de producción, sustitución de equipo, nuevos diseños, etc., se plantean igualmente alternativas; en todos los casos es menester encontrar esas opciones, ya que en la última etapa del ciclo se deberá manejar la mejor de ellas solamente.

Se trata pues, de verificar que por lo menos una de las alternativas de solución es rentable, además de ser técnica y económicamente viable. Para ello, se exige datos más precisos sobre las distintas alternativas planteadas, y así caracterizar su rentabilidad y su viabilidad.

Las cuestiones que se abordan en el estudio preliminar de factibilidad, tienen que ver con los antecedentes del proyecto, aspectos de mercado y comercialización, aspectos técnicos, aspectos financieros, evaluación del proyecto y aspectos organizativos.

Los resultados de la evaluación del estudio previo de factibilidad, servirán para que el responsable de tomar decisiones tenga conocimiento y actúe en relación al proyecto; y así ordene: a) su reestudio; b) su rechazo definitivo; c) su reconsideración en un momento más propicio; o d) la elaboración de un estudio de factibilidad.

1.2.1.3. Estudio de factibilidad

El análisis del estudio de factibilidad es una de las fases más importantes del ciclo de vida del proyecto, en este nivel es posible tomar una decisión de mayor trascendencia en el manejo de los recursos. Dicho estudio está enfocado al análisis de la alternativa más atractiva estudiada en la etapa del estudio previo de factibilidad, para ello, se aborda en general los mismos aspectos pero con mayor profundidad y dirigidos a la opción más recomendable.

Por lo tanto, este estudio es el definitivo para la ejecución del proyecto, puesto que el organismo responsable de realizarlo tomará su decisión en función del mismo, el cual deberá poner énfasis en los siguientes temas: estudios de mercado y comercialización, estudios de la disponibilidad de materias primas e insumos, localización y tamaño, ingeniería del proyecto, análisis del impacto ambiental, inversiones y financiamiento, presupuestos de ingresos y egresos, proyecciones financieras, evaluación financiera, evaluación económica-social, evaluación del impacto ambiental, organización y sistema de administración apropiado al proyecto y, finalmente, recomendaciones para la implementación del proyecto.

El estudio de factibilidad incluye, básicamente, los mismos aspectos que el de prefactibilidad, pero con una mayor profundidad y menor rango de variación.

esperado en los montos de los costos y beneficios. Para esto, el estudio de factibilidad requiere del concurso de personal más especializado y de información primaria, incluyendo, cotizaciones más o menos firmes para equipos, obras civiles, licencias, financiamientos, etc. Asimismo, exigirá mayores investigaciones y precisiones en terreno, por ejemplo, estudios geológicos que permitan trazar con mayor precisión el recorrido de un túnel de conducción.

Generalmente, el estudio de factibilidad lleva a la aprobación final del proyecto, pero también puede llevar a su postergación o a modificaciones menores en su formulación.

1.2.2. Evaluación de proyectos

La evaluación de proyectos es el conjunto de estudios y antecedentes que permiten estimar las ventajas y desventajas que se derivan de asignar determinados recursos para la producción de bienes y servicios. Esto implica la realización de una serie de análisis que deben conducir hacia una toma racional de decisiones en la asignación de los recursos que las organizaciones públicas o privadas destinan para la inversión, esto es para el aumento o el mantenimiento de sus capacidades productivas o de servicios.

Los elementos que permiten estimar las ventajas y desventajas derivadas de la asignación de recursos a la inversión, se basa en los análisis realizados en el estudio de factibilidad, tales como de mercado, técnicos, financieros, económicos, administrativos, institucionales, incluyendo los estudios de impacto ambiental

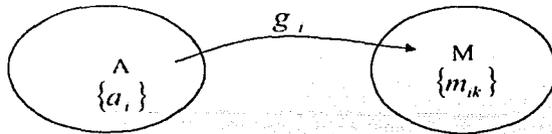
En este sentido, la evaluación de proyectos es un proceso complejo que debe desarrollarse, hasta donde sea posible, con un enfoque de sistemas. Sobre el particular, se tiene que sistema es un conjunto de objetos, ideas, actividades, partes o elementos que se encuentran interrelacionados, conectados, organizados e integrados, de tal manera que todos interactúan entre sí para lograr un fin u objetivo. Así pues, todo sistema está formado por objetos, ideas o actividades relacionadas de tal manera que permiten su identificación como un todo coherente, como una unidad lógica y funcional. De esta manera, el uso mismo de la palabra sistema con referencia a una unidad aislada, implica una actitud especial hacia ella, o sea, el interés analítico de las relaciones que vinculan sus elementos o partes. En consecuencia, puede identificarse un enfoque a objetos y fenómenos desde el punto de vista de sistemas, cuando se centra la atención en las interacciones de sus partes como un todo funcional.

Ahora bien, evaluar significa poder establecer un mecanismo (relación, función) por medio del cual se puede transmitir un juicio sobre los impactos que uno o varios proyectos (alternativas) pueden producir sobre uno o varios atributos. Ese juicio implica disponer de una regla de decisión, al menos de

disponer del rango dentro del cual se puede afirmar que el impacto esperado por el proyecto es satisfactorio o conveniente. Los impactos según su atributo requieren de una medición, para lo cual deben diseñarse indicadores cualitativos y cuantitativos con sus métricas correspondientes.

El proceso de evaluación puede esquematizarse como sigue:

1. Un conjunto de alternativas a evaluar (A); cada una integrada por un proyecto o una combinación de éstos, según sea el nivel al que se aplica la evaluación;
2. Un conjunto de indicadores (M) que reflejen la medición de los impactos sobre los atributos;
3. Una regla de aplicación o transformación (g_i) que implica una medición de los impactos; que "mapea" A en M . Donde M es un escalar en las evaluaciones con criterio único (por ejemplo, análisis costo-beneficio), y se transforma en un vector cuando se contemplan varios criterios (o un criterio múltiple, varios puntos de vista). En la figura 1.1. se muestra el esquema del proceso de evaluación.



$$g_i : A \rightarrow I$$

a_i : proyecto i

m_{ik} : impacto del proyecto i según el atributo k

Figura 1.1. Esquema del proceso de evaluación

De esta forma, la evaluación de proyectos pretende medir objetivamente, ciertas magnitudes cuantitativas que resultan del estudio del proyecto, y dan origen a operaciones matemáticas que permiten obtener diferentes coeficientes de evaluación. Lo anterior, no significa desconocer la posibilidad de que puedan

existir criterios diferentes de evaluación para un mismo proyecto. Lo realmente decisivo, es poder plantear premisas y supuestos válidos que hayan sido sometidos a convalidación, a través de distintos mecanismos y técnicas de comprobación. Las premisas y supuestos deben nacer de la realidad misma, en la que el proyecto estará inserto y en el que deberá rendir sus beneficios.

La correcta valoración de los beneficios esperados, permitirá definir en forma satisfactoria el criterio de evaluación que sea más adecuado. Toda vez que la clara definición de cuál es el objetivo que se persigue con la evaluación, constituye un elemento clave para tener en cuenta en la correcta selección del criterio evaluativo. Es decir, si se busca la rentabilidad desde el punto de vista del inversionista privado o la rentabilidad social. Así, por ejemplo, la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable para una comunidad rural, puede no resultar rentable desde el punto de vista del inversionista privado. Sin embargo, puede que no ocurra lo mismo desde una perspectiva social, conforme a la cual, la colectividad se ve compensada directa e indirectamente por la asignación de recursos, efectuada mediante un criterio de asignación que respete prioridades sociales de inversión.

Así pues, el propósito de la evaluación privada o financiera, es obtener una idea de la rentabilidad del proyecto, a fin de poder apreciar su conveniencia para el empresario en comparación con otras alternativas factibles. En tanto, la evaluación económica o socioeconómica, consiste en apreciar la conveniencia de la ejecución del proyecto desde el punto de vista de la sociedad como un todo, es decir, lo que interesa es la rentabilidad social del proyecto.

1.2.3. Ingeniería de detalle y otros estudios

La última etapa de la fase de preinversión o puente a la inversión, la constituyen los estudios de detalle y, en algunos casos, estudios complementarios. Aún cuando estos estudios se consideren posteriormente como una inversión se incluyen dentro de la etapa de preinversión, no tanto porque en ocasiones puedan influir en las decisiones, sino por estar ubicados en un momento anterior a la inversión propiamente como tal y, cuando se recibió crédito, estar ligado a fondos de preinversión.

La ingeniería de detalle se refiere al diseño de los elementos físicos, tales como edificios, equipos, instalaciones auxiliares, caminos, mobiliario, etc., necesarios para cumplir los objetivos que busca el proyecto. El resultado de esta ingeniería de detalle, es un conjunto de elementos técnicos informativos, como planos, croquis, esquemas, especificaciones y normas de construcción, entre otros, que permiten la construcción de las obras, la adquisición de los equipos y mobiliario, así como, la realización de las instalaciones. Asimismo, en los casos de proyectos de cierta importancia, de acuerdo con los montos estimados de las obras o equipos, deben prepararse los documentos que permitan llevar a cabo

los concursos o licitaciones públicas, requeridos por la ley, para seleccionar a los contratistas y proveedores que se harán cargo de la ejecución.

En el rubro de otros estudios, éstos tal vez no respondan precisamente a la necesidad de lo detallado, sino de lo complementario, como pueden ser estudios de mercadotecnia, censos económicos, muestreo de materiales, análisis de materiales y otras investigaciones que se demanden después del estudio de factibilidad, para lo cual se tenga la intención de apoyar o reforzar algún aspecto que pueda parecer insuficiente o dudoso

1.2.4. Ejecución y puesta en funcionamiento

En esta etapa es realmente cuando se comienza a gastar físicamente en el proyecto, es decir, la inversión fija contemplada comienza a ser realidad, a la vez, seguida por todos los gastos intangibles, hasta llegar el capital de trabajo, principalmente los inventarios previos a la operación.

Es decir, una vez que se cuenta con la capacidad institucional y con los recursos necesarios para la inversión, se pasa a la ejecución y puesta en funcionamiento, que consiste en asignar y disponer en la práctica los recursos humanos, físicos y financieros requeridos por el proyecto, con lo cual se dota de infraestructura física, así como de la capacidad laboral y directiva; también se realizan los ajustes pertinentes de maquinaria y equipo. Al finalizar esta fase, el proyecto concluye como tal y se constituye en un organismo en operación.

Para esto, la puesta en funcionamiento se inicia con el entrenamiento y capacitación de personal, asimismo, se realizan las primeras pruebas de funcionamiento del proyecto hasta alcanzar una operación que se considere normal.

Esto indica que se terminan las decisiones creativas, tomadas en las fases anteriores, respecto al mercado geográfico, tamaño, tecnología, organización, entre otros. De esta manera, se materializa la obra de infraestructura y su correspondiente función de prestación de servicios para un organismo nuevo, en su construcción, maquinaria, equipo, insumos, sistemas de organización etc.

1.2.5. Operación y dirección

La operación y dirección es la última fase del proyecto y está referida al planteamiento y control de la operación inicial, con la cual, el proyecto termina dando paso a un organismo en operación que pueda estar dedicado a la producción de un bien o a la prestación de un servicio, de acuerdo con los objetivos originalmente trazados.

A través de la dirección y operación, que también suele llamársele etapa de recuperación, la asignación de recursos debe realizarse eficientemente. Esto es, alcanzar los pronósticos de utilización, costos y rentabilidad del proyecto, determinados en la viabilidad.

Así, el proyecto al entrar en operación permite proporcionar los servicios públicos para los que fue preparado. De esta manera, a lo largo de su fase de operación y dirección, el proyecto debe cumplir con las normas de calidad demandadas para la prestación de los servicios. Además de satisfacer la demanda en una escala o volumen de operación según se planeó. Por ello, es importante que durante la operación se proporcione mantenimiento preventivo y correctivo a las obras, instalaciones y equipos, de acuerdo con las especificaciones y normas aplicables, para que sigan siendo útiles y mantengan los niveles de eficiencia y calidad establecidos como óptimos.

De esta forma, la finalidad de esta fase es generar eficientemente beneficios económicos y sociales. Los elementos contenidos en esta fase son relativos a la planeación, organización, dirección, evaluación y control de los bienes o servicios producidos por el proyecto. El resultado de esta fase debe ser la producción de satisfactores eficaces. Asimismo, en esta fase se realizan estudios de optimización sobre eficiencia de proceso, aseguramiento de calidad, sistemas y procedimientos, desarrollo organizacional, planeación financiera, mercadotecnia y planeación estratégica.

Ahora bien, en algunos estudios se considera a la *evaluación ex-post*, de resultados, como la última etapa del ciclo. Para esto, el proyecto debe ser generado dentro del sistema de planeación; en donde la finalidad de dicha evaluación consiste en dar un seguimiento que permita retroalimentar el proceso de identificación y ejecución de los proyectos.

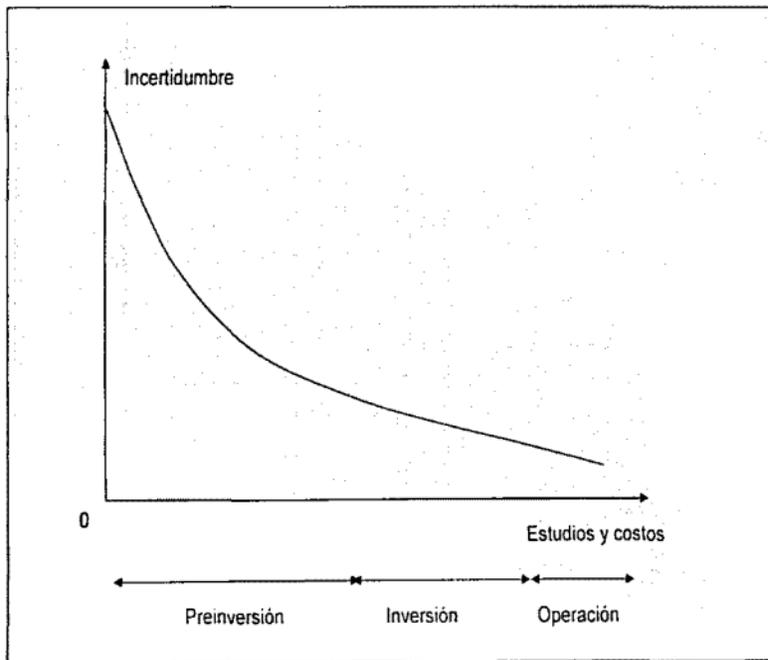
Así pues, de acuerdo con las premisas anteriores, si se pretende invertir con la menor incertidumbre y el riesgo mínimo posibles, es necesario elaborar estudios concernientes al objetivo de la inversión, lo cual provocará que mientras más se avance en las investigaciones (nivel de análisis) el costo de éstas será mayor, e inversamente, la incertidumbre disminuirá, es decir, a mayor costo de estudios, menor incertidumbre, como se muestra en la gráfica 1.1.

1.3. ELEMENTOS Y EFECTOS DEL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

A continuación se analizan los elementos y efectos del estudio de factibilidad; en cuanto a los efectos, se abordan los aspectos referentes a la finalidad y alcance de dicho análisis, lo anterior, en el contexto del proceso inversionista y de toma de decisiones de los proyectos.

Gráfica 1.1

Relación Estudios/costos-incertidumbre



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3.1. Elementos del estudio de factibilidad

El análisis del estudio de factibilidad de un proyecto debe presentar conclusiones acerca de los aspectos técnicos, financieros, económicos, institucionales y administrativos¹² Asimismo, resulta indispensable el análisis de mercado, el ecológico y el político-social en torno al proyecto. Estos aspectos aunque pueden analizarse separadamente, son interdependientes pues debe existir entre ellos una constante coordinación y reciprocidad de información.

Estos elementos o aspectos esenciales, a los que se dedica cada uno de los análisis que integran el estudio de factibilidad, se describen brevemente a continuación:

a) Mercado

En este estudio se debe determinar si existe una demanda insatisfecha de bienes o servicios (demanda y oferta), para esto se cuantifica su magnitud y las expectativas de cómo variará en el tiempo, así como las características que deben tener dichos bienes o servicios.

b) Técnicos

En esta parte del estudio de factibilidad, se trata los aspectos relativos a la localización, el tamaño y el proceso técnico para llevar a cabo la construcción del proyecto. Igualmente, se aborda el análisis de las obras civiles necesarias para la implantación del proyecto, así como los aspectos de la organización y el calendario de ejecución del proyecto. Por otro lado, se incluye la estimación de los costos de inversión y de operación correspondientes, apoyados en cotizaciones y planos.

c) Ecológicos

Esta parte se enfoca al análisis del impacto ambiental del proyecto, tanto en la etapa de construcción como de operación; este aspecto es una cuestión que cada vez más debe atenderse para poder evitar o al menos atenuar los efectos negativos que el proyecto pudiera generar.

d) Financieros

Se ocupa en cuantificar los recursos monetarios que se necesitan para llevar a cabo las diversas etapas del proyecto, tales como la formulación, la ejecución y la

¹² ILPES *Ob. Cit.* p. 41; y BID, FGV/EIAP *Ob. cit.*, p. 55.

operación. También, debe señalar las posibles fuentes de recursos financieros para cubrir los gastos previstos y las condiciones en que estarían disponibles tales recursos. Con el calendario del flujo de fondos o de efectivo (entradas y salidas de dinero) se hace una evaluación financiera del proyecto que se refiere a la rentabilidad o atractivo que para un inversionista privado puede esperarse.

e) Económicos

En este análisis se hace una evaluación del proyecto desde el punto de vista de la economía en su conjunto, es decir, se efectúa una evaluación que mide el impacto del proyecto hacia afuera, en la economía y la sociedad, ya no desde la perspectiva del proyecto considerado aisladamente (como en el caso de la evaluación financiera). Para esto, deben considerarse los efectos del proyecto en todo el sistema económico, tanto positivos como negativos. El análisis económico-social puede ser abordado a partir del manejo de precios sociales y su enfoque Beneficio-Costo, traducido en diversos indicadores. Además, puede medirse en función de los grandes agregados (ingreso, valor agregado, etc.) y también por medio de objetivos definidos en el sector o región, para lo cual se diseña una metodología, en caso de no existir, que se derive de los planes y programas en los que se inscribe el proyecto y a los que se pretende apoyar.

f) Administrativos

Se ocupa de la manera en que se organizará el trabajo durante la ejecución y la operación del proyecto, con qué recursos humanos se desarrollarán las tareas y qué requerimientos de formación profesional y capacitación deben ser satisfechos en los casos de personal directivo y administrativo. El tipo de organización y la forma de administración que se llevará a cabo deben estar descritas y definidas, así como ser congruentes con el tipo de proyecto y de objetivos que se pretende.

g) Institucionales

En este caso se tratan las cuestiones relativas al ámbito legal en que se desarrollará el proyecto, las instituciones que intervienen para decidir acerca de su realización, las organizaciones públicas o privadas que se harán cargo de su ejecución y de su operación, entre otras. Un elemento relevante en este aspecto, es el de la tenencia de la tierra.

h) Político-social

Esta parte tiene que ver con el análisis del contexto político y social de la localidad, región o país donde se planea construir el proyecto, con el objeto de prevenir, detectar y controlar posibles problemas de esta índole que puedan

afectar su construcción u operación, y por consiguiente su rentabilidad. Se trata pues de conocer si se cuenta con la estabilidad política y social necesaria para invertir una cantidad considerable de recursos económicos, humanos y materiales en la construcción de un proyecto de infraestructura, que por su propia naturaleza y función, también va a causar un impacto económico, político y social en el lugar donde se vaya a construir.

1.3.2. Finalidad del estudio de factibilidad

La finalidad del estudio de factibilidad de un proyecto, como documento de análisis, es aportar elementos de juicio para tomar decisiones sobre su ejecución o sobre el apoyo que se debiera prestar a su realización. Para ello, deben analizarse problemas de mercado, técnicos, económicos, financieros, administrativos e institucionales. Estos diversos aspectos se correlacionan en cada estudio parcial que compone la justificación del proyecto. Al concluir la fase del estudio de factibilidad, todos esos problemas deben haberse aclarado de modo que se pueda tomar con seguridad la decisión de apoyar o no la inversión implicada en la idea original del proyecto. Ello requiere haber pasado, explícita o implícitamente, formalmente o no, dos fases previas, la primera corresponde a la identificación de la idea y la segunda constituye el estudio previo de factibilidad.

De esta manera, en el estudio de factibilidad se trata de ordenar las alternativas de solución para el proyecto, según ciertos criterios elegidos para asegurar la optimización en el uso de los recursos empleados, tanto desde el punto de vista del empresario público o privado, como desde el punto de vista de la economía en su conjunto. Estos criterios suelen referirse a la rentabilidad prevista a través de los ingresos y gastos proyectados por toda la vida útil del proyecto, así como los efectos del proyecto sobre el ingreso nacional, sobre el uso de la capacidad instalada en la economía del país y la ocupación de la mano de obra, sobre el saldo de la balanza de pagos y la deuda externa, y sobre las condiciones ambientales.

La combinación adecuada de estos criterios, permite ordenar las alternativas de solución técnica, económica y financiera de cada proyecto. Así, en el estudio de factibilidad debe justificarse cabalmente, la opción hecha por una de las referidas alternativas y caracterizar otras que le siguen en orden de prelación, y así justificar la elección hecha frente a los criterios aceptados en la evaluación del proyecto.

En esta fase de la formulación de proyectos, se llega a recomendar la alternativa de solución considerada como la mejor, dados los recursos disponibles y las restricciones a su empleo. Se justifica así la decisión de realizar la inversión necesaria, obtener el financiamiento adecuado y, en caso de que sea necesario, la aprobación de las autoridades que planifican el desarrollo y

controlan la inversión nacional o el crédito, a las cuales toca evaluar el proyecto según sus propios y determinados criterios.

1.3.3. Alcance del estudio de factibilidad

El análisis del proyecto pretende contestar la interrogante de si es o no conveniente realizar una determinada inversión. Esta recomendación sólo será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para tomar la decisión.

Con este objeto, en el análisis de la viabilidad se debe intentar simular con el máximo de precisión lo que le sucedería al proyecto si fuera implementado, aunque difícilmente pueda determinarse con exactitud el resultado que se logrará en su puesta en marcha. De esta forma, se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y, por tanto, que pueden evaluarse.

Para esto, en base a los elementos del estudio de factibilidad se debe llevar a cabo los análisis de viabilidades, para así evaluar el proyecto. Estos estudios particulares son los de la viabilidad comercial, técnica, ecológica, legal, administrativa, financiera, económica y política-social. Cualquiera de ellos que llegue a una conclusión negativa determinará que el proyecto no se lleve a cabo, aunque razones estratégicas, políticas u otras de índole subjetiva podrían hacer recomendable una opción que no sea viable financieramente o económicamente.

Por lo regular, el estudio de una inversión se centra en la viabilidad económica o financiera, y toma el resto de las variables únicamente como referencia. Sin embargo, cada uno de los elementos señalados puede, de una u otra forma, determinar que un proyecto no se concrete en la realidad.

El estudio de la viabilidad comercial indicará si el mercado es o no sensible al proyecto de infraestructura y la aceptabilidad que tendría en su uso, permitiendo, de esta forma, determinar la postergación o rechazo de un proyecto, sin tener que asumir los costos que implica un estudio económico completo. En muchos casos, la viabilidad comercial se incorpora como parte del estudio de mercado en la viabilidad financiera.

El estudio de viabilidad técnica analiza las posibilidades materiales o físicas de construir la obra de infraestructura que desea generarse con el proyecto. Muchos proyectos nuevos requieren ser aprobados técnicamente para garantizar la capacidad de servicio, por ejemplo, si existen las condiciones geográficas para la construcción de un puerto.

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente viable. Sin embargo, podrían existir algunas restricciones de carácter legal que impedirían su funcionamiento en los términos que se pudiera

haber previsto, no haciendo recomendable su ejecución; por ejemplo, limitaciones en cuanto a su localización o la utilización del proyecto de infraestructura.

El estudio de viabilidad ecológica pretende definir el impacto que produce la construcción de una obra sobre el medio ambiente, y así determinar la posibilidad de que los impactos negativos sean evitados o por lo menos mitigados, de tal manera que las obras no afecten la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

El estudio de la viabilidad de gestión es el que normalmente recibe menos atención, a pesar de que muchos proyectos fracasan por falta de capacidad administrativa para emprenderlo. El objetivo de este estudio es principalmente, definir si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación, tanto en lo estructural como en lo funcional. La importancia de este aspecto hace que se revise la presentación de un estudio de viabilidad financiera con un doble objetivo: estimar la rentabilidad de la inversión y verificar si existen incongruencias que permitan apreciar la falta de capacidad de gestión.

El estudio de viabilidad financiera de un proyecto determina, en último término, su aprobación o rechazo; esto último para el caso del inversionista privado pero no siempre para el gobierno. Este análisis mide la rentabilidad del proyecto que retorna a la inversión, todo medido en bases monetarias.

En el estudio de viabilidad económica se busca determinar si los beneficios económicos esperados, en caso de que el proyecto sea realizado, superan los costos en que se incurrirá para llevarlo a cabo. Así, se pretende definir mediante la comparación de los beneficios y costos estimados, si es recomendable la implantación del proyecto y posterior operación.

En el estudio de viabilidad política-social se pretende determinar si existen las condiciones políticas y sociales necesarias en el lugar donde se va a construir el proyecto y su entorno, con el objeto de que no existan problemas de esta naturaleza que afecte la ejecución y la posterior operación del proyecto.

La profundidad con que se analice cada uno de estos estudios dependerá de las características de cada proyecto. Por lo general, la mayor parte requerirá más estudios económicos o técnicos. Sin embargo, ninguno de los restantes debe descartarse en el análisis de factibilidad de un proyecto.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES, POSIBILIDADES Y UTILIZACIÓN DE LA OBRA GENERADA POR EL PROYECTO

Antes de efectuar una inversión y con el fin de determinar su viabilidad en todos los aspectos, es indispensable conocer el marco en el cual se creará, desarrollará y desenvolverá el proyecto. Por ello, en este capítulo se analizan los elementos relativos al estudio de mercado, como parte esencial del estudio de factibilidad, donde se lleva a cabo el análisis de las necesidades, posibilidades y utilización de los bienes o servicios entregados por el proyecto, en este caso, en relación a la construcción de obras de infraestructura.

II.1. OBJETIVOS DEL ANÁLISIS DE MERCADO (NECESIDADES, POSIBILIDADES Y UTILIZACIÓN DE BIENES O SERVICIOS)

A continuación se analiza el concepto de mercado para posteriormente abordar los objetivos del estudio de mercado.

II.1.1. Concepto de mercado

Generalmente, la concepción del mercado aparece como una resultante de la confluencia de personas e instituciones en actitud de ofrecer o demandar bienes o servicios, y de cuyas acciones surge la formación de un precio, en un lugar y en un tiempo determinado. El mercado concebido en esta forma, culmina un proceso económico de producción, en el cual intervienen individuos o instituciones cuyo fin principal es la satisfacción de necesidades.¹³

Así, el mercado se considera como el resultado del encuentro de personas físicas o morales que demandan u ofrecen bienes o servicios y el cual se expresa en el establecimiento de un precio, entonces, en un lugar y tiempo determinados, aplicable a los bienes o servicios intercambiables. Ese encuentro, aunque se da en un espacio geográfico específico, no ocurre necesaria ni exclusivamente en locales o instalaciones comerciales especializadas.

¹³ EROSSA MARTÍN, Victoria Eugenia. *Proyectos de inversión en ingeniería (su metodología)*, Limusa, México, 1991, p. 33.

Sin embargo, dentro de la demanda y ofrecimiento de bienes o servicios, se incluye la construcción de escuelas y hospitales, carreteras y otras obras de infraestructura que no siempre son materia de mercado, en el concepto antes visto. El hecho de que los servicios que se obtengan del funcionamiento de una escuela o de la utilización de una carretera no tengan en la mayoría de los casos un precio en el mercado, debido a que son suministrados "gratuitamente" por el gobierno (federal, estatal o municipal), no debe interpretarse en el sentido de que esos servicios carezcan de demanda.

Hay que advertir que se habla de servicios "gratuitos" sólo en forma convencional, pues estos servicios son gratuitos sólo formalmente ya que la colectividad paga por ellos en términos reales, aunque sea indirectamente, a través de la tributación u otras formas; asimismo, por sacrificar, en términos financieros, la producción de otros bienes o servicios.

H.1.2. Objetivos del análisis de mercado

El objetivo fundamental del estudio de mercado es determinar cuál es el tamaño de la demanda del servicio o producto considerado que puede esperarse sea atendida por el proyecto al entrar en operación. La posible participación que el proyecto tendría en la atención de la demanda insatisfecha esperada, debe determinarse en función de varios elementos, como el precio o tarifas aplicables y servicios de apoyo, que condicionan el éxito del proyecto y que deben ser precisados como resultado del análisis de mercado.

Es decir, el estudio que se realiza tiene como objetivo suministrar información valiosa para la decisión final de invertir o no, en un proyecto dado. En este contexto, en la formulación de proyectos existen tres actividades principales al efectuar un estudio de mercado. Durante la *primera* de estas actividades, el analista recoge toda la información pertinente sobre los productos o servicios que supone suministrará el proyecto, en la *segunda* etapa, esa información se analiza cuidadosamente dando origen a dos o más soluciones alternativas. En la *tercera* etapa, se recomienda o se concluye con una solución final.

Durante la ejecución de las tres etapas se deberá decidir las metodologías a usar, la calidad y la cantidad de la información que sirva para hacer la selección de variables, así como las técnicas empleadas para justificar sus recomendaciones. Así, se puede decir que el objetivo primario del estudio de mercado dentro de la preparación del documento del proyecto, es el de suministrar la información y los análisis que aseguren la utilidad del producto que será destinado al usuario final. En esta situación continua de toma de decisiones, se recolecta la información con dos propósitos: *Primero*, la información básica y relevante que se recoge permitirá identificar la gama de soluciones alternativas que se ajustan mejor a los criterios previamente establecidos. *Segundo*, una vez

que se ha logrado hacer una decisión específica, se necesita cierta información para sustentar la decisión que se ha hecho.

El nivel trabajo y el volumen de recursos gastados en obtener los datos, es una función del grado de incertidumbre que conlleva una situación o problema específico sobre la cual hay que tomar una decisión, así como de la importancia de esta decisión.

La reducción de la incertidumbre debida a la información recolectada puede ser vista de dos maneras: *subjetiva* y *objetiva*; cada una de ellas está en función de la clase de información recogida. El primer tipo de información se le puede denominar informal, se basa principalmente en la experiencia observada de una variable y puede contener algún tipo de sesgo especialmente de carácter emocional, el cual se introduce al momento de recoger la información.

Así pues, la reducción de la incertidumbre está en función del tipo de información recolectada, la cual debe ser:

- Objetiva más que subjetiva;
- Libre de juicios de valor aparentes o inherentes; y
- Cuantitativa más que cualitativa.

Esto implica que se debe rechazar información del tipo subjetivo o someter al análisis la información cualitativa. Habrá casos donde este tipo de información es la única disponible. Lo importante es conocer los sesgos que se pueden introducir en el análisis al emplear juicios de valor. Sin embargo, la información objetiva, libre de juicios de valor y cuantitativa, es la que brindará el soporte al análisis para llegar a una serie de decisiones racionales.

Por consiguiente, el estudio de mercado dentro del análisis de factibilidad resulta de importancia por las siguientes razones:

1. La autoridad que toma la decisión al más alto nivel, la cual en último grado autorizará la realización del proyecto, debe asegurar que los beneficios de la materialización del proyecto corresponden a una necesidad evidente expresada en términos de la existencia de un mercado.

2. Aquella organización que ha de financiar la ejecución del proyecto, requiere igualmente, tener la certeza de la existencia de un mercado y la seguridad de que el plan de financiamiento ha demostrado su adecuada capacidad para la recuperación monetaria de la inversión inicial.

3. Aun en aquellos proyectos no generados de ingresos monetarios, es importante estimar la existencia de un mercado además de probar que el proyecto responde a una necesidad real.

4. La exitosa instrumentación de un proyecto de desarrollo, como es el caso de los proyectos de infraestructura, conlleva implicaciones políticas, sociales y económicas. El fracaso traerá consecuencias negativas al ente responsable de su realización, ya sea una organización pública o privada. Una de las principales razones para que suceda lo anterior, es por la poca atención que se pueda prestar a los estudios de preinversión específicamente al estudio de mercado, por lo que es necesario darle la importancia debida a estos estudios, de manera que al formular un proyecto éste tenga una mayor probabilidad de éxito.

II.2. ELEMENTOS Y ALCANCE DEL ANÁLISIS DE MERCADO

Como se mencionó anteriormente, la posible participación que el proyecto tendría en la atención de la demanda insatisfecha esperada, debe determinarse en función de varios elementos, tales como el precio o tarifa aplicable y los servicios de apoyo, que condicionan el éxito del proyecto y que deben ser precisados como resultado del análisis de mercado.

Así, el alcance del estudio de mercado tiene que considerar en su análisis los siguientes elementos: 1) La identificación de la obra y el servicio, 2) El área de mercado, 3) La demanda, 4) La oferta, 5) El balance oferta-demanda, 6) Los precios y las tarifas, 7) La comercialización, y 8) Los servicios y los apoyos complementarios.

II.2.1. La identificación de la obra y el servicio

La identificación de la obra de infraestructura y el servicio que prestará, implica una descripción lo más completa y detallada posible, que permita tener una idea clara de cuál es el objeto de estudio. De esta manera, la búsqueda de información y el análisis de la misma, se centran en lo que realmente es relevante para el proyecto y en consecuencia, se evita la dispersión de investigaciones y el mal aprovechamiento de los recursos disponibles para llevar a cabo el estudio.

Así, el estudio de mercado debe empezar por definir de qué obra de infraestructura se trata y cuáles son sus características relevantes. Se tendrá que determinar si la obra es para suministrar agua potable, construir una carretera o un aeropuerto, etc

Igualmente, se indicará si la obra de infraestructura materia del análisis, amplía o complementa otras ya existentes en la región, como puede ser construir una red de drenaje sanitario donde ya se cuenta con el agua potable, o bien,

instalar una planta de tratamiento de agua potable o de aguas residuales si ya se cuenta con la red de drenaje sanitario. En el caso de que ya se cuente con una carretera determinada, el proyecto puede consistir en ampliar el número de carriles o en construir un libramiento; o bien, en el caso de una carretera federal que ya no sea operante, construir una autopista de cuota alterna. En muchos casos, el proyecto puede ser de rehabilitación o ampliación para mejorar la calidad o extender el servicio a otros sectores de la población.

Para caracterizar el servicio que se ofrece a través de la obra de infraestructura que se pretende construir, también tendrá que considerarse los siguientes aspectos:

- Los lugares donde se ofrecerá el servicio,
- Los horarios en que se prestará el servicio,
- Los requisitos que deben cumplirse para que los usuarios puedan aprovechar el servicio,
- Los servicios similares que ya se ofrecen en la región, tanto por el sector público como por la iniciativa privada.

II.2.2. El área de mercado

Para todo producto o servicio comercializado existe una zona o área de influencia en la cual es consumido o utilizado por la población demandante. Esta zona tiene una extensión geográfica definida y dentro de ella la demanda depende tanto de la población total como de sus ingresos, adicionalmente, la demanda también es afectada por las condiciones en que ocurre la comercialización.

Para esto, la identificación de la obra y el servicio aporta los elementos necesarios para definir el área del mercado a considerar. Esta puede restringirse a la localidad y la región donde se ubique el proyecto o ampliarse al ámbito nacional o internacional.

En cuanto a su extensión geográfica el mercado puede ser local, regional, nacional o internacional. Para realizar el estudio de mercado tiene que precisarse la cobertura o extensión correspondiente, ya que la información requerida tendrá que abarcar todo el espacio físico considerado. Tendrá que definirse la ubicación del mercado por estudiar y los límites, aunque sea aproximados, de su zona de influencia. Es decir, hay que definir el ámbito geográfico donde se prestará el servicio, ya que dentro de esta de influencia se construirá el proyecto de infraestructura. Por otro lado, el área de influencia puede ser ampliada a través del desarrollo de nuevos proyectos o de la variación de las condiciones de comercialización.

Por lo que hace a la población comprendida en el área de influencia del mercado considerado, debe segmentarse por urbana y rural, estratos de edades, ocupación y nivel de ingresos. Al respecto, es necesario conocer la tasa de crecimiento, tanto la histórica como la que es probable que ocurra en el futuro. Para esto, además del crecimiento natural (nacimientos menos defunciones), deben considerarse los movimientos migratorios que pueden afectar grandemente el tamaño de la población, sea por la llegada o por el abandono de pobladores de o hacia otras regiones fuera de la zona de influencia considerada. La segmentación de la población de acuerdo con los niveles de ingresos, es importante en el estudio de mercado, ya que de dicho nivel y el poder adquisitivo correspondiente puede saberse qué segmentos están en posibilidades de adquirir, o ya lo están haciendo, el servicio considerado por el proyecto. También, debe considerarse tanto la información histórica como las expectativas de variaciones en los ingresos y en los renglones de gasto.

De esta forma, además de los datos referentes al área que se pretende atender, es conveniente presentar una descripción monográfica de la región o localidad, para lo cual se habrá de definir

- La ubicación geográfica y límites,
- La orografía, hidrología, topografía y clima,
- Recursos naturales,
- Población,
- Infraestructura y
- Actividades productivas y comerciales.

II.2.3. La demanda

El análisis de la demanda tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia, en áreas geográficamente definidas, de individuos o entidades organizadas que son consumidores o usuarios actuales o potenciales del bien o servicio que se piensa ofrecer

En un sentido restringido del término, ese análisis está íntimamente ligado a la capacidad de pago de los consumidores. Pero en un sentido amplio, el análisis debe abarcar el estudio de la cantidad deseable o necesaria de un cierto bien o servicio, independientemente de la posibilidad de pago directo por parte de aquellos para quienes ese bien o servicio será producido

Así, el propósito de esta parte del estudio de mercado, es conocer cuánto se utiliza el servicio considerado por el proyecto, en el área geográfica determinada como la zona de influencia. Para esto, tienen que tomarse en cuenta los antecedentes de la demanda del servicio y cómo se han planteado los requerimientos de la región o localidad correspondiente. Deberá distinguirse entre los casos en que no se atiende ninguna parte de la demanda y aquellos en que ésta se satisface parcialmente.

La cuantificación de la demanda se hace de acuerdo con el tamaño de la población que utilizará los servicios, por lo cual, hay que analizar la evolución de la población y determinar cuáles son las expectativas en cuanto a su crecimiento y distribución. Además de la expresión de la demanda en términos de la población por atender, también hay que transformarla en unidades de servicios; es decir, en el caso de un proyecto de agua potable, tendrán que determinarse los volúmenes y gastos del líquido que se proporcionará, si se trata de una carretera deberá precisarse el número de carriles, la longitud de la carretera, la superficie por pavimentar, etc.

Como el proyecto tendrá un período de operación que abarca varios años, la cuantificación de la demanda, tanto en términos de la población usuaria o beneficiaria del proyecto como en unidades de servicio, debe corresponder al máximo esperado, de manera que el diseño de la obra de infraestructura en su momento no resulte insuficiente.

11.2.4. La oferta

De manera semejante y paralela al estudio de la demanda, debe hacerse el análisis de la oferta. Este análisis también considera el tamaño de la oferta tanto en el pasado como en el momento actual y en el futuro. Así, la investigación de la oferta permitirá conocer cómo se están satisfaciendo las necesidades de servicio y cómo ha evolucionado dicha oferta en el pasado. Además de la magnitud de la oferta, es importante precisar la calidad de los servicios de la infraestructura ofrecidos e identificar a los prestadores de los servicios.

Asimismo, tendrá que precisarse la región o localidad que está siendo atendida y la población que recibe el servicio considerado, además de especificarse la calidad del mismo y las condiciones en que se otorga.

Otro aspecto que debe considerarse, es la proyección de la oferta que se encuentra disponible, cómo se espera que evolucione en el futuro inmediato y posibles obstáculos para su crecimiento.

11.2.5. El balance oferta-demanda

La comparación entre la demanda y la oferta que la ha atendido, permite conocer el grado en que son cubiertas las necesidades del servicio considerado y las expectativas durante el periodo de vida útil del proyecto. De esta manera, con la información referente a la oferta y a la demanda de la obra de infraestructura estudiada, se estará en condiciones de conocer qué tan efectivamente se ha satisfecho la demanda y cuáles son las perspectivas de que en el futuro sea atendida adecuadamente.

Aunque se trate en este elemento de un balance, no se quiere decir que oferta y demanda siempre están en equilibrio, sino al contrario, generalmente existe una diferencia entre ambas. Son precisamente estas diferencias las que definen la posibilidad de llevar a cabo un proyecto que participe con éxito en el mercado bajo estudio. Así, la diferencia en cantidad y calidad, entre el servicio ofrecido y el demandado por la región o localidad, define la posibilidad de que el proyecto en estudio pueda satisfacer exitosamente los objetivos buscados en la atención de la población.

Asimismo, el tamaño de esa diferencia entre oferta y demanda, que puede aumentar en el futuro, podrá ser de tal importancia que no pueda cubrirse con un solo proyecto por limitaciones técnicas o financieras, en tales casos se podrá programar que la diferencia se vaya cubriendo en forma escalonada, por proyectos parciales o en etapas, de modo que en un plazo razonable pueda ser atendida toda la población demandante.

11.2.6. Los precios y las tarifas

En cuanto a la investigación de los precios y tarifas que se cobran por los servicios de la infraestructura, es necesaria llevarla a cabo con detalle. Aún en los casos en que el servicio no es brindado por el sector público, otros oferentes cobrarán por el mismo, o bien, si los pobladores de alguna localidad cubren sus propias necesidades incurren en gastos que deben ser cuantificados.

Cuando no hay antecedentes en la región o localidad sobre el servicio de infraestructura considerado, existirá información en las regiones o localidades cercanas donde ya se preste dicho servicio. Además de que las oficinas y entidades especializadas estatales y federales, cuentan con datos sobre los niveles de tarifas y precios de los servicios.

La cuestión del cobro adecuado de los servicios públicos, es un tema relevante para el éxito de los proyectos, pues los ingresos que se reciban permitirán cubrir los costos de operación y de mantenimiento sin que se deteriore la calidad del servicio ni se afecte negativamente la hacienda pública.

Las tarifas aplicadas en algunos servicios, como en agua potable, se consideran tarifas escalonadas de manera que conforme aumente el volumen de líquido consumido, el precio de cada unidad adicional consumida es mayor; en otros casos se aplican tarifas parejas o únicas, independientemente del volumen utilizado. Sin embargo, la tendencia es que cada vez más se cobre a los usuarios de acuerdo con sus consumos efectivos y el grado o intensidad de la utilización que se hagan de los servicios públicos de la infraestructura.

El conocimiento de la evolución de las tarifas y precios, permitirá determinar el nivel adecuado de las que podrían aplicarse a los servicios considerados en el proyecto bajo estudio, pues los nuevos servicios que se llegarán a ofrecer deberían estar en línea con los precios y tarifas de los ya existentes. Sin embargo, debe tenerse cuidado pues nuevos proyectos requieren inversiones más cuantiosas y mayores gastos de operación debido a los incrementos de precios que se presentan en el sistema económico.

H.2.7. La comercialización

En un sentido amplio, se considera a la comercialización como el conjunto de operaciones y medios que permiten hacer llegar los bienes desde el productor al consumidor y la más adecuada utilización de los productos por los usuarios. En este aspecto, se consideran las cuestiones relativas a los canales de distribución y a las prácticas de comercialización

Para esto, en el caso de los servicios proporcionados por las obras de infraestructura, hay que tener en cuenta que algunos de ellos se prestan en el domicilio del consumidor o usuario, como el agua potable y el drenaje. En otros, como en el caso de las carreteras, puertos y aeropuertos los usuarios deben acudir al lugar donde se encuentran construidos para la prestación del servicio.

Por ejemplo, para el agua potable se debe diseñar y construir un completo sistema de distribución que permita llevar el líquido desde la fuente donde se capta, o los lugares donde es tratada para potabilizarla, hasta las casas o sitios públicos donde se utilizará

La comercialización está siendo cada vez más influida por la forma en que la iniciativa privada está participando en la prestación de los servicios públicos. Esa participación puede tener muchas modalidades y alcances a través de concesiones, administración o inversión directa, etc. Pero el sector público en todos los casos tiene que intervenir para normar y supervisar que los servicios sean prestados adecuadamente y que las empresas participantes actúen en los términos convenidos con las autoridades.

II.2.8. Los servicios y apoyos complementarios

Para la mejor utilización y aprovechamiento de las obras y servicios de infraestructura que se ofrezcan, las autoridades deben considerar en los proyectos campañas para evitar el desperdicio y la destrucción de instalaciones. Esta actividad de concientización de la ciudadanía debe ser permanente y llegar a que sean los propios usuarios y beneficiarios de los servicios quienes los cuiden, con acciones sencillas como la de reportar daños tan pronto se detecten, lo cual permite repararlos antes de que sean de mayores consecuencias.

También, es importante señalar que para llevar a cabo un proyecto de infraestructura o de servicio público, casi siempre se requiere contar con otros servicios, por ejemplo, si el agua para una población se extraerá de pozos profundos, se requerirá contar con energía eléctrica para operar las bombas; a su vez, el disponer de agua potable requiere su posterior desalojo y tratamiento por el drenaje y en plantas especializadas. En el caso de una carretera, se requerirá contar con servicios auxiliares para los automovilistas, como gasolineras, entre otros.

De ahí que deben contemplarse, en forma integral, los requerimientos de servicios de apoyo y complementarios que plantea el desarrollo de un proyecto de infraestructura.

II.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE MERCADO

Para obtener información adecuada, oportuna y veraz se necesita establecer un sistema de información. El sistema de información consiste en el conjunto o combinación de programas, procedimientos, datos y equipo utilizado en el procesamiento de información, cuyo objetivo principal es ayudar a la toma de decisiones en la fase de formulación e implementación de un proyecto.

En este contexto, a continuación se analizan las etapas y las fuentes de un sistema de información así como lo relativo al diseño de muestras, utilizados en el análisis de mercado.

II.3.1. Etapas del sistema de información

El proceso del estudio de mercado se puede definir en función del carácter cronológico de la información que se analiza. En este contexto, el análisis de la situación proyectada es el que tiene realmente interés para la formulación del proyecto. Sin embargo, cualquier pronóstico tiene que partir de una situación dada, para ello se estudia la situación vigente, la cual es el resultado de una serie de hechos pasados. De acuerdo con esto, se definen tres etapas: 1) un análisis

histórico del mercado, 2) un análisis de la situación vigente y 3) un análisis de la situación proyectada.

II.3.1.1. Análisis histórico del mercado

El análisis histórico pretende lograr dos objetivos específicos. *Primero*, reunir información de carácter estadístico que pueda servir para proyectar esa situación a futuro, ya se trate de crecimiento de la demanda, oferta o precio de algún factor o cualquier otra variable que se considere valioso conocer a futuro. El *segundo* objetivo del análisis histórico es evaluar el resultado de algunas decisiones tomadas por otros agentes del mercado para identificar los efectos positivos o negativos que se lograron. La importancia de reconocer una relación de causa efecto en los resultados de la gestión comercial, reside en que la experiencia de otros puede evitar cometer los mismos errores que ellos cometieron y repetir o imitar las acciones que les produjeron beneficios.

Cuando varios entes o empresas se han introducido en el tipo de proyecto que se está evaluando y muchos han sido fracasos y quiebras, se hace imprescindible la determinación de las causas de esta situación. De igual forma, la medición del efecto de ciertas medidas gubernamentales sobre el sector, las estrategias comerciales y los resultados logrados por los actuales entes o empresas potencialmente competidoras del proyecto, la lealtad de los consumidores o las variables que introdujeron cambios en sus motivaciones y hábitos de consumo son entre muchos otros, los factores que explican el pasado y que probablemente explicarán el futuro en gran parte. Normalmente serán estos antecedentes los que, unidos a una proyección basada en datos estadísticos del pasado, permitirán la estimación más adecuada, que de ninguna manera garantiza su realismo y exactitud de la variable que se desea pronosticar.

En este estudio será de suma importancia conocer la participación que han tenido los proyectos en operación dentro del mercado, las características y evolución de la oferta de servicios similares y sustitutos del que se elaborará con el proyecto, la composición y evolución de la demanda, etc. Para cada uno de estos aspectos, llegar a explicar la relación de causa efecto que determinó las variaciones en el pasado debe ser un objetivo prioritario, aunque difícil de lograr.

II.3.1.2. Análisis de la situación vigente

El estudio de la situación vigente es importante porque es la base de cualquier predicción. Sin embargo, su importancia relativa es baja, ya que difícilmente permitirá usar la información para algo más que eso. Esto se debe a que al ser permanente la evolución del mercado, cualquier estudio de la situación actual puede tener cambios sustanciales cuando el proyecto se esté implementando. En muchos estudios a nivel perfil o prefactibilidad se opta por usar la información

cuantitativa vigente como constante a futuro, en consideración de que el costo de depurar una cifra proyectada normalmente no es compensado por los beneficios que brinda la calidad de la información.

11.3.1.3. Análisis de la situación proyectada

El estudio de la situación futura es el más importante para evaluar el proyecto. Pero también, aquí es preciso señalar una salvedad, la información histórica y vigente analizada permite proyectar una situación suponiendo el mantenimiento de un orden de cosas que con la sola implementación del proyecto se debería modificar. Entonces, esto obliga a que en la situación proyectada se diferencie la situación futura sin el proyecto y luego con la participación de él, para concluir con la definición del mercado para el mismo.

Por ejemplo, al analizar la viabilidad de la construcción y operación de una autopista de cuota en una región determinada, se puede recopilar y estudiar la información histórica y vigente para proyectar el aforo futuro de vehículos. En este caso, se proyecta la situación sin el proyecto. No obstante, la estrategia comercial diseñada para el proyecto puede no estar dirigida a quitar usuarios a la carretera alterna a la autopista de cuota (con lo que la demanda total se mantendría constante), sino a incentivar el comercio y turismo entre las localidades que comunicará la autopista y, por esta vía, incrementar la demanda total. En tal circunstancia, la proyección de demanda con el proyecto difiere de la proyección hecha sin el proyecto. Sin embargo, aún no se calcula qué parte de este mercado total puede absorber el proyecto. Su determinación constituye el objetivo de definir el mercado consumidor o usuario para el proyecto.

11.3.2. Fuentes de información

Para satisfacer las necesidades de información se cuenta con dos tipos de fuentes: primarias y secundarias.

11.3.2.1. Información primaria

La información primaria es aquella que se origina directamente en la observación y cuantificación de los hechos. La necesidad de observar esta información surge cuando las cifras o datos contenidos en las fuentes secundarias no suministran los detalles requeridos por el analista o investigador.

Se acepta, por lo tanto, que las fuentes de información primaria están constituidas por registros propios formados con base en la observación, entrevistas y encuestas

a) Observación

La observación es abierta cuando se captan *in situ*, durante un período de tiempo, todos los factores que determinan, condicionan e inciden sobre el objeto de la investigación. La observación dirigida requiere la elaboración previa de una "guía de observación", la cual seguirán todos los observadores, y en la que especificarán los elementos necesarios en que fijar la atención. En ambas modalidades al término de cada jornada de observación, se anotarán todos los datos en un diario de campo personal, que será la base de concentración de datos para el análisis.

b) Entrevistas

La entrevista establece una comunicación directa, verbal y personal con el informante; por su tipo de aplicación son individuales, grupales o de panel; son de tres tipos: *estructurada, semiestructurada y no estructurada*.

En la *entrevista estructurada* se redactan las preguntas que deberá responder el informante, y pueden ser desde una guía personal, hasta un cuestionario, minimizando las respuestas libres. En este sentido, el entrevistador es instruido para hacer una serie de preguntas preparadas de antemano, tal como están escritas, sin cambiar su orden y sin hacer comentarios o explicaciones adicionales.

La *entrevista semiestructurada* se basa en una guía de temas o preguntas sobre aspectos de interés para el estudio, y deja un margen para temas abiertos que enriquecen la información. Para esto, el entrevistador formula las preguntas en el orden que juzga más conveniente y tiene oportunidad de incluir preguntas claves sobre las que rehúsa el informante a dar respuesta, asimismo, puede intentar conseguir aclaraciones de respuestas incompletas. Esta técnica es la más apropiada para una investigación de mercado como la que se requiere en los estudios de factibilidad.

En la *entrevista no estructurada* el entrevistador y quien contesta sostienen una discusión general que está orientada a tratar temas, pero que no se dirige a obtener respuestas específicas. Así, puede ser de modalidad abierta, en la cual el entrevistador platica con el informante sobre diversos tópicos a fin de obtener datos generales o del interés de quien los da. En este caso se efectúa un amplio número de entrevistas para cumplir con los requisitos de confiabilidad, validez y consistencia de los datos, que implican por ello un proceso largo en la captura y laborioso en el análisis de los contenidos.

En cualquier caso, las entrevistas son costosas y requieren mucho tiempo para su realización. Asimismo, las personas que conducen las entrevistas deben ser cuidadosamente preparadas.

Como ventajas de la entrevista, se puede señalar que las preguntas son flexibles, las respuestas espontáneas, se aclaran con facilidad las confusiones y se tiene mayor percepción de las reacciones emocionales.

En cuanto a desventajas, se puede señalar que existe la posibilidad de preguntas sugestivas del entrevistador, condicionamiento de respuestas, respuestas impulsivas, inhibición del entrevistado y el método es costoso.

c) Encuestas

La técnica de la encuesta se aplica en forma directa o mediante un cuestionario. Es común confundir a la encuesta directa con una entrevista estructurada; sin embargo, la diferencia fundamental radica en que en la encuesta se aplica la utilización de reactivos o preguntas cerradas, a pesar de que se realizan de manera verbal, y es el aplicador quien anota las respuestas en el instrumento diseñado para tal efecto.

La encuesta por escrito es un cuestionario o instrumento que contiene preguntas cuya respuesta perfila las opiniones y valores individuales del informante, cuantifica datos y se interna en su realidad propia. Esta técnica requiere de una sólida preparación en el tema a investigar y la participación de un grupo interdisciplinario en la elaboración del instrumento. Asimismo, la redacción de los reactivos que no deben ser insidiosos o indicativos.

Ahora bien, como ventajas de la encuesta se puede decir que reduce la inhibición al mantenerse anónimo el informante, existe la posibilidad de estudiar y analizar las preguntas y meditar las respuestas, rapidez en la recopilación, posibilidad de abarcar mayor número de informantes y costos menores a las otras técnicas.

Por lo que respecta a las desventajas se puede señalar la posibilidad de manipular las preguntas y dirigir su respuesta, número limitado de preguntas lo que reduce las aportaciones de información, posibilidad de confusiones, riesgo de no ser contestada o de ser contestada al azar.

Cualquiera que sea la técnica utilizada para captar la información de mercado, se colige que el cuestionario y su contenido son de gran trascendencia para obtener la información deseada en forma confiable. Por esta razón se indican ahora las principales precauciones y medidas que deben tenerse al preparar un buen cuestionario.

- 1 Confeccionar un esquema general de los aspectos sobre los que se necesita información.
- 2 Con base en ese esquema, confeccionar una lista de preguntas adecuadamente coordinadas siguiendo una encuesta lógica.

3. Confeccionar un primer cuestionario para someterlo a prueba.
4. Probar este primer cuestionario entre algunos individuos. Las personas entrevistadas para probar el cuestionario no deben formar parte de los miembros de la población sobre la que se desea hacer la investigación. De lo contrario se corre el riesgo de "contaminar" a la muestra y por consiguiente invalidar los resultados. Los objetivos de la prueba son verificar: a) si las preguntas son fácilmente comprendidas por el entrevistado, b) si la secuencia y la forma de las preguntas es satisfactoria, y c) si las instrucciones dadas a los encuestadores son claras y completas.
5. Preparación final del cuestionario

11.3.2.2. Información secundaria

La información secundaria tiene la característica de que ya ha sido previamente investigada, analizada y almacenada por terceras personas o instituciones. El principal problema que existe con este tipo de información es el de su localización. Sin embargo, una vez que se ha comprobado su existencia debetenerse especial cuidado en determinar la metodología empleada en su elaboración por la fuente generadora, ya que los datos contenidos en ella puede que no se ajusten a las necesidades del investigador que requiere esta información.

De esta forma, las fuentes secundarias de información se encuentran en publicaciones donde se registran datos generados en muy diversos lugares y que han sido de alguna manera, validados y ordenados con algún propósito. Tales como los anuarios estadísticos, revistas especializadas de cámaras industriales o entidades públicas, censos generales y económicos, publicaciones del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, publicaciones de universidades, de colegios profesionales, de asociaciones técnicas y empresariales; informes de actividades, documentos preparados por bancos, casas de bolsa y otras instituciones financieras, revistas y periódicos de distribución general, pero especializados en alguna actividad o sector de la economía, etc.

Este tipo de fuentes se encuentra disponible en bibliotecas, centros de documentación o banco de datos que ofrecen servicios al público y son, por lo tanto, de fácil acceso. En muchos casos las publicaciones pueden adquirirse en librerías o directamente en las instituciones que las editan.

Al terminar la fase de recopilación de datos se dispone de gran número de cifras, estimaciones y opiniones de varias fuentes. Antes de comenzar con el procesamiento de estas informaciones hay que examinar, de manera objetiva, su importancia y su contenido. En particular deben revisarse los siguientes puntos:

- La confiabilidad de los datos individuales y de sus fuentes, ya sean primarias o secundarias.
- La importancia de los datos en cuanto al objetivo de la investigación.
- El contenido real de los datos complementarios.

II.3.3. Diseño de muestras

Al trabajar con fuentes directas de información se plantea la necesidad de seleccionar un grupo representativo, ya que en la mayoría de los casos por razones económicas no es posible entrevistar a todos los participantes en el mercado del producto o servicio (lo que se denomina universo), por lo que es necesario seleccionar una muestra. Así, el proceso de escoger a los participantes en el mercado que será interrogado se llama muestreo. El objetivo de este proceso es seleccionar una muestra sujeta a limitaciones de tamaño, que represente las características del universo lo más cercanamente posible.

El universo del estudio está determinado completamente por los objetivos de la investigación del mercado. Esta definición en algunos casos no representa mayor dificultad, pero en otros obliga a tomar muchas decisiones.

Para diseñar la muestra, debe definirse el tamaño de la muestra, y después se procede a elegir el método de muestreo que se clasifica en dos categorías principales: *muestreo probabilístico* y *muestreo no probabilístico*.

a) *Muestreo probabilístico*

En este caso el muestreo se basa en métodos matemáticos y en forma específica en la teoría de probabilidades. Para esto, los muestreos que se prestan para el cálculo de probabilidad se llaman métodos "al azar", que implican una selección aleatoria, como los siguientes tipos de muestreos:

- *Procedimiento de sorteo*: De un grupo base se hace una selección aleatoria como, por ejemplo, de una lista se selecciona cada décimo número o todos aquellos números que terminen en 2 ó 7.
- *Procedimiento estratificado*: En este caso, del total de un grupo se seleccionan subgrupos que tienen características más homogéneas o uniformes respecto a los factores a investigar, por ejemplo, el ingreso, el estrato social, la edad. Las muestras se seleccionan de cada subgrupo, con el fin de eliminar distorsiones que resultan de variaciones demasiado fuertes de los valores del universo que se elige.

- *Procedimiento de grupos*: En esta modalidad el universo se divide en grupos de investigación, que no necesariamente tienen el mismo tamaño. Después en el transcurso de la investigación se considera cierto número de estos grupos con todos sus elementos determinantes.
- *Muestreo por áreas o regiones*: Es una forma especial del muestreo de grupos; en el caso del área de una ciudad se divide en cuadros y después se seleccionan algunos de ellos según los criterios de la investigación, por ejemplo, los hábitos e idiosincrasia de los consumidores.

b) *Muestreo no probabilístico*

Se refiere a los muestreos por el cual no puede aplicarse el cálculo de probabilidades, y son los siguientes:

- *Muestreo arbitrario* Se llama así porque la selección de informantes es arbitraria.
- *Muestreo por cuotas*: Las muestras se seleccionan de tal manera que los criterios más importantes aparezcan con la misma frecuencia en la muestra que en el universo
- *Muestreo conforme al principio de concentración*. En un estudio de mercado para bienes de capital es posible que la investigación únicamente se concentre en los compradores más fuertes, ya que es frecuente que tres o cuatro empresas satisfagan al 80 ó 90% de la demanda total. O bien, que un proyecto existente, que se encuentre en operación, satisfaga un porcentaje considerable de la demanda total

Para seleccionar la modalidad de muestreo adecuada, ya sea probabilística o no probabilística, debe tenerse presente los siguientes elementos

1. La cantidad y la calidad de los datos necesarios que permita alcanzar conclusiones confiables
2. El tamaño adecuado del grupo a investigar
3. La relación directa entre el grupo a investigar y el objetivo del estudio.
4. Que en la mayoría de los casos sólo uno de los métodos al azar o de probabilidad llegará a resultados con la exactitud necesaria. Una muestra tomada al azar no permite el preestablecimiento de conjeturas en cuanto a la naturaleza del objeto a investigar pues podría causar perjuicios y hasta errores

Por consiguiente, el principio fundamental de la teoría del muestreo consiste en la selección de un tamaño de muestra suficientemente grande para representar de manera satisfactoria al grupo del cual se extrae.

11.3.4. Métodos de proyección

La estimación del comportamiento futuro de algunas de las variables componentes del estudio de mercado, puede realizarse utilizando diversas técnicas de pronóstico

Cada una de las técnicas de proyección tiene una aplicación de carácter especial que hace de su selección un problema de decisión influido por diversos factores, tales como la validez y disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico, el costo del procedimiento, los beneficios del resultado, los periodos futuros que se desee pronosticar y el tiempo disponible para hacer el estudio, entre otros

En una situación estable del mercado, la importancia de los pronósticos es menor. Pero a medida que esta situación crece en dinamismo y complejidad, más necesaria se torna la proyección de las variables del mercado

La dificultad mayor de pronosticar comportamiento radica en la posibilidad de eventos que no hayan ocurrido anteriormente, como el desarrollo de nuevas tecnologías, la incorporación de competidores, la incorporación de competidores con sistemas comerciales no tradicionales, variaciones en la políticas económicas gubernamentales, etc. Los antecedentes históricos serán, por tanto, variables referenciales para el análisis del proyecto, donde se deberán usar los métodos de proyección como técnicas complementarias antes que como alternativas estimativas certeras

Por otro lado, cuando el proyecto es nuevo en el mercado estudiado, por lo mismo, que no exista antecedentes de demanda en la sociedad dentro de la cual se prevé que se utilizarán los bienes o servicios producidos por el proyecto, entonces aun en estos casos es posible analizar el comportamiento de la demanda, sea a través de bienes o servicios similares, sea recurriendo a datos de otros países, regiones o ciudades de nivel estructura de ingresos análogos, suponiendo que los elementos explicativos de la evolución de la demanda en esos otros países serán también válidos para el caso en estudio, con los ajustes que corresponda

La elección del método correcto dependerá principalmente de la cantidad y calidad de los antecedentes disponibles, así como de los resultados esperados. La efectividad del método elegido se evaluará en función de su precisión, sensibilidad y objetividad

- *Precisión*; porque cualquier error en su pronóstico tendrá asociado un costo. Aunque obviamente no podrá exigirse una certeza total a alguno de los métodos, sí podrá exigirse que garantice una reducción al mínimo del costo del error en su proyección.
- *Sensibilidad*; porque al situarse en un medio cambiante debe ser lo suficientemente estable para enfrentar una situación de cambios lentos como dinámica para enfrentar cambios agudos
- *Objetividad*; porque la información que se tome como base de la proyección, debe garantizar su validez y oportunidad en una situación histórica.

Ahora bien, una forma de clasificar las técnicas de proyección consiste en hacerlo en función de su carácter, esto es, aplicando métodos de carácter subjetivo, modelos de series de tiempo y modelos causales

Dentro de los modelos de series de tiempo y los causales, se han desarrollado algunas técnicas para las proyecciones de población. Al respecto, la mejor base para estimar las tendencias de la población futura de una comunidad, es su comportamiento histórico, y la fuente de información más importante son los censos levantados, en el caso de México cada diez años. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como lo son el aritmético, geométrico, parabólico, etc. Estos y otros modelos se explican a continuación

a) Modelos de carácter subjetivo

Se basan principalmente en opiniones de expertos. Su uso es frecuente cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso, cuando no se dispone de todos los antecedentes mínimos necesarios o cuando los datos disponibles no son confiables para predecir algún comportamiento futuro. Aún cuando la gama de métodos predictivos subjetivos es bastante amplia, es prácticamente imposible emitir algún juicio sobre la eficacia de sus estimaciones finales.

La importancia de los métodos subjetivos en la predicción del mercado, se manifiesta cuando los métodos cuantitativos basados en información histórica no pueden explicar por sí solos el comportamiento futuro esperado de alguna de sus variables, o cuando no existen suficientes datos históricos. Los métodos más conocidos en este grupo son el Delphi, la investigación de mercados, el consenso de panel, los pronósticos visionarios y el de analogía histórica.

b) Modelos de series de tiempo

Se utilizan cuando el comportamiento que asuma el mercado a futuro, puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado y siempre que esté disponible la información histórica en forma confiable y completa. Cualquier cambio en las variables que caracterizaron a un determinado contexto en el pasado, como una recesión económica, una nueva tecnología o un nuevo producto sustituto de las materias primas, entre otros, hace que pierdan validez los modelos de este tipo. Sin embargo, es posible ajustar en forma subjetiva una serie cronológica para incluir aquellos hechos no reflejados en datos históricos.

Los modelos de series de tiempo se refieren a la medición de valores de una variable en el tiempo a intervalos espaciados uniformemente. El objetivo de la identificación de la información histórica, es determinar un patrón básico en su comportamiento que posibilite la proyección futura de la variable deseada. Los modelos de series de tiempo son el de los promedios móviles, el de afinamiento exponencial y el de ajuste lineal por el criterio de los mínimos cuadrados.

c) Modelos de pronóstico causales

Parten del supuesto de que el grado de influencia de las variables que afectan al comportamiento del mercado permanece estable, para luego construir un modelo que relacione ese comportamiento con las variables que se estima son las causantes de los cambios que se observan en el mercado. En este sentido, se puede señalar tres etapas para el diseño de un modelo de proyección causal:

- 1 La identificación de una o más variables respecto a las que se pueda presumir que influyen sobre la demanda, por ejemplo, como el producto nacional bruto, la renta disponible, la tasa de natalidad, los permisos de construcción, etc.
2. La selección de la forma de la relación que vincule a las variables causales con el comportamiento del mercado, normalmente en la forma de una ecuación matemática de primer grado. y
- 3 La validación de modelo de pronósticos, de manera que satisfaga tanto el sentido común como las pruebas estadísticas a través de la representación adecuada del proceso que describa

De esta manera, los modelos causales, a diferencia de los métodos subjetivos, intentan proyectar el mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos, para ello, supone que los factores condicionantes del comportamiento histórico de alguna o todas las variables del mercado permanecerán estables

Dentro de los modelos causales se encuentran el modelo de regresión, el modelo econométrico, el método de encuestas de intenciones de compra y el modelo de insumo producto, llamado también, método de los coeficientes técnicos. El modelo de regresión, es quizás el de uso más frecuente; a continuación se analiza dicho modelo

Sobre el particular, es frecuente encontrar en los estudios empíricos y en la teoría microeconómica la afirmación de que la demanda de un bien o servicio depende de muchas causas o factores que explicarían su comportamiento a través del tiempo en un momento específico de él.

Las causales explicativas se definen como variables independientes y la cantidad demandada, u otro elemento del mercado que se desee proyectar, se define como variable dependiente. La variable dependiente, en consecuencia, se explica por la variable independiente. El análisis de regresión permite elaborar un modelo de pronóstico basado en estas variables, el cual puede tener desde una hasta n variables independientes.

Existen dos modelos básicos de regresión, el modelo de regresión simple o de dos variables y el modelo de regresión múltiple. El primero indica que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente, mientras que el segundo indica que la medición se basa en dos o más variables independientes. En ambos casos, aunque los valores de la variable independiente pueden ser asignados, los de la variable dependiente deben obtenerse por medio del proceso de muestreo.

De la observación de las variables se deriva un diagrama de dispersión que indica la relación entre ambas. Gráficamente se representa la variable independiente, x , con relación al eje horizontal y el valor de la variable dependiente, y , con relación al eje vertical. Cuando las relaciones entre ambas no son lineales, es usual determinar el método de transformación de valores para lograr una relación lineal.

El paso siguiente es determinar la ecuación lineal que mejor se ajuste a la relación entre las variables observadas. Para ello se utiliza el método de los mínimos cuadrados. En forma gráfica, el diagrama de dispersión y la línea de regresión pueden representarse como lo muestra la gráfica 2.1.

Los puntos del gráfico representan las distintas relaciones observadas entre las variables x y y .

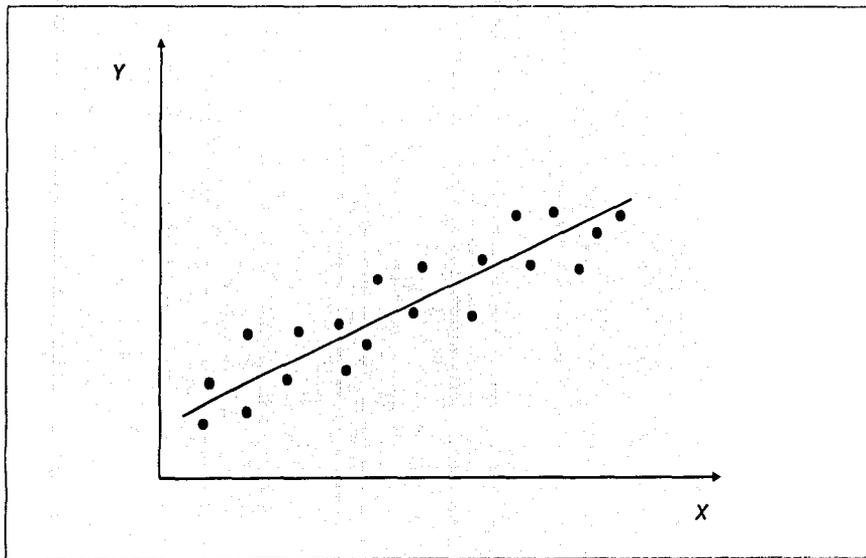
Matemáticamente, la forma de la ecuación de regresión lineal es:

$$y = f(x);$$

$$y = a + bx$$

Gráfica 2.1

Relación lineal entre dos variables

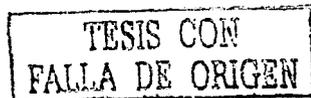


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Donde $\hat{y} = f(x)$ es el valor estimado de la variable dependiente para un valor específico de la variable independiente x . a es el punto de intersección de la línea de regresión con el eje y , en este punto la variable independiente x tiene un valor de cero, b es la pendiente de la línea de regresión, finalmente, x es el valor específico de la variable independiente

El criterio de los mínimos cuadrados permite que la línea de regresión de mejor ajuste reduzca al mínimo la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores reales y estimados de la variable dependiente para la información muestral

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$



$$a = \hat{y} - b\hat{x}$$

Donde \hat{x} y \hat{y} son las medias de las variables y n el número de relaciones.

Alternativamente, b puede calcularse utilizando:

$$b = \frac{\sum (x - \hat{x})(y - \hat{y})}{\sum (x - \hat{x})^2}$$

Ahora bien, el modelo de regresión múltiple, como se señaló anteriormente, se aplica cuando hay dos o más variables independientes que deben usarse para calcular el valor de la variable dependiente. En este caso, la ecuación $y = a + bx$ asume la forma

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

La solución de la ecuación exige procedimientos bastante complejos para determinar el valor de las constantes, sin embargo, existen programas de computadora que facilitan su cálculo

d) Proyecciones de población

Los análisis para las estimaciones de población, se basan en datos de censos anteriores de la comunidad, en datos de crecimiento de comunidades semejantes, en los índices de natalidad, mortalidad y migración. Los métodos que se emplean son.

- *Progresión aritmética*

Consiste en tomar los dos últimos datos de censo y obtener la ecuación de la recta calculando la pendiente y la ordenada al origen; las coordenadas de los puntos son: años y habitantes, quedando la expresión de la siguiente forma:

$$P = P_2 + \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} (t - t_2)$$

Donde

P = población futura

P_2 = población indicada en el último censo

P_1 = población indicada en el penúltimo censo

t = año para el que se busca la población futura

t_2 = año del último censo

t_1 = año del penúltimo censo



- *Progresión geométrica*

Se supone que la población crece a semejanza de una capitalización con interés compuesto. El método da valores generalmente muy altos. La expresión tiene la siguiente forma:

$$\log P = \log P_2 + \frac{\log P_2 - \log P_1}{t_2 - t_1} (t - t_2)$$

Donde:

P = población futura

P_2 = población indicada en el último censo

P_1 = población indicada en el penúltimo censo

- t = año para el que se busca la población futura
 t_2 = año del último censo
 t_1 = año del penúltimo censo

Asimismo, una variante de la fórmula anterior se puede establecer a partir del crecimiento de la población actual y del índice del crecimiento poblacional (ICP), con lo cual, es posible estimar a cuánto llegará la población considerada en un cierto número de años. Para esto, se aplica la siguiente fórmula:

$$P = P.A(1 + ICP)^n$$

Donde

- P = población futura
 $P.A$ = población actual
 ICP = índice de crecimiento poblacional
 n = número de años considerados



Las dos fórmulas anteriores, corresponden al modelo geométrico de crecimiento, aunque comúnmente se ha aceptado el referirse a esta última fórmula como método de interés compuesto

- *Tasa de decreciente de crecimiento*

En este método se acepta una tasa variable de cambio: $\frac{dP}{dt} = Kd(Z - P)$ en la cual Z es el valor de saturación o límite de la población que se debe estimar.

La expresión que se utiliza es la siguiente:

$$P = P_2 + (Z - P_2) \left(1 - e^{-Kd(t-t_2)}\right)$$

Donde:

$$Kd = \frac{-Ln\left(\frac{Z - P_2}{Z - P_1}\right)}{t_2 - t_1}$$

- P = población futura
 P_2 = población indicada en el último censo

- P_1 = población indicada en el penúltimo censo
- t = año para el que se busca la población futura
- t_2 = año del último censo
- t_1 = año del penúltimo censo
- Z = valor límite de la población

- *Extensión gráfica*

En este método se utilizan los datos censales disponibles para formar una gráfica, en donde las ordenadas representan el número de habitantes y las abscisas los años. A partir de la tendencia pasada de crecimiento de la comunidad, se prolonga la traza probable de crecimiento futuro.

- *Ajuste a una curva matemática*

Las curvas de crecimiento se pueden describir por ecuaciones que definan una base biológica racional.

Una de las curvas más conocida es la logística, que tiene forma de S, como se muestra en la gráfica 2.2, y que matemáticamente se escribe en la forma

$$P = \frac{Z}{1 + me^{ht}}$$

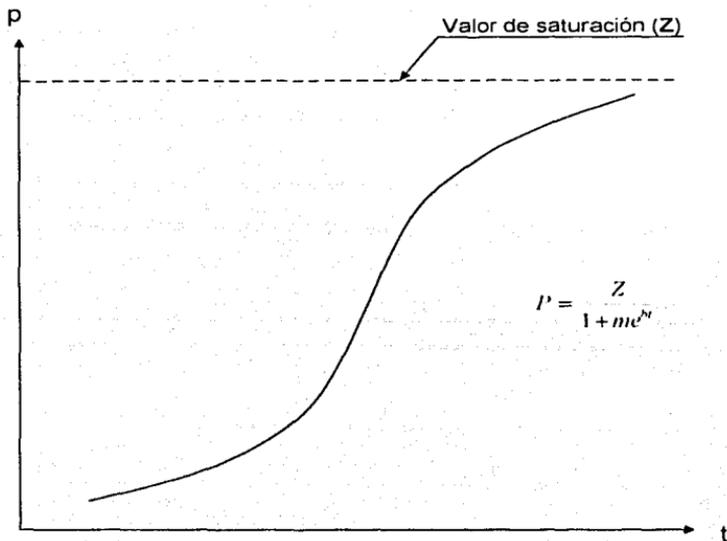
Donde:

- P = población en el tiempo t , a partir de un origen asumido
- Z = población de saturación o límite
- m, h = constantes que se calculan a partir de valores observados de P

Para ajustar esta curva, se seleccionan tres años representados por t_0, t_1 y t_2 , equidistantes uno de otro, se escogen de modo que uno esté cerca de la primera población registrada, otro cerca de la mitad del periodo registrado, y el tercero cerca del final del registro, y el tercero cerca del final del registro.

Gráfica 2.2
Curva logística de crecimiento

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La curva ajustada pasará a través de los valores P_0 , P_1 y P_2 , poblaciones correspondientes a los valores t_0 , t_1 y t_2 , respectivamente. La equidistancia entre los años se designa por n . las constantes se obtienen a partir de:

$$Z = \frac{2P_0(P_1 + P_2) - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$$

$$m = \frac{Z - P_0}{P_0}$$

$$b = \frac{1}{n} \ln \frac{P_0(Z - P_1)}{P_1(Z - P_0)}$$



Para trazar una línea recta se puede preparar una escala logística expresando a las poblaciones en términos del valor de saturación. El porcentaje de saturación es:

$$P' = 100 \frac{P}{Z} = \frac{100}{1 + me^{bt}}$$

y $\ln \frac{100 - P'}{P'} = \ln m + bt$; ecuación de una línea recta, con ordenada al origen $\ln m$ y pendiente b .

- *Comparación gráfica*

La curva población-tiempo de la comunidad en estudio se puede extrapolar con base en la tendencia experimentada en comunidades similares pero más grandes. Las tendencias de crecimiento de estas comunidades se grafican de manera que todas las curvas coincidan con el valor de la población presente de la comunidad en estudio. A partir de esa familia de curvas, se traza la curva de proyección de la población de la comunidad problema.

Se debe tener en cuidado en analizar las condiciones bajo las cuales crecieron en la otra época las comunidades comparadas.

- *Relación y correlación*

En este método se considera que la tasa de crecimiento de una comunidad se puede relacionar con la de una región más grande, por ejemplo, el estado correspondiente. Si se aplica un factor de escala apropiado, se pueden emplear las estimaciones de población para el estado en la estimación de crecimiento de la comunidad en estudio. Los factores de escala se basan en relaciones simples o se derivan de estudios de correlación. Así, se tiene la siguiente expresión:

$$\frac{P_2}{P_{2E}} = \frac{P_1}{P_{1E}} = K_r$$

Donde:

- P_2 = población estimada de la comunidad
- P_{2E} = población estimada del estado
- P_1 = población del último censo de la comunidad
- P_{1E} = población del último censo del estado
- K_r = relación constante

- *Análisis de las componentes*

Las componentes que conforman el crecimiento de la población son la natalidad, la mortalidad y la migración. Cada uno de estos componentes se analiza por separado en cuanto a sus tendencias y causas que originaron su comportamiento. De esta manera, se fijan los niveles de inicio y se supone la variación con el tiempo. Así, las proyecciones de población son el producto de la integración de los resultados parciales de las componentes.

El modelo es probabilístico, donde las probabilidades de sobrevivencia representan el proceso de envejecimiento de la población, las tasas de fecundidad representan el proceso de regeneración y los saldos migratorios representan la intensidad y movilidad geográfica de la población.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS Y ESTUDIOS DE DETALLE DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO

En la construcción de obras de infraestructura lo sustantivo en la formulación de proyectos, es llegar a diseñar la función de construcción óptima que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el servicio deseado. El resto de la metodología corresponde a las técnicas e instrumentos necesarios para ese fin y especialmente para poder medir el grado de adecuación de esa función de construcción a un predeterminado conjunto de criterios.

Así, mediante el análisis de los aspectos técnicos se pretende determinar tanto la viabilidad técnica del proyecto, como también mostrar y justificar cuál es la alternativa técnica que mejor se ajusta a los criterios de optimización que corresponde aplicar al proyecto. En este contexto, a continuación se analizan los elementos básicos y de detalle de la ingeniería del proyecto.

III.1. INGENIERÍA DEL PROYECTO

La ingeniería del proyecto se refiere a aquella parte del análisis que se relaciona con su fase técnica del proyecto. Para ello el análisis de los aspectos técnicos de la ingeniería del proyecto comprende dos conjuntos elementales: un grupo de *ingeniería básica* que reúne los resultados relativos a la localización del proyecto, su tamaño y su proceso, y otro grupo de *ingeniería de detalle* del proyecto, que describe las obras civiles necesarias, la organización y el calendario de realización del proyecto. Esos dos conjuntos son interdependientes y se relacionan estrechamente con los estudios financieros y económicos del proyecto y con los resultados alcanzados en el estudio de mercado.

De esta forma, las decisiones que se adopten como resultado del análisis de la ingeniería del proyecto o estudio técnico, se determinarán las necesidades de capital y de mano de obra que tendrá que atenderse para ejecutar el proyecto y para ponerlo en operación. Asimismo, por extensión se establece el comportamiento de los costos del proyecto de construcción. El conjunto de las decisiones que afectan los costos totales de construcción y el modo como estos costos se distribuyen, constituyen el vínculo orgánico entre el estudio técnico y el estudio económico de un proyecto.

Así pues, a la ingeniería del proyecto le corresponde el diseño de las obras e instalaciones requeridas para llevar a cabo un proyecto y comprende tanto la

ingeniería básica como la de detalle. Adicionalmente, derivado de las soluciones dadas a los problemas técnicos de la ingeniería básica y de la ingeniería de detalle, se deberá incluir el análisis de los costos del proyecto.

III.2. INGENIERÍA BÁSICA

La ingeniería básica es el conjunto de estudios técnicos, elementos básicos, que describen la localización, el tamaño y el proceso técnico que se requieren para llevar a cabo el proyecto con las normas y especificaciones que se deben cumplir. En este contexto, a continuación se analizan los elementos de la ingeniería básica.

III.2.1. Localización

La localización comprende, a niveles progresivos de aproximación, la elección de la región, localidad y el terreno o los terrenos precisos en que se ubicará la obra de infraestructura. Incluyendo el análisis de los factores que inciden en la decisión respectiva. De esta manera, en la localización se trata de escoger el sitio más adecuado para la construcción de la obra de infraestructura que permitirá prestar los servicios que se consideran en el proyecto.

En los análisis para hacer la selección, se consideran las políticas y los planes de desarrollo regional, la extensión y ubicación del mercado considerado. Asimismo, es necesario seleccionar la ubicación más conveniente en función de varios factores, tales como las características y disponibilidad de terrenos, servicios básicos con los que se cuenta, si es que los hay como agua, drenaje y alumbrado, vías de acceso y costumbres de la población, entre otros.

También debe considerarse que en algunos proyectos la localización está definida de antemano por consideraciones naturales como el aprovechamiento de recursos mineros, pesqueros o turísticos, o en los proyectos de vías de comunicación carreteras, ferroviarios o puentes que dependen de las rutas escogidas por consideraciones socioeconómicas y técnicas.

Ahora bien, el proyecto podría referirse a la ampliación de la infraestructura existente o de establecer otra enteramente nueva, así el planteamiento deberá presentarse describiendo la situación existente y las alternativas propuestas, calificando la infraestructura existente y justificando la nueva, juntas o separadas según que la ubicación de una y otra sea o no la misma.

A continuación, se exponen los aspectos relativos a los niveles de localización, así como la descripción y justificación.

III.2.1.1. Niveles de localización

Cuando es posible escoger entre varias opciones de localización, la selección se lleva a cabo en dos niveles: la *macrolocalización* y la *microlocalización*.

a) Macrolocalización

La macrolocalización corresponde a un nivel de país o región en el subespacio urbano o en el subespacio rural en que es posible ubicar el proyecto. Es decir, corresponde al análisis de las opciones regionales para su establecimiento y debe basarse en el análisis de aspectos geográficos, socioeconómicos, culturales y de infraestructura existente, para hacer la selección

Por otro lado, algunos de los factores que afectan la macrolocalización se pueden clasificar como críticos, objetivos y subjetivos

1. *Críticos* Son aquellos factores que por su naturaleza pueden impedir la localización de un proyecto en una región determinada, por ejemplo, si se requieren grandes cantidades de agua en un proceso, un proyecto no se localizará donde hay escasez de este líquido, como es el caso de una planta hidroeléctrica
2. *Objetivos* Son los que pueden evaluarse en términos monetarios como mano de obra, materias primas, impuestos, etc.
3. *Subjetivos* Son los que no pueden medirse en dinero pero que afectan las actividades de la región, por ejemplo el ambiente político, la seguridad pública, conflictos de diversa índole, etc.

Para esto, precisamente los proyectos de inversión pública, como las obras de infraestructura, se promueven en muchos casos para obtener o facilitar el desarrollo de alguna región, entonces la selección en este nivel puede hacerse en función de que contribuya a generar empleos y producir un efecto multiplicador que sea relevante, o bien, entre otros casos, donde se evite el aumento del daño al medio ambiente que causará el desarrollo del proyecto

De esta manera, del análisis considerado para la selección del área donde se construirá el proyecto, en los casos de las obras de infraestructura urbana, la macrolocalización está definida de antemano por tratarse del ámbito local correspondiente, inclusive se determina previamente la localidad donde se requiere el servicio

b) Microlocalización

La microlocalización establece la definición precisa de su ubicación en una ciudad, localidad o zona rural donde se llevará a cabo el proyecto. En esta parte se trata de describir las alternativas de microlocalización a partir de la macrolocalización física presentada en la descripción del proyecto, previa consideración de las fuerzas locacionales típicas del proyecto.

Para esto, se debe señalar la delimitación de la zona, ya sea urbana o rural, y definir en forma adecuada, dentro de ella, las áreas que contienen los terrenos por elegir. Asimismo, la descripción abarcará junta o separadamente la localización de las instalaciones existentes o nuevas, según que tengan o no la misma ubicación.

Asimismo, como en el análisis de macrolocalización, el de microlocalización requiere hacer comparaciones de costos, tales como del valor del terreno, de las tarifas de transporte, de los servicios de infraestructura, etc., y así contar con más elementos objetivos y seleccionar el sitio más adecuado para ubicar el proyecto. Como resultado de ambos análisis, se tendrá definido el predio donde se recomienda, por todas las ventajas que ofrece ese sitio, construir las obras e instalaciones necesarias para que el proyecto produzca los servicios considerados.

III.2.1.2. Descripción de la localización

Una vez definidas las áreas que contienen los terrenos por elegir, se trata aquí de describirlas en relación con el medio y el ordenamiento espacial interno.

a) Integración con el medio

Para el análisis de la descripción de los terrenos en relación con el medio, se consideran los siguientes elementos: condicionantes naturales, economías externas y condiciones institucionales.

- 1 *Condicionantes naturales (geográficas y físicas)* Se refiere a las características geográficas y físicas de cada área que interesen a la naturaleza del proyecto tanto para su implantación como para su operación (topografía, clima, suelo, régimen de aguas, etc.).
- 2 *Economías externas* Se llaman economías externas a las que están vinculadas al desarrollo de la industria; generalmente se refieren a cierta cantidad de beneficios que pueden gozar las unidades de producción y de consumo por la presencia de otras unidades en la misma área geográfica o

funcional.¹⁴ Por ejemplo, cómo se beneficia la construcción de un puerto por la existencia de una carretera o de un ferrocarril en la misma zona geográfica. En este contexto, se indica y ubica los principales elementos pertinentes de cada área definida que sirven al proyecto en términos de economías externas: infraestructura para el transporte de materiales de construcción, equipos, insumos y productos, servicios de asistencia técnica y de entrenamiento de mano de obra, medios de comunicación, urbanización, capacidad de soporte de la población, como vivienda, sanidad, educación, existencia en el área de empresas complementarias, talleres de reparación y mantenimiento, servicios financieros, y otros servicios públicos y privados de interés para el proyecto.

- 3 *Condiciones institucionales*. Se refiere a las normas legales vigentes que pueden afectar al proyecto en cuanto a su establecimiento y a su operación en las áreas definidas, por ejemplo, reglamentaciones sobre el derecho de propiedad y uso del terreno, para preservar el medio ambiente, sobre la conservación de recursos naturales, etc.

b) Ordenamiento espacial interno

Descritas las áreas en su relación con el medio, resta enfocar individualmente los terrenos que ellas contienen, planteando para cada uno de ellos los elementos siguientes: Dimensiones y características técnicas del terreno, distribución de la construcción en el terreno, flujograma espacial.

- 1 *Dimensiones y características técnicas del terreno*. Se tendrá que indicar las dimensiones y forma del terreno y sus características técnicas más importantes que interesen a la naturaleza del proyecto, tanto con respecto a su implantación como a su operación.
- 2 *Distribución de la construcción en el terreno*. Se realiza un plano de cada terreno, para lo cual es necesario señalar la parte que ocuparán las obras de construcción para el desarrollo de la infraestructura.
- 3 *Diagrama de flujo espacial*. Se indicará gráficamente el flujo del proceso constructivo, con especificaciones de materiales y productos resultantes, en términos del espacio, es decir, de las dimensiones, características y distribución de la construcción en el terreno.

¹⁴ ORTEGA BLAKE, Arturo. *Diccionario de planificación económica*, 2ª ed., Trillas, México, 1989, p. 110.

III.2.1.3. Justificación de la localización

La justificación puede ser en relación con el medio, las características del terreno, las distancias y costos de transporte, posibilidades de conexión de la infraestructura nueva con la existente y frente al tamaño y al proceso.

a) En relación con el medio

Se trata de calificar aquí la localización de la infraestructura existente en el caso de proyectos de ampliación en que la infraestructura nueva va a ocupar el mismo terreno y, en otros casos, de justificarla considerando problemas de adecuación en relación con el medio. En el caso de construcciones existentes, es necesario señalar los principales problemas que presenta la actual localización.

Para las obras nuevas, habrá que indicar las razones que se han tenido para elegir una escala de preferencias entre las alternativas propuestas, a saber: 1 Razones de geografía física, 2 Economías y deseconomías externas, y 3. Razones institucionales

b) En relación con las características del terreno

Las características del terreno deben examinarse en vista de la actividad productiva o de servicio que se desarrolla o se va a desarrollar, para seto, deberá tomarse en cuenta

- 1 *El proceso constructivo* Se examinará la adecuación de las características físicas del terreno y el proceso constructivo elegido y con sus alternativas
- 2 *El programa de expansión* Se considera la adecuación de las dimensiones y la forma del terreno a la luz de la operación actual o programada por el proyecto, planteando la posibilidad de utilizar los terrenos contiguos

c) Distancias y costos de transporte

Deben señalarse la localización de la infraestructura existente y cada una de las localizaciones alternativas, indicando las distancias económicas y el costo del transporte hasta y desde el proyecto 1 *De los insumos*, y 2. *De los servicios*

d) Posibilidades de conexión de las obras nuevas con las existentes

Aquí se trata de examinar las posibilidades de conexión orgánica y funcional de las obras existentes con las nuevas, a fin de reducir el monto de las inversiones

adicionales. Este planteamiento debe hacerse de la siguiente manera: 1. *En la solución de los problemas actuales de localización*, y 2. *En la expansión de las instalaciones actuales*.

e) Justificación de la localización frente al tamaño y al proceso

En relación a la justificación de la localización frente al tamaño y al proceso, es necesario presentar elementos de juicio para probar que la localización no es incompatible con el tamaño y el proceso elegidos.

III.2.2. Tamaño

En las obras de infraestructura cuando se habla del tamaño de un proyecto, se puede decir que el tamaño se refiere a la capacidad de prestación de servicios durante la vida útil del proyecto. La magnitud del proyecto se cuantificará en su momento según las dimensiones físicas de los servicios que se prestarán expresadas en unidades, como de longitud en el caso de una carretera en que se puede medir por el ancho y largo de la superficie de rodamiento, también de longitud en el caso de la red de distribución de agua potable o de drenaje y número de tomas domiciliarias por instalar, así como de gasto en litros por segundo que debe proporcionarse.

En este contexto, se analizará los problemas del tamaño en relación a la capacidad del proyecto y sus factores condicionantes, y así justificar el tamaño con respecto al proceso y a la localización elegida.

III.2.2.1. Capacidad del proyecto

La capacidad del proyecto se refiere a la definición del tamaño, la capacidad diseñada y a los márgenes de capacidad utilizables.

a) Definición del tamaño

La precisión del tamaño o capacidad del proyecto es vital para el éxito del mismo; un tamaño excesivo conducirá a que no se aproveche debidamente la capacidad, ocasionando gastos elevados de capital y de mantenimiento de la infraestructura. Por otra parte, un tamaño menor no permitirá cumplir con el objetivo de tener toda la participación posible en el mercado. Así, en algunos casos se podrá considerar el tamaño como la medida en la unidad de tiempo de la prestación de servicio normal del conjunto de la infraestructura, en otros casos en medida de longitud, como se mencionó anteriormente. En el caso de proyectos de ampliación de

infraestructura existente, se deberá indicar por separado tanto la capacidad de la obra nueva como la capacidad de las obras existentes.

b) Capacidad diseñada

El concepto de capacidad tiene que precisarse, además de la de condiciones normales, en términos de capacidad de diseño y capacidad máxima que suponen servicios en condiciones muy especiales que difieren mucho, generalmente, de las obtenidas en condiciones usuales. Para esto, se deberá señalar la capacidad diseñada de las distintas obras del proyecto e indicar la capacidad resultante de la integración de las distintas obras de servicios.

c) Márgenes de capacidad utilizables

Basándose en la diferencia que existe entre la capacidad diseñada y la que será normalmente utilizada, deberá señalarse.

1. *Reservas* Indicación de la existencia de una reserva de capacidad que permita paralizar temporalmente determinadas partes de la infraestructura para su revisión periódica o con fines de mantenimiento.
2. *Sobrecarga posible* Caracterización del máximo de sobrecarga permitido a las instalaciones de la infraestructura
3. *Fraccionamiento* Indicación de las alternativas posibles de utilización parcial de las instalaciones de la infraestructura

III.2.2.2. Condicionantes y justificación

Los factores que condicionan el tamaño de un proyecto suelen ser el mercado, la capacidad financiera y empresarial de la entidad responsable del proyecto, la disponibilidad de insumos, las restricciones de procesos técnicos y los factores institucionales. Las alternativas de tamaño entre las cuales se puede escoger, se van reduciendo a medida que se examinan los factores condicionantes mencionados.

a) Demanda del proyecto

El elemento de juicio más importante para determinar el tamaño del proyecto, es generalmente la cuantía de la demanda que ha de atenderse. Para esto, es necesario relacionar el tamaño elegido con el comportamiento de la demanda,

definiendo los períodos en que se prevé cierta capacidad ociosa y aquellos otros en que habrá plena utilización de los equipos.

b) Capacidad financiera

Deberá presentarse, si es el caso, las razones de capacidad financiera que hayan determinado la limitación del tamaño del proyecto. En este sentido, si los recursos financieros son insuficientes para satisfacer las necesidades de capital de la infraestructura de tamaño mínimo, es obvio que el proyecto se debe rechazar de plano. Por otra parte, si los recursos financieros permiten escoger entre varios tamaños, para los cuales la evaluación económica no muestra grandes diferencias, el criterio de prudencia financiera aconsejará escoger aquel tamaño que, dando lugar a la evaluación satisfactoria, aunque no necesariamente sea la óptima, pueda financiarse con la mayor seguridad y comodidad posibles.

c) Disponibilidad de insumos

Los volúmenes y las características de los materiales de construcción, así como la localización de sus áreas de producción, en ocasiones pueden ser factores que se toman en cuenta para ajustar el tamaño de la obra de infraestructura. Por lo que se deberá mostrar si la disponibilidad de insumos restringe el tamaño del proyecto.

d) Problemas institucionales

Se incluye los elementos de legislación, política económica, estrategias de desarrollo, planes y programas u otros factores que hayan determinado una restricción adicional al tamaño definido en función de los demás factores condicionantes.

e) Capacidad administrativa

Podría ser un factor que determine la preferencia por un tamaño más reducido que el que sería aconsejable a la luz de los demás factores analizados. Asimismo, se tratará de señalar el posible condicionamiento impuesto al tamaño del proyecto por el proceso y la localización elegidos.

III.2.3. Proceso técnico

Generalmente, el concepto de proceso se identifica como la transformación de una constelación de insumos en productos mediante una determinada función de

producción, y se puede presentar en formas muy variadas en los diversos tipos de proyectos.¹⁵

Sin embargo, en los proyectos de obras infraestructura donde no hay un proceso de transformación propiamente dicho, el tema del proceso técnico se enfoca a la selección de los insumos y procedimientos de construcción más adecuados. Es decir, en este caso el proceso lo constituyen las técnicas de construcción que se combinan con recursos de materiales, obra de mano y maquinaria, para así obtener una obra de infraestructura completamente terminada.

En este contexto, si se analiza cualquier obra de infraestructura, como aeropuertos, carreteras, presas, etc., se puede observar que, en su realización han intervenido ciertos elementos susceptibles de agruparse en tres grandes grupos: materiales, obra de mano y maquinaria.

Estos tres elementos, llamados también recursos o insumos, debidamente combinados y transformados a través de un cierto proceso, permiten obtener una obra completamente terminada

Por ejemplo, en el caso de la construcción de un dique, es necesario la utilización de materiales tales como roca, agregados pétreos para filtro y arcilla; para obtenerlos se requiere, además, otros elementos como explosivos para fragmentar la roca; en caso de tener estructuras especiales, también es necesario cemento, agua, grava, arena, madera y acero de refuerzo entre otros. Adicionalmente, para la construcción propiamente dicha, se requiere de maquinaria y mano de obra para explotar, transportar y colocar los materiales antes citados.

Para ello, los recursos pueden ser combinados cualitativa y cuantitativamente de manera diferente, generándose así varias alternativas por las cuales se podrá obtener la obra terminada. Por consiguiente, habrá que comparar y seleccionar la alternativa que mejor convenga, siguiendo un criterio fundamental que puede ser el económico.

Sin embargo, es importante hacer notar que no precisamente el costo más bajo es la alternativa más adecuada. En el caso de que se analice la etapa de diseño, se deberán incluir en dicho análisis factores diferentes al costo, tal como la vida útil de la obra, costos futuros de mantenimiento, funcionalidad y otros. Sin embargo, el costo de cada una de las alternativas proporciona un elemento de comparación muy importante en la mayoría de los casos.

¹⁵ ILPES, *Ob. cit.*, p. 94.

En este orden de ideas, el proceso de transformación se puede imaginar como la mejor forma de combinar los tres insumos *materiales*, *mano de obra* y *equipo*; en cual se puede representar como uno o varios procesos de transformación con una entrada: los *insumos*, y una salida: la *obra terminada*

Antes de iniciar el proceso de transformación, es decir, la construcción de la obra, se deberá analizar y definir con detalle sus fases; esta actividad que representa para el constructor una guía en la toma de decisiones, constituye la *planeación del proceso*

En esta etapa es necesario analizar con cuidado las variables significativas que intervienen en el proceso, entendiéndose por significativas aquellas que si se hacen a un lado modificarán notablemente las decisiones, para ello, es importante encontrar su interrelación y estudiar cómo una variación en cada una de dichas variables, influye en que el resultado final se acerque en más o en menos al objetivo trazado

Lo anterior, equivale a considerar la totalidad de cursos alternativos de acción en función del objetivo deseado Como normalmente los cursos alternativos de acción son muchos, sería imposible analizar cada uno de ellos, por lo que es conveniente buscar una forma adecuada de compararlos, para esto, se tendrán que analizar, en función del objetivo, los siguientes aspectos relacionados con las variables que intervienen

- *Variables controlables* Son aquellas posibles de manejar, es decir, que pueden ser controladas en el proceso Por ejemplo, en la construcción del dique se tiene el tamaño del equipo, la cantidad de dinamita, el tiempo de ejecución de la obra y la cantidad de obra de mano
- *Variables no controlables* Se trata de aquellas que no pueden ser manipuladas pero se pueden prever mediante un estudio, empero, influyen evidentemente en que el resultado final se acerque o no al objetivo, por lo que habrá que considerarlas En el ejemplo del dique, se tienen en este grupo el costo de la obra de mano, el costo de los materiales y la renta de los equipos Existen además variables no controlables que no se pueden prever como es el caso de un sismo
- *Limitaciones de las variables* Son aquellas que marcan el rango de valores que pueden tomar las variables, por ejemplo, el total de horas máquina para ejecutar un trabajo dado, no podrán ser menores de cero ni mayores que el tiempo total disponible Asimismo, se pueden tener limitaciones en el tiempo de ejecución de la obra, en las sumas mensuales a gastar en los planos y especificaciones, en el número de máquinas a emplear, etc.¹⁶

¹⁶ MENDOZA SÁNCHEZ, Ernesto *Introducción al proceso constructivo*, FUNDEC, México, 1989 p 34

De lo anterior, se desprende que no será fácil encontrar todas las variables, separar las significativas de las no significativas, encontrar sus limitaciones y, sobre todo, definir las relaciones entre todas ellas, de tal manera que se pueda tener una serie de decisiones o fijar la estructura en que se apoye la toma de decisiones. En este sentido, los adelantos tecnológicos actuales permiten que, con la ayuda de la computadora, se analicen en menor tiempo más alternativas, con un mayor número de variables cada una de ellas.

En el caso particular de la construcción, es común que las condiciones que se supieron durante la planeación de la obra varíen con el tiempo, ya que se pueden encontrar en el campo, en el momento de construir, situaciones diferentes a las que se consideraron durante la etapa de diseño que originará cambios en especificaciones, en dimensiones y algunas veces hasta en el sitio donde se construirá la obra.

Parecería necesario, si tales modificaciones se presentan, repetir la planeación total del proceso. Habrá que buscar entonces, para que esto último no ocurra, un método para planear y programar la obra, que fácilmente pueda adaptarse a estas modificaciones y evitar en lo posible, tener que replanear principiando reiteradamente.

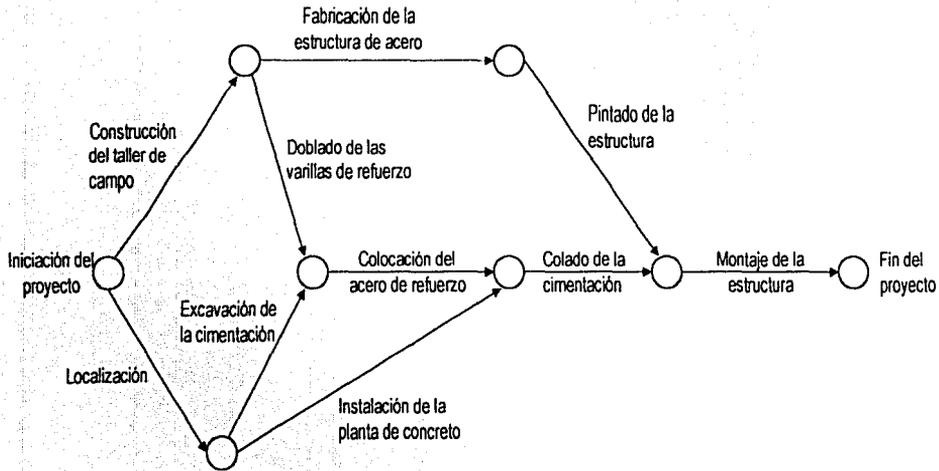
Esto puede lograrse estableciendo, al momento de planear, los mecanismos de control que permitan corroborar que los estándares de calidad de la obra, tiempo de ejecución y costo de la misma se vayan cumpliendo rigurosamente y tomar, en su caso, las decisiones oportunas que corrijan las desviaciones que se aparten de las tolerancias permitidas.

Al respecto, el *método de la ruta crítica* es una técnica eficaz en la planeación y administración de este tipo de proyectos, en esencia es la representación del plan de un proyecto en un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de todas las componentes del proyecto, mediante el análisis lógico y la manipulación de esta red, para la completa determinación del mejor programa de operación. Mas aún, permite la evaluación y comparación de distintos programas de trabajo, métodos de construcción y tipos de equipo. Por otro lado, el diagrama provee de una información precisa de los efectos de cada variación o retraso en el plan adoptado, permitiéndole así identificar las operaciones que requieran cambios.

Así pues, el método de la ruta crítica proporciona un procedimiento sistemático para correlacionar los efectos del costo y del tiempo, a fin de llegar a la solución óptima en todo problema de construcción. Como ejemplo, se presenta en la gráfica 3.1 el diagrama de flechas de un proyecto sencillo, donde se muestra las operaciones que lo componen.

Gráfica 3.1

Diagrama de flechas o red de actividades



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

III.3. INGENIERÍA DE DETALLE

La ingeniería de detalle es el conjunto de estudios técnicos o estudios de detalle, desarrollados a partir de la ingeniería básica, que permiten llevar a cabo la construcción del proyecto, y comprende los aspectos relacionados con las obras civiles, la organización y el calendario de ejecución del proyecto

III.3.1. Obras civiles

En el estudio referente a las obras civiles se describe la parte de la inversión que comprende la base material y objeto de la prestación de servicios que constituyen el proyecto de infraestructura. Para esto, la elección de la alternativa de solución para la construcción de obras, debe justificarse en el análisis del proyecto

Si se trata de presas, caminos u otros, las obras de construcción tienen variantes de solución dictadas por la topografía o la geología del terreno, u otros factores cuyas viabilidades y ventajas deben compararse en la presentación del proyecto, razonando la elección de la alternativa propuesta

En este contexto, en los estudios relativos a las obras civiles se deben analizar los siguientes elementos

a) Inventario

Cada una de las obras civiles que constituyen unidades independientes deben señalarse, en base a los siguientes elementos

1. *Relación y especificación de las obras que se realizarán.* Deberá presentarse una relación de todas las obras por realizar y especificarlas sumariamente según las normas técnicas vigentes

2. *Clasificación funcional y características específicas de las obras.* De acuerdo con la naturaleza del proyecto, se deberá clasificar las obras civiles en principales y auxiliares especificándolas, agregando a las normas técnicas generales presentadas en el rubro anterior las particularidades inherentes al proyecto.

b) Dimensiones de las obras

La identificación de las obras civiles debe completarse con la descripción de sus dimensiones, en base a lo siguiente.

1. *Exigencias en terrenos*. Deberá analizarse las exigencias espaciales de cada obra

2. *Dimensiones materiales y físicas*. Es necesario utilizar unidades técnicas de medida normalizadas para cada caso particular, a fin de especificar las dimensiones de las obras

c) Requisitos de las obras

Aquí se trata de señalar los requisitos básicos necesarios para la construcción de las obras de físicas de la infraestructura, en base en los siguientes elementos:

1. *Materiales que se emplearán*. Indicar los materiales más importantes y característicos que deben emplearse en la construcción, definiéndolos en calidad y cantidad

2. *Mano de obra necesaria*. Señalar la mano de obra necesaria para la construcción, caracterizándola en número y en capacitación.

3. *Equipos, maquinaria, herramientas e instalaciones*. Enumerar los equipos, maquinarias, herramientas e instalaciones que se van a utilizar en la fase de construcción, indicando la duración de su uso.

d) Problemas específicos

De la ubicación del proyecto en un sitio determinado pueden resultar dificultades para la construcción de la obra física, alargando su duración y encareciendo el costo. Estos problemas deben preverse, especificándolos según el esquema siguiente

1. *Resultantes de condiciones geográficas y físicas*. Indicar los problemas resultantes de las condiciones climáticas, de suelo, topográficas, del régimen de lluvias y otras, cuyos aspectos se describen al tratar de la localización

2. *Resultantes de problemas institucionales*. Presentar los problemas que pueden resultar de las particularidades sociales e institucionales del área, tales como proximidad de zonas habitacionales y comerciales que impiden el tránsito en el horario normal, derecho de paso sobre terrenos vecinos, reglamentaciones para preservar el medio ambiente, etc

e) Costos

Como en el estudio de que se trata todavía no están definidas las obras civiles en todos sus detalles, el renglón costos se limitará a ofrecer una descripción y análisis generales pero suficientes para identificar la especie de trabajos de construcción que han de realizarse y sus costos. Esto servirá de base, conjuntamente con otros costos del proyecto; entonces los costos de análisis en el presente renglón son

1 *Costos unitarios de los elementos de obra* Presentar un cuadro de costos de las unidades elementales de construcción, con los respectivos márgenes de holgura

2 *Costos totales de las obras* Presentar los costos totales de las obras, tal como se han presupuestado

III.3.2. Organización

En el análisis organizacional deberán tenerse en cuenta las etapas de ejecución y operación del proyecto. Según sean las circunstancias, la ejecución del proyecto puede estar a cargo de la propia entidad responsable del mismo, o bien se puede delegar la tarea y la de operación a empresas externas

En cualquier caso hay una organización que se adapta a la ejecución y otra a la operación, y la presentación de los elementos que permitirán identificarlos obedecerá a las circunstancias del caso

a) Organización para la ejecución

Respecto a la organización para la ejecución, el análisis comprenderá los siguientes elementos

1 *Entidades ejecutoras* Especificar si es la misma entidad responsable u otra la que ejecutará el proyecto. En el segundo caso, se deberá identificar.

2 *Tipos de contratos de ejecución* Plantear y justificar los tipos de contratos y las modalidades de licitación en cuanto a firmas particulares y consultores especializados

3 *Administración y control de ejecución* Indicar cómo será administrada y controlada la ejecución por la empresa responsable, indicando los órganos y agentes que se utilizarán para ello

b) Organización para la operación

En cuanto a la organización de la operación, se debe analizar los siguientes elementos:

1. *Implantación progresiva de la organización.* Se establecerá y presentará la secuencia en que se implantarán y ampliarán los órganos administrativos y técnicos de entidad o empresa a medida que ello sea necesario.

2. *Planteamiento de la organización jurídico-administrativa.* Para esto hay que definir la estructura jurídica de la entidad o empresa; las normas jurídicas que le corresponden; y el sistema de relaciones con las demás entidades públicas.

3. *Planteamiento de la organización técnico-funcional.* Presentar datos suficientes para caracterizar las líneas de acción y de asesoramiento; las funciones típicas y su organicidad, tales como finanzas, servicios, ingeniería, demanda, problemas legales, relaciones humanas, etc

4. *Planteamiento del sistema de control.* Señalar las características generales de los sistemas que se prevé implantar, según cada caso, para controlar la calidad y cantidad del servicio, los costos, las finanzas y la coordinación general.

5. *Organigrama general* Presentar un organigrama general de la entidad o empresa y los diagramas de flujo necesarios para comprender su funcionamiento.

III.3.3. Calendario de ejecución

El calendario de ejecución del proyecto, se refiere a toda la secuencia del proyecto que va desde la aceptación o aprobación del anteproyecto hasta la operación normal de la obra proyectada. Por consiguiente, abarca la realización del proyecto definitivo con todos los estudios de ingeniería, la fase de negociación final que implica financiamiento, permisos legales y contratos de ejecución, la fase de construcción, funcionamiento experimental y su puesta en marcha. Así, el calendario es la guía para la planeación y el registro del avance durante toda la obra

El calendario deberá presentarse tal como resulta de las necesidades de tiempo normal o estimado de cada operación técnica, económica o financiera que deba realizarse. Sus fechas determinan el plazo considerado en el plan de ejecución y deben coordinarse con los datos del plan de financiamiento y del calendario de inversiones. En este contexto, el calendario de ejecución debe hacerse en base a los siguientes elementos

a) Duración del proyecto

Deberá estimarse la duración y coordinación de los diversos plazos de las tareas que restan para la conclusión del proyecto. La presentación debe hacerse según el esquema siguiente, aclarando para cada tarea si la será realizada por el promotor interesado o empresas externas: 1. Revisión del anteproyecto; 2. Contactos finales con proveedores; y 3. Diseño definitivo y de detalles.

b) Negociación del proyecto

Las tareas de negociación del proyecto pueden variar según su naturaleza, su importancia y las circunstancias que concurren en cada caso. Es oportuno prever, al menos, los periodos de tiempo que transcurrirán hasta asegurar: 1. La consecución del financiamiento del proyecto; 2. La obtención de las autorizaciones legales pertinentes y de los incentivos necesarios; y 3. La contratación de la firma que ejecutará el proyecto.

c) Ejecución del proyecto

Las tareas de ejecución del proyecto deben indicarse como sigue y presentar evidencias de que los plazos previstos para la realización de todas las etapas son compatibles entre sí: 1. Construcción de la obra civil; 2. Adquisición de maquinaria y equipo y/o fabricación y entrega; 3. Montaje de maquinaria y equipo; 4. Contratación y capacitación del personal; y 5. Organización e instalación de la entidad o empresa que se encargará posteriormente de la operación.

d) Operación del proyecto

En muchos casos la fecha de terminación de las tareas de ejecución del proyecto no coincide con aquella en que dicho proyecto comenzará a operar normalmente. Esta diferencia en las fechas debe preverse, descomponiéndola en: 1. Plazo para operación experimental y puesta en marcha; y 2. Periodo para llegar a la operación normal prevista.

e) Utilización de técnicas de redes y cronogramas

El cronograma de actividades es la representación gráfica de la duración de la fase durante la cual se construye o materializa el proyecto e indica la secuencia y duración de todas las actividades necesarias para poner el proyecto en su fase de operación.

El tipo de cronograma más usual, para la representación del calendario de ejecución del proyecto, es el diagrama de barras o gráfica de Gantt, en el que se muestra el inicio y el fin de cada actividad o trabajo por efectuar, el periodo durante el cual se realiza y la fecha de terminación de la obra. Para esto, se realiza un sistema de coordenadas en que se indica, *en el eje horizontal*, un calendario o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar (hora, día, semana, mes, etc.); y *en el eje vertical*, las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar, así, a cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración, y su medición se efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal, como se muestra en la gráfica 3 2

En el cronograma se deberán indicar todas las actividades que deben realizarse con relación al proyecto desde la adquisición del terreno, la preparación del sitio, las cimentaciones, la adquisición de materiales y equipo, la construcción de edificios, el montaje de instalaciones y equipos, etc., hasta la capacitación de personal y las pruebas y la puesta en funcionamiento.

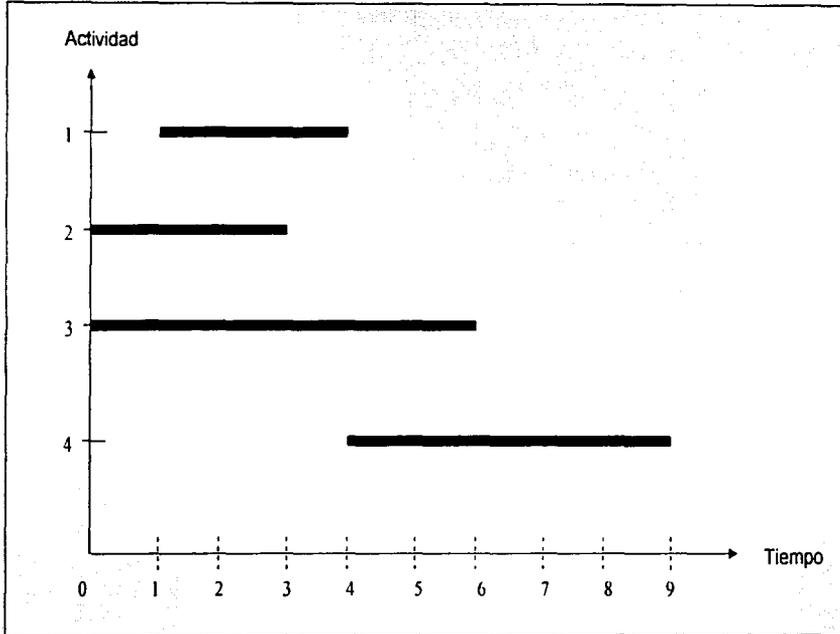
Así pues, el diagrama de barras muestra los datos de programación con bastante eficacia, pero no muestra claramente las relaciones subsiguientes y no obliga al programador a considerar todos los apremios que involucre la programación, puesto que no indica las actividades precedentes de cada actividad.

De esta manera, el diagrama de barras satisface los requisitos al fijar el calendario, sin embargo, su utilidad como instrumento de programación está muy limitada. Para superar este problema, se usan las redes PERT/CPM o gráficas de red de actividades, siglas de las palabras inglesas *Program Evaluation and Review Technique* y *Critical Path Method*. En un diagrama de flechas o red de actividades, como también suele llamarse, cada línea orientada, o flecha, representa una actividad, y la relación entre éstas está representada por la disposición de unas flechas con otras, tal como se muestra en la gráfica 3 1, vista anteriormente.

En contraste con la gráfica de Gantt, la red de actividades considera el tiempo optimista y establece las relaciones con otras actividades conectadas. También, las redes se usan para determinar las actividades críticas, es decir, aquellas que tienen el mismo tiempo de terminación más próxima y de terminación más tardía (o sea, no tienen tiempo flotante), y por lo tanto, esas actividades críticas deben ser terminadas dentro del programa si se quiere terminar el proyecto en el mínimo tiempo total. Asimismo, las redes se utilizan para calcular el calendario total, y son fundamentalmente instrumentos de programación y control.

Gráfica 3.2

Diagrama de Gantt o de barras



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mientras más detallado sea el diseño de la red, mejores serán los resultados en cuanto al análisis de los problemas de realización del proyecto. Una de las ventajas es que es posible determinar en cualquier momento, cuáles actividades están efectuándose y cuáles deben haber terminado. Con lo anterior, se pueden analizar los períodos con una demanda excesiva para uno o más recursos claves, lo cual indica la necesidad de mejorar la programación de recursos o de cambiar actividades.

De ahí que, el diagrama de flechas presenta las siguientes ventajas:

- Muestra en una sola gráfica todo el programa de las actividades necesarias para la realización del proyecto.
- Puede ser utilizados para cualquier tipo y tamaño de proyecto.
- Ayuda a evitar la omisión de algún trabajo o actividad.
- Permite prever posibles retrasos y tomar las medidas preventivas correspondientes.
- Facilita la reprogramación a causa de demoras o adelantos, de acuerdo con el desarrollo de los trabajos.

Asimismo, la gráfica de red de actividades, además de ser un elemento de planeación, si se aprovecha adecuadamente y se mantiene actualizado, es una importante materia de control para mantener el proyecto dentro de los plazos y costos estimados para su materialización.

La calidad de las gráficas, redes o cronogramas, depende tanto de lo detallado en la consideración de las actividades por realizar, que deben tener un nivel de desglose compatible con la magnitud, complejidad y duración total de la fase de ejecución, por una parte, y la estimación de la duración de cada una de las actividades consideradas debe ser lo más realista posible.

Así también, con el cronograma se puede precisar cómo se distribuyen a los largo del periodo de ejecución, los costos de inversión estimados, lo cual facilita la preparación del flujo de efectivo del proyecto que se considera en la parte financiera del estudio de factibilidad.

III.4. ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos que forma parte del estudio técnico consiste en la determinación y distribución de los costos de la inversión física y de los de operación del proyecto. Determinados los costos, deberá presentarse su desglose en costos directos y costos indirectos.

Para esto, se clasifican dentro de los *costos directos* de un concepto de trabajo, todas aquellas erogaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo, es decir, materiales, obra de mano y equipo

Por otro lado, se clasifican como *costos indirectos* todos aquellos gastos generales necesarios para la construcción del proyecto, que no han sido considerados dentro de los costos directos, y comprende la administración en obra, administración central, financiamiento, fianzas y seguros, e imprevistos.

De esta manera, el *costo unitario* es la suma de los costos directos más los costos indirectos. Ahora bien, la *utilidad* será entonces, la ganancia que debe considerar cada empresa contratista, como resultado a su trabajo técnico, administrativo y económico, para cumplir con la realización de un proyecto

Así, se tiene que la suma del costo unitario más la utilidad será el *precio unitario* de un concepto de obra. Entonces, el precio unitario es la remuneración o pago en moneda, que el contratante cubre al contratista, por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute, de acuerdo a las especificaciones. Al respecto, se define los siguientes elementos que integran un precio unitario

- *Unidad de obra*, es la unidad de medición señalada en las especificaciones, para cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición y pago
- *Concepto de trabajo*, es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de la obra, de acuerdo a planos y especificaciones, divididas convencionalmente para fines de medición y pago, incluyendo el suministro de los materiales correspondientes cuando éstos sean necesarios
- *Especificaciones*, son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y claridad el alcance de los conceptos de trabajo. Las especificaciones de un concepto en particular, deben contener las siguientes definiciones: a) Descripción del concepto, b) Materiales que intervienen, y su calidad, c) Alcance de la ejecución del concepto, d) Mediciones para fines de pago, y e) Cargos que incluyen los precios unitarios¹⁷

Así pues, el análisis de costos quedará integrado por el cálculo total de la inversión, cuyo valor junto con el de los costos financieros del proyecto, se presentará también en el estudio de ingeniería económica y financiera. Asimismo, todos estos elementos, al igual que las previsiones de utilización de la capacidad instalada que resultan del estudio de mercado, se trasladarán al estudio de

¹⁷ ALBA CASTAÑEDA, Jorge H., y MENDOZA SÁNCHEZ, Ernesto R. *Factores de consistencia de costos y precios unitarios*. FUNDEC. México 1988, pp 1-5

ingeniería económica, como datos que aportarán indicadores y coeficientes de evaluación.

De esta manera, en el análisis de la integración de los costos, se tomará en cuenta los elementos que se mencionan a continuación, agrupados como costos de inversión y costos de operación y mantenimiento.

III.4.1. Costos de inversión

En el costo total de la inversión física se incluyen los gastos de construcción de la obra civil, de adquisición, transporte y montaje de equipos y máquinas y de la provisión de existencias.

La cuantificación de los costos de inversión se hace de acuerdo con cotizaciones obtenida de los fabricantes, distribuidores o proveedores de los bienes y servicios considerados

Para los *costos de construcción* se basa en las cantidades o volúmenes de obras por ejecutar, de acuerdo con el diseño y los precios unitarios aplicables a los conceptos de obra correspondientes. De esta manera, el costo total de la construcción de obras civiles contendrá la suma de los gastos previstos para la adquisición de terrenos o derechos de ocupación y construcción de todas las obras de ingeniería civil que sirven de base material para la implantación del proyecto

Asimismo, se deberá incluir los *costos de equipos y máquinas* que se refiere a la suma de todos los gastos de adquisición, transporte y montaje de equipos, máquinas, aparatos e instrumentos, exigidos por el proyecto

Por otro lado, los gastos derivados de la *administración y supervisión* durante las fases de formulación y ejecución del proyecto, se determinan de acuerdo con las plantillas de personal y los niveles de sueldos aplicables por el tiempo que duran dichas fases, además de considerar los gastos de oficina, viajes, entre otros

En algunos proyectos, es necesario separar el monto de la inversión en dos partes, la que corresponde a bienes y servicios que se adquirirán en el extranjero y se pagarán en divisas, y los conceptos que se compran en el país y se pagarán en moneda nacional

III.4.2. Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación comprenden los gastos totales de mano de obra, materiales, servicios y depreciación que corresponden a distintos niveles de

utilización de la capacidad instalada. La mayor parte de los costos de operación dependen del tamaño y localización seleccionados para el proyecto. Otros costos están determinados por el tipo de organización empresarial o institucional que tenga el proyecto en operación.

Dentro de los conceptos de costos de operación deben considerarse todas las erogaciones en que se incurre para la prestación del servicio. El costo total de la operación debe calcularse considerando el costo de la obra de mano, materiales, servicios, depreciación, mantenimiento, administración y demás servicios (médico, limpieza, seguridad).

Así, el *costo de obra de mano* comprende el cómputo del valor de los gastos de mano de obra, en la unidad de tiempo adecuada, desglosándola en fija y variable, por categorías de capacitación y por otros criterios que sean convenientes a cada tipo de proyecto.

El *costo de materiales* se refiere a los gastos en adquisición y manejo de los materiales requeridos para la prestación del servicio de la infraestructura, desglosándolos en materias primas y otros materiales, destacando cuando sea conveniente los insumos críticos del proyecto.

El *costo de los servicios* corresponde a los gastos de prestación de otros servicios que supone el funcionamiento del proyecto, tales como energía eléctrica, asistencia técnica u otros prestados en forma autónoma y necesaria para la operación y mantenimiento de la infraestructura del proyecto.

En cuanto a la *depreciación*, ésta se debe de calcular indicando el método utilizado en la depreciación de los activos fijos empleados en la prestación de los servicios, producidos por la obra de infraestructura, asimismo, debe incluirse como parte del costo total de operación. La depreciación es una forma de distribuir el costo de los conceptos del activo fijo a lo largo de los años de su vida útil del proyecto. Existen varios métodos para calcular la depreciación, tales como la depreciación lineal, el método del fondo acumulativo de amortización, el método de saldo decreciente y el método basado en unidades producidas. Asimismo, la Ley del Impuesto Sobre la Renta establece la aplicación de las tasas a las que se debe depreciar un bien.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO

El análisis de impacto ambiental en ingeniería civil, tiene por objeto determinar el impacto causado por la construcción y operación de una obra civil en su entorno. En un estudio de impacto ambiental para obra civil, se deben considerar las características y actividades a desarrollar durante el proyecto, en cada una de sus diferentes etapas, así como el impacto a producirse en los medios natural y socioeconómico, tanto en el sitio en el que se desarrollará la obra como en el área de influencia determinada por el proyecto, para así identificar los factores que pueden ser alterados por la obra civil.

En este contexto, a continuación se analiza el problema del medio ambiente y sus impactos, la normatividad en la materia, así como los aspectos relativos de la manifestación y evaluación del impacto ambiental.

IV.1. EL MEDIO AMBIENTE Y EL IMPACTO AMBIENTAL

A continuación se analiza la cuestión de la ecología y el medio ambiente, para posteriormente abordar los aspectos relativos al impacto ambiental.

IV.1.1. Ecología y medio ambiente

La ecología es el estudio de la relación entre los organismos y su medio ambiente físico y biológico. El medio ambiente físico incluye la luz y el calor o radiación solar, la humedad, el viento, el oxígeno, el dióxido de carbono y los nutrientes del suelo, el agua y la atmósfera. El medio ambiente biológico está formado por los organismos vivos, principalmente plantas y animales.¹⁸

Debido a los diferentes enfoques necesarios para estudiar a los organismos en su medio ambiente natural, la ecología se sirve de disciplinas como la climatología, la hidrología, la física, la química, la geología y el análisis de suelos. Para estudiar las relaciones entre organismos, la ecología recurre a ciencias tan dispares como el comportamiento animal, la taxonomía, la fisiología y las matemáticas.

¹⁸ Enciclopedia Microsoft Encarta 2001 (compact disc) "Ecología".

El término *ecología* fue acuñado por el biólogo alemán Ernst Heinrich Haeckel en 1869, deriva del griego *oikos* (hogar) y comparte su raíz con *economía*. Es decir, ecología significa el estudio de la economía de la naturaleza. En parte, la ecología moderna empezó con Charles Darwin; al desarrollar la teoría de la evolución, Darwin hizo hincapié en la adaptación de los organismos a su medio ambiente por medio de la selección natural. También hicieron grandes contribuciones geógrafos de plantas como Alexander von Humboldt, profundamente interesados en el cómo y el por qué de la distribución de los vegetales en el mundo¹⁹

Ahora bien, por lo que hace al *medio ambiente* se concibe como el conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos²⁰

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en su artículo 3, fracción I, define el término ambiente como "el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados"

En este contexto el medio ambiente es el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado que influye en la vida material y psicológica del hombre. Por otro lado, el medio ambiente en relación con las sociedades humanas, es considerado como el conjunto de espacios naturales y artificiales que entran en relación directa e indirecta con los seres vivos

Por ello, la combinación de los diferentes elementos que integran el medio ambiente, requiere de un equilibrio armónico, que les permita a los seres vivos reproducirse y desarrollarse de acuerdo a las leyes naturales. Cuando esto no ocurre, el hombre y las demás especies pueden sufrir daños.

IV.1.2. Impacto ambiental

La materia de análisis del impacto ambiental, los criterios para determinar los efectos ambientales, así como los tipos de impactos y la descripción del proyecto objeto de estudio, es lo que a continuación se tratará.

¹⁹ *Ibid.*

²⁰ *Ibid.* "Medio ambiente".

IV.1.2.1. Generalidades

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 3, fracción XIX, se entiende por impacto ambiental la "modificación del ambiente ocasionada por la acción del ser humano o de la naturaleza". De esta manera, el impacto ambiental es un término que define el efecto que produce una determinada acción sobre el medio ambiente. "Los efectos pueden ser positivos o negativos y se pueden clasificar en: efectos sociales, efectos económicos, efectos tecnológico-culturales y efectos ecológicos"²¹

De esta manera, el impacto ambiental es todo efecto negativo o positivo que provocan sobre el ambiente los fenómenos naturales y las actividades humanas, para lo cual se promueven acciones tendientes a mitigar y a evitar los efectos negativos que sobre el ambiente (entendido como el conjunto de aspectos ecológicos, sociales, estéticos, culturales, políticos y económicos) pueden causar la construcción y operación de proyectos de ingeniería

Para esto, el ambiente sufre continuos cambios incluso en ausencia del ser humano. Esto puede ser sobre una escala de tiempo de cientos de millones de años, como la sumergencia de los continentes y la formación de las montañas; en una escala de decenas de miles de años, como la última edad del hielo y los cambios en el nivel de los mares que la acompañaron; sobre una escala de cientos de años como la eutrofización natural y sedimentación de los lagos poco profundos, en un periodo de unos cuantos años, como cuando una colonia de castores transforma tierra seca en un pantano. Algunos de estos cambios naturales son irreversibles, por ejemplo la eutrofización de un lago, mientras que otros son cíclicos como las estaciones del año, o transitorios como las sequías

Además de las alteraciones ocasionadas por la naturaleza sobre el ambiente natural, se tienen los cambios producidos por la actividad humana. Cuando el hombre se dedicaba a la caza y recolección, el uso del fuego modificó algunos ambientes naturales. Después, con la domesticación de los animales y la introducción de la agricultura, los efectos de sus acciones se extendieron por todas partes conforme fueron formándose los primeros asentamientos humanos. Los efectos e incrementaron con el desarrollo de la industria, al remplazar la fuerza muscular por la energía derivada de los combustibles fósiles, hasta que, desde hace algunas décadas, los impactos humanos han alcanzado una intensidad sin precedentes y afectan al mundo entero debido al vasto incremento poblacional y al mayor consumo de recursos *per cápita*

Sin embargo, debido a que los ambientes naturales fluctúan con el tiempo, es difícil distinguir los cambios causados por el hombre, la construcción de una obra de ingeniería, cualquiera que sea, puede modificar el ambiente físico de

²¹ *Ibid* "Impacto ambiental"

muchas maneras, pero para poder comprender los cambios, es necesario tratar de predecir las condiciones que se tendrían en el lugar de no construirse la obra.

Es así que la construcción y operación de toda obra de ingeniería afecta en mayor o menor medida el medio dentro del cual se desarrolla. Es por eso que se requiere la preparación de estudios que determinen y midan el impacto ambiental de cada proyecto. El análisis del impacto ambiental es una actividad diseñada para identificar y predecir las consecuencias ambientales, para interpretar y comunicar información acerca de los impactos, así como la forma de atenuar o minimizar los adversos. Así, estos estudios dentro del análisis de factibilidad, son una herramienta para la toma de decisiones que permite seleccionar de las alternativas de un proyecto, la que ofrezca los mayores beneficios tanto en el aspecto socioeconómico como en el aspecto ambiental.

Derivado de lo anterior, el término impacto ambiental se utiliza en dos campos diferenciados, aunque relacionados entre sí, el ámbito científico y el jurídico-administrativo. El primero ha dado lugar al desarrollo de metodologías para la identificación y la valoración de los impactos ambientales, incluidas en el proceso que se conoce como evaluación de impacto ambiental, el segundo ha producido toda una serie de normas y leyes que garantizan que un determinado proyecto pueda ser modificado o rechazado debido a sus consecuencias ambientales. Así, debido a las evaluaciones de impacto, se pueden estudiar y predecir dichas consecuencias ambientales, esto es, los impactos que ocasiona una determinada acción.

IV.1.2.2. Criterios para determinar los efectos ambientales

Para determinar los efectos ambientales de un proyecto, se utilizan los siguientes criterios:

- *Magnitud*. Es definida como la probable severidad de cada impacto potencial, ¿será el impacto reversible?, si fuese reversible, ¿cuál puede ser la tasa de recuperación o adaptabilidad de un área impactada?, ¿buscará la actividad impedir el uso del área impactada para otros propósitos?
- *Prevalencia o dominancia*. Es definida como el grado en el cual el impacto puede eventualmente extenderse con efectos acumulativos y traspasar la zona donde se originó. Cada efecto tomado separadamente puede representar un impacto localizado de pequeña importancia y magnitud, pero un efecto del impacto puede traspasar a otra zona y resultar en un efecto esparcido. Aparejado con la determinación de los efectos acumulativos, está el alejamiento de un efecto de la actividad que lo causó.

- *Duración y frecuencia* Puede ser explicado como sigue: ¿será la actividad de largo o de corto plazo?, si la actividad es intermedia ¿podrá recobrase durante un período de inactividad?
- *Riesgos* Es la probabilidad de los efectos ambientales serios. La probabilidad de evaluar los riesgos depende del conocimiento y entendimiento de las actividades y el impacto potencial sobre un área.
- *Importancia* Es definida como el valor que está unido a un área específica en el estado presente, por ejemplo, una comunidad local puede valorar un tramo pequeño de playa para bañarse o un pequeño pantano para cazar. Alternativamente, el área impactada puede ser local, regional o de igual importancia nacional
- *Mitigación* Son soluciones a problemas que se presentan. Existe tecnología que puede aportar soluciones a un problema durante las primeras fases de un proyecto, por ejemplo, cambiar el trazo de un camino de acceso

IV.1.2.3. Tipos de impactos ambientales

En relación a los tipos de impactos ambientales, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en el artículo 3, fracciones VII, VIII, IX y X, establece cuatro tipos de impactos ambientales. ellos son:

- *Impacto ambiental acumulativo* El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente
- *Impacto ambiental sinérgico* Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente
- *Impacto ambiental significativo o relevante*: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales
- *Impacto ambiental residual* El impacto que persiste después de la aplicación de medida de mitigación

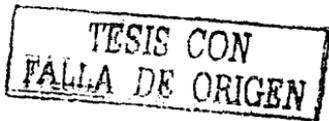
IV.1.2.4. Descripción del proyecto objeto del impacto ambiental

Un estudio de impacto ambiental, consiste en ver de qué manera un proyecto afecta (adversa o benéficamente) al medio circundante. Para ello, es necesario conocer por una parte las características del medio. Esta información debe permitir describir el proyecto en sus diversas etapas de desarrollo (planeación, construcción, operación, mantenimiento, término de vida útil), así como los elementos importantes existentes en el área física donde se implementará.

Para describir un proyecto que sea objeto de estudio de impacto ambiental, es necesario considerar los siguientes elementos: 1) Características generales, 2) Estudios preliminares de campo, 3) Preparación del sitio y construcción, 4) Operación y mantenimiento, 5) Término de vida útil y abandono.

1. Características generales

- Tipo de proyecto.
- Justificación,
- Ubicación,
- Superficie de ocupación,
- Uso del suelo y tenencia,
- Compatibilidad con uso del suelo,
- Relación con otros proyectos o actividades,
- Programa de trabajo, y
- Programa de operación



2. Estudios preliminares de campo

- Tipo de estudios e investigaciones,
- Obras y servicios de apoyo,
- Actividades de apoyo,
- Equipo y maquinaria,
- Tipo y cantidades de residuos, y
- Niveles de ruido

3 Preparación del sitio y construcción

- Recursos aprovechables en la zona,
- Obras provisionales y permanentes,
- Preparación para la construcción,
- Procedimientos de construcción,
- Equipo y maquinaria,
- Aprovechamiento de materiales,
- Empleo de energéticos,
- Estimaciones de desechos.
- Disposición de residuos sólidos,
- Descarga de desechos líquidos,
- Control y evacuación de emisiones,
- Medidas de seguridad de accidentes, y
- Planes de emergencia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4 Operación y mantenimiento

- Descripción de procesos,
- Descripción de materiales,
- Programa de operación,
- Programa de mantenimiento,
- Recursos humanos,
- Estimación de desechos,
- Disposición de residuos sólidos,
- Descarga de desechos líquidos,
- Manejo y control de emisiones,
- Medidas de seguridad de accidentes, y
- Planes de contingencia.

5 término de vida útil y abandono

- Estimación de la vida útil del proyecto,

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Planes y acciones para el abandono del proyecto.
- Acciones de restitución, y
- Aprovechamientos para bancos de material y de préstamo.

Por otro lado, se debe de caracterizar el medio natural, e incluir una descripción de:

- ✓ El medio físico,
- ✓ El medio biológico, y
- ✓ El medio socioeconómico

Para ello, la información de estos medios debe referirse a sus aspectos más sobresalientes del medio natural, como se especifica en el cuadro 4.1.

Cuadro 4 1 Aspectos sobresalientes del medio natural.

Medio físico	Medio biológico	Medio socioeconómico
Localización y ubicación	Flora	Demografía
Geología	Fauna	Actividades económicas
Geomorfología	Ecosistemas	Educación
Climatología		Salud
Hidrología		Vivienda
Oceanología		Infraestructura y servicios
Edafología		Aspectos históricos, antropológicos, arqueológicos y técnicos.
		Aspectos estéticos y paisajísticos

IV.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL

La legislación en materia ambiental que tiene relación con la construcción de obras de infraestructura, se encuentra en los ámbitos federal, estatal y municipal. Antes de revisar esos ámbitos, se expondrá brevemente los antecedentes de dicha legislación

IV.2.1. Antecedentes

Aunque de manera indirecta ya desde tiempos de la colonia ha existido preocupación por proteger elementos específicos del ambiente, como en el caso

del agua, mediante la expedición de leyes, fue hasta marzo de 1971 que se inició la estructuración de un marco legal en materia de protección al ambiente al promulgarse la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, ordenamiento que fue derogado en febrero de 1982, cuando se puso en vigor la Ley Federal de Protección al Ambiente. Su propósito fue regular, por una parte, todos los ámbitos en que la contaminación podía tener lugar, así como sus efectos en el ambiente, atmósfera, agua, medio marino, suelo, energía térmica, ruido y vibraciones; por la otra, preservar y mejorar el ambiente.

En la Ley Federal de Protección al ambiente aparecen por vez primera medidas orientadas a la protección integral del ambiente. Se incorporó entonces la evaluación del impacto ambiental de las obras públicas y privadas, con la finalidad de que se constituyera en un instrumento básico de planeación de proyectos. No obstante estos avances, la Ley carecía del sustento necesario para enfrentar la problemática ambiental.

En cuanto al nivel constitucional de la materia ambiental, en agosto de 1987 se reformaron los artículos 27 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, elevando al más alto rango la preservación y restauración del equilibrio ecológico. La reforma consistió en descentralizar las atribuciones de la Ley en las instancias del gobierno federal, estatal y municipal para la protección de los recursos naturales.

Finalmente, la Ley Federal de Protección al Ambiente fue derogada en marzo de 1988, cuando entró en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, actualmente vigente, en donde se prevé el ordenamiento ecológico, definido como un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su jurisdicción y soberanía.

IV.2.2. Ámbito federal

En el ámbito federal la protección a la ecología y al medio ambiente, tiene su sustento jurídico en las leyes y reglamentos siguientes:

- ***Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos***

La Constitución es el ordenamiento fundamental y supremo del Estado soberano establecida o aceptada como guía para su gobernación. La constitución fija los límites y define las relaciones entre los poderes legislativo, ejecutivo y judicial del Estado, estableciendo así las bases para su gobierno. También garantiza a la población determinados derechos.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

86

En este contexto, la Constitución contempla una serie de preceptos en materia de protección a la ecología y al medio ambiente, dichos preceptos o artículos ambientales relacionados con esta materia son los artículos 4, 25, 27, 73 y 115 constitucionales

El artículo 4º párrafo cuarto de la Constitución, establece que "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar."

El artículo 25 en su primer párrafo establece que "Corresponde al Estado la rectoría nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable..." Más adelante, en el sexto párrafo, señala lo siguiente: "Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente."

El artículo 27, tercer párrafo, dice lo siguiente "La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, para el fraccionamiento de los latifundios, para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades, para el desarrollo de la pequeña propiedad rural, para el fomento de la agricultura de la ganadería de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad."

El artículo 73 relacionado con las facultades del Congreso, en su fracción XXIX-G, señala que el Congreso tiene facultad "Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico."

Ahora bien, las fracciones III y V del artículo 115, se encuentran relacionados con la materia de ecología y medio ambiente. Por lo que hace a la fracción III, establece que los municipios tendrán a su cargo, entre otros, las funciones y servicios públicos siguientes:

- Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales
- Alumbrado público
- Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.
- Calles, parques y jardines y su equipamiento.
- Los demás que las Legislaturas locales determinen según las condiciones territoriales y socio-económicas de los municipios, así como su capacidad administrativa y financiera.

Más adelante, la fracción V de este artículo 115, dice que los municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para:

- Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal.
- Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales.
- Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios
- Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales
- Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana.
- Otorgar licencias y permisos para construcciones
- Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia

- ***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente***

En este ordenamiento se establecen específicamente las acciones que en esta materia corresponden a los gobiernos federal, estatal y municipal, expedida en 1988. La política ecológica que plantea la ley se basa en una serie de principios entre los que destaca el hecho de considerar a los recursos naturales como patrimonio común de la sociedad y de cuyo equilibrio depende la vida y las posibilidades productivas de la nación a corto y largo plazo.

Así, el artículo 1º establece que la presente ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.
 - Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.
 - La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.
 - La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas
- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.
 - Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente
 - El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la federación, los estados, el distrito federal y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución
 - El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre estas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental.
 - El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan

En todo lo no previsto en la presente ley, se aplicaran las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento

- **Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

Los reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, son de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tienen por objeto reglamentar la ley antes citada, en lo que se refiere a las siguientes materias:

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Auditoria Ambiental
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas
- Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias.
- Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido

La aplicación de estos reglamentos compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la autoridad competente, que en la mayoría de los casos es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia, sin perjuicio de las atribuciones de otras dependencias del Ejecutivo Federal, de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, de conformidad con las disposiciones legales aplicables en el ámbito de su respectiva jurisdicción

- **Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas**

El fundamento legal del estudio de impacto ambiental en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas, se encuentra en el artículo 20 cuyo precepto establece textualmente que las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto

ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia "

En este orden de ideas, el artículo 21, fracciones I y IV, señala que las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando, entre otros elementos, lo siguiente

- ✓ Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos
- ✓ Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra pública

IV.2.3. Ámbito estatal

En el ámbito estatal, el sustento en la materia ambiental se encuentra en las constituciones estatales y en las leyes estatales de equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Por otro lado, en este ámbito también se analiza el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, aunque éste no sea un reglamento estatal, en virtud de que jurídicamente el Distrito Federal no es un estado como tal, pero sí está considerado dentro del ámbito local. Es importante analizar dicho Reglamento, toda vez que tiene disposiciones sobre los requisitos de solicitud de la licencia de construcción, para lo cual se requiere autorización de impacto ambiental.

- **Constituciones estatales**

La formulación de la política y de los criterios ecológicos en cada entidad federativa, mismos que deberán guardar congruencia con los que en cada caso hubiere formulado la Federación.

En ella se establecen las facultades que tienen los estados y municipios para prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera, de participar en todos los órdenes correspondientes en cuanto a la prevención y control de la contaminación de aguas, especialmente en lo que se refiere al agua para uso o

consumo humano en los centros de población, vigilancia de residuos sólidos y descarga de aguas residuales.

- ***Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente***

Esta ley está basada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, con las adecuaciones que el estado ha propuesto, como la de ejercer las atribuciones que las disposiciones jurídicas federales y estatales otorgan a los municipios en materia de recursos naturales y protección al ambiente.

- ***Reglamento de Construcciones del Distrito Federal***

El fundamento legal del estudio de impacto ambiental en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, se encuentra en el artículo 56 primer párrafo, cuyo precepto establece que la solicitud de licencia de construcción se deberá presentar suscrita por el propietario o poseedor, en la que se deberá señalar el nombre, denominación o razón social del o de los interesados, y en su caso, del representante legal, domicilio para oír y recibir notificaciones, ubicación y superficie del predio de que se trate, nombre, número de registro y domicilio del Director Responsable de Obra y, en su caso, del o de los corresponsables. De igual forma deberá acompañarse, en caso de que se requiera conforme a la normatividad de la materia, copia de la autorización de impacto ambiental.

Asimismo, el artículo 302, fracción I, inciso i, dice que el interesado en obtener la licencia de explotación de un yacimiento pétreo, deberá entregar a la autoridad competente del gobierno del Distrito Federal, entre otra documentación, el estudio de impacto ambiental urbano realizado por persona física o moral que cumpla con las especificaciones que señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, con aprobación de dicha autoridad.

IV.2.4. *Ámbito municipal*

La protección a la ecología y al medio ambiente, en el ámbito municipal, tiene sustento jurídico en la siguiente normatividad:

- ***Ley Orgánica Municipal***

Expedida por el Congreso Estatal. Establece las bases jurídico-administrativas de los municipios.

- **Bando Municipal de Policía y Buen Gobierno**

En este ordenamiento de carácter local se establecen las atribuciones del ayuntamiento para preservar, conservar y restaurar el medio ambiente. Así como para expedir reglamentos específicos e incluir acciones sobre medio ambiente en el Bando Municipal de Policía y Buen Gobierno.

- **Reglamentos específicos**

La promulgación de reglamentos municipales en materia ambiental constituye una acción clave para que los objetivos de la política ecológica se concreten en la realidad de los municipios.

IV.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, define los principios de política ambiental general de la nación y regula los instrumentos para su aplicación y observancia. Entre los instrumentos de política ambiental, se establece la evaluación del impacto ambiental. En este sentido, la evaluación del impacto ambiental se ha hecho cada vez más ubicuo e indispensable, que incluso forma parte ya del repertorio de reivindicaciones ciudadanas frente a proyectos o acciones que se considera pueden dañar la integridad de los ecosistemas o la calidad de vida de la población.

Al respecto, a continuación se analiza la finalidad de la evaluación del impacto ambiental, las obras o actividades que son objeto de la evaluación, el procedimiento de esta actividad, así como los métodos de evaluación del impacto ambiental.

IV.3.1. Finalidad de la evaluación del impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental constituye un proceso de doble carácter, por un lado, es un análisis encaminado a predecir alteraciones que un proyecto, servicio o actividad (ya sea público o privado) puede producir en el medio ambiente, y por otro, es un procedimiento jurídico administrativo para la aprobación, modificación o rechazo del proyecto o actividad por parte de la autoridad competente.

Así, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo 28, señala que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los

limites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

La evaluación del impacto ambiental se introdujo por primera vez en Estados Unidos en 1969 como requisito de la National Environmental Policy Act (NEPA). Desde entonces, la evaluación del impacto ambiental se ha transformado en uno de los mecanismos preventivos para la protección del ambiente más utilizado en todo el mundo, un creciente número de países (incluido México) han adoptado la evaluación del impacto ambiental, aprobando leyes y creando organismos para garantizar su implantación.

La incorporación de la evaluación del impacto ambiental en México data de 1980, año en el que la Ley de Obras Públicas estableció que tratándose de las obras públicas federales, deberá realizarse la evaluación del impacto ambiental, es decir, desde antes de que dicho mecanismo fuera incorporado a la legislación ambiental mexicana, situación que se dio hasta 1982 con la Ley Federal de Protección al Ambiente.

La evaluación del impacto ambiental pretende prever posibles impactos negativos o positivos que el desarrollo de un proyecto u obra puede causar sobre el medio ambiente. Por lo tanto, la instrumentación de la evaluación del impacto ambiental debe hacerse

- En una etapa temprana de la planeación y toma de decisiones de un proyecto.
- Debe ser un componente integral en el diseño de proyectos.
- Que sea parte de un proceso de decisiones
- Debe tomarse en cuenta en los puntos anteriores que, podrá darse un proceso de retroalimentación continua entre los hallazgos de la evaluación del impacto ambiental, y los diseños y localizaciones de los proyectos.

Así, deberá considerarse que las técnicas de evaluación del impacto ambiental son importantes y necesarias: que la evaluación del impacto ambiental es diferente a un diagnóstico o evaluación del estado del medio ambiente; y que la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento en paralelo al diseño del proyecto.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental se ha aplicado sobre todo a proyectos individuales y ha dado lugar a la aparición de diversas técnicas nuevas, como los estudios de impacto sanitario y los de impacto social. Los avances más recientes incluyen el estudio de los efectos acumulativos y el

estudio estratégico del medio ambiente, éste último se ocupa de los estudios medioambientales a nivel de políticas, programas y planes. El término *Estudio de Impacto Ambiental* se usa a veces a modo de paraguas que abarca todos estos enfoques diferentes, pero se emplea también como nombre alternativo de la evaluación del impacto ambiental. En ciertos casos se evalúan los impactos social y económico como parte del proceso. En otros, las cuestiones sociales y económicas se evalúan por separado.

IV.3.2. Obras o actividades objeto de la evaluación

El artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece, entre otras cosas, que en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos,

II - Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica,

III - Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las leyes minera y reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia nuclear,

IV - Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos.

V - Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

VI - (derogado)

VII - Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas,

VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas,

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X - Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

XI. - Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la federación;

XII - Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o mas especies o causar daños a los ecosistemas, y

XIII - Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente. "

Por otro lado, de acuerdo al artículo 35 bis 2 de la Ley, el impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 citado anteriormente, será evaluado por las autoridades del Distrito Federal o de los estados, con la participación de los municipios respectivos, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental estatal. En estos casos, la evaluación de impacto ambiental se podrá efectuar dentro de los procedimientos de autorización de uso del suelo, construcciones, fraccionamientos, u otros que establezcan las leyes estatales y las disposiciones que de ella se deriven. Para esto, dichos ordenamientos deberán proveer lo necesario a fin de hacer compatibles la política ambiental con la de desarrollo urbano y de evitar la duplicidad innecesaria de procedimientos administrativos en la materia.

En tanto, en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, capítulo II, se precisan los casos y las excepciones en que las obras o actividades habrán de sujetarse a la evaluación del impacto ambiental. Al respecto, el artículo 5 establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental.

"A) HIDRÁULICAS

I Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos, jagüeyes y otras obras para la captación de aguas pluviales, canales y cárcamos de bombeo, con excepción de aquellas que se ubiquen fuera de ecosistemas frágiles, Áreas Naturales Protegidas y regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad y no impliquen la inundación o remoción de vegetación arbórea o de asentamientos humanos, la afectación del hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el desabasto de agua a las comunidades aledañas, o la limitación al libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias,

II. Unidades hidroagrícolas o de temporal tecnificado mayores de 100 hectáreas;

III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebasen 100 hectáreas.

IV. Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros.

V. Sistemas de abastecimiento múltiple de agua con diámetros de conducción de más de 25 centímetros y una longitud mayor a 100 kilómetros.

VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales.

VII. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales.

VIII. Drenaje y desecación de cuerpos de aguas nacionales;

IX. Modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales.

X. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales.

XI. Plantas potabilizadoras para el abasto de redes de suministro a comunidades, cuando esté prevista la realización de actividades altamente riesgosas;

XII. Plantas desaladoras.

XIII. Apertura de zonas de tiro en cuerpos de aguas nacionales para desechar producto de dragado o cualquier otro material, y

XIV. Apertura de bocas de intercomunicación lagunar marítimas.

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios, puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas

áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de

a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente, y

b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.

C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS:

Construcción de oleoductos, gasoductos, carbo ductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.

D) INDUSTRIA PETROLERA

I Actividades de perforación de pozos para la exploración y producción petrolera, excepto

a) Las que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o de eriales, siempre que éstas se localicen fuera de áreas naturales protegidas, y

b) Las actividades de limpieza de sitios contaminados que se lleven a cabo con equipos móviles encargados de la correcta disposición de los residuos peligrosos y que no impliquen la construcción de obra civil o hidráulica adicional a la existente.

II Construcción e instalación de plataformas de producción petrolera en zona marina.

III. Construcción de refinerías petroleras, excepto la limpieza de sitios contaminados que se realice con equipos móviles encargados de la correcta disposición de los residuos peligrosos y que no implique la construcción de obra civil o hidráulica adicional a la existente.

IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas.

V. Prospecciones sismológicas marinas distintas a las que utilizan pistones neumáticos, y

VI. Prospecciones sismológicas terrestres excepto las que utilicen vibrosismos

E) INDUSTRIA PETROQUÍMICA:

Construcción y operación de plantas y complejos de producción petroquímica.

F) INDUSTRIA QUÍMICA:

Construcción de parques o plantas industriales para la fabricación de sustancias químicas básicas, de productos químicos orgánicos; de derivados del petróleo, carbón, hule y plásticos; de colorantes y pigmentos sintéticos, de gases industriales, de explosivos y fuegos artificiales, de materias primas para fabricar plaguicidas, así como de productos químicos inorgánicos que manejen materiales considerados peligrosos, con excepción de:

- a) Procesos para la obtención de oxígeno, nitrógeno y argón atmosféricos,
- b) Producción de pinturas vinílicas y adhesivos de base agua,
- c) Producción de perfumes, cosméticos y similares,
- d) Producción de tintas para impresión,
- e) Producción de artículos de plástico y hule en plantas que no estén integradas a las instalaciones de producción de las materias primas de dichos productos, y
- f) Almacenamiento, distribución y envasado de productos químicos

G) INDUSTRIA SIDERÚRGICA

Plantas para la fabricación, fundición, aleación, laminado y desbaste de hierro y acero, excepto cuando el proceso de fundición no esté integrado al de siderúrgica básica

H) INDUSTRIA PAPELERA

Construcción de plantas para la fabricación de papel y otros productos a base de pasta de celulosa primaria o secundaria, con excepción de la fabricación de productos de papel, cartón y sus derivados cuando ésta no esté integrada a la producción de materias primas

I) INDUSTRIA AZUCARERA

Construcción de plantas para la producción de azúcares y productos residuales de la caña, con excepción de las plantas que no estén integradas al proceso de producción de la materia prima.

J) INDUSTRIA DEL CEMENTO.

Construcción de plantas para la fabricación de cemento, así como la producción de cal y yeso, cuando el proceso de producción esté integrado al de la fabricación de cemento

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelectricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales.

II Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución.

III Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas

L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN

I Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo.

II Obras de exploración, excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geoelectrica, magnetotelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de las áreas naturales protegidas, y

III Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas

M) INSTALACIONES DE TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS, ASÍ COMO RESIDUOS RADIOACTIVOS

I. Construcción y operación de plantas para el confinamiento y centros de disposición final de residuos peligrosos.

II. Construcción y operación de plantas para el tratamiento, reuso, reciclaje o eliminación de residuos peligrosos, con excepción de aquellas en las que la eliminación de dichos residuos se realice dentro de las instalaciones del generador, en las que las aguas residuales del proceso de separación se destinen a la planta de tratamiento del generador y en las que los lodos producto del tratamiento sean dispuestos de acuerdo con las normas jurídicas aplicables. y

III. Construcción y operación de plantas e instalaciones para el tratamiento o eliminación de residuos biológico infecciosos, con excepción de aquellas en las que la eliminación se realice en hospitales, clínicas, laboratorios o equipos móviles, a través de los métodos de desinfección o esterilización y sin que se generen emisiones a la atmósfera y aguas residuales que rebasen los límites establecidos en las disposiciones jurídicas respectivas.

N) APROVECHAMIENTOS FORESTALES EN SELVAS TROPICALES Y ESPECIES DE DIFÍCIL REGENERACIÓN

I. Aprovechamiento de especies sujetas a protección.

II. Aprovechamiento de cualquier recurso forestal maderable y no maderable en selvas tropicales, con excepción del que realicen las comunidades asentadas en dichos ecosistemas, siempre que no se utilicen especies protegidas y tenga como propósito el autoconsumo familiar, y

III. Cualquier aprovechamiento persistente de especies de difícil regeneración, y

IV. Aprovechamientos forestales en áreas naturales protegidas, de conformidad con lo establecido en el artículo 12, fracción IV de la Ley Forestal

Ñ) PLANTACIONES FORESTALES

I. Plantaciones forestales con fines comerciales en predios cuya superficie sea mayor a 20 hectáreas, las de especies exóticas a un ecosistema determinado y las que tengan como objetivo la producción de celulosa, con excepción de la forestación con fines comerciales con especies nativas del ecosistema de que se trate en terrenos preferentemente forestales, y

II. Reforestación o instalación de viveros con especies exóticas, híbridos o variedades transgénicas

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS

I Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.

II Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y

III Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas

P) PARQUES INDUSTRIALES DONDE SE PREVEA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

Construcción e instalación de Parques Industriales en los que se prevea la realización de actividades altamente riesgosas, de acuerdo con el listado o clasificación establecida en el reglamento o instrumento normativo correspondiente

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;

b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y

c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley y que de acuerdo con la Ley de Pesca y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de

a) Las actividades de autoconsumo y uso doméstico, así como las obras que no requieran autorización en materia de impacto ambiental en los términos del presente artículo, siempre que se lleven a cabo por las comunidades asentadas en el área y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento, el decreto y el programa de manejo respectivos,

b) Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente,

c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables y

d) Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales

T) ACTIVIDADES PESQUERAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS

I. Actividades pesqueras de altamar, ribereñas o estuarinas, con fines comerciales e industriales que utilicen artes de pesca fijas o que impliquen la captura, extracción o colecta de especies amenazadas o sujetas a protección especial, de conformidad con lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables, y

II Captura, extracción o colecta de especies que hayan sido declaradas por la Secretaría en peligro de extinción o en veda permanente

U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS

I Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva, el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación riparia o marginal.

II Producción de postlarvas, semilla o simientes, con excepción de la relativa a crías, semilla y postlarvas nativas al ecosistema en donde pretenda realizarse, cuando el abasto y descarga de aguas residuales se efectúe utilizando los servicios municipales.

III Siembra de especies exóticas, híbridos y variedades transgénicas en ecosistemas acuáticos, en unidades de producción instaladas en cuerpos de agua o en infraestructura acuícola situada en tierra, y

IV Construcción o instalación de arrecifes artificiales u otros medios de modificación del hábitat para la atracción y proliferación de la vida acuática

V) ACTIVIDADES AGROPECUARIAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS

Actividades agropecuarias de cualquier tipo cuando éstas impliquen el cambio de uso del suelo de áreas forestales, con excepción de:

- a) Las que tengan como finalidad el autoconsumo familiar, y
- b) Las que impliquen la utilización de las técnicas y metodologías de la agricultura orgánica

Ahora bien, en el artículo 6 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto

Ambiental, señala las excepciones en relación a la autorización en materia de impacto ambiental. Al respecto, establece lo siguiente:

"Artículo 6. Las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades señaladas en el artículo anterior, así como con las que se encuentren en operación, no requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguientes:

I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de ésta.

II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que generó dicha autorización, y

III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación, dimensiones, características o alcances, tales como conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles; construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, o modificación de bienes inmuebles cuando se pretenda llevar a cabo en la superficie del terreno ocupada por la construcción o instalación de que se trate.

En estos casos, los interesados deberán dar aviso a la Secretaría previamente a la realización de dichas acciones.

Las ampliaciones, modificaciones, sustitución de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionadas con las obras y actividades señaladas en el artículo 5o, así como con las que se encuentren en operación y que sean distintas a las que se refiere el primer párrafo de este artículo, podrán ser exentadas de la presentación de la manifestación de impacto ambiental cuando se demuestre que su ejecución no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas.

Para efectos del párrafo anterior, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría de las acciones que pretendan realizar para que ésta, dentro del plazo de diez días, determine si es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental, o si las acciones no requieren ser evaluadas y, por lo tanto, pueden realizarse sin contar con autorización."

Asimismo, el artículo 7 del Reglamento citado, señala que las obras o actividades que, ante la inminencia de un desastre, se realicen con fines preventivos, o bien las que se ejecuten para salvar una situación de emergencia, no requerirán de previa evaluación del impacto ambiental.

IV.3.3. Procedimiento de la evaluación del impacto ambiental

Como parte del procedimiento de la evaluación del impacto ambiental, se realizan las siguientes actividades: el informe preventivo, la manifestación del impacto ambiental y el estudio de riesgo. A continuación se analizan esos elementos, así como las consideraciones de la autoridad competente al emitir la resolución sobre la evaluación del impacto ambiental.

IV.3.3.1. Informe preventivo

El informe preventivo consiste en la elaboración de un documento mediante el cual se dan a conocer los datos generales de una obra o actividad para efectos de determinar si se requerirá la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental.

Lo anterior, es cuando se trata de las obras o actividades ya mencionadas en el subcapítulo IV 3 2 inmediato anterior, y que se encuentran comprendidas en las fracciones I a XII del artículo 28 de la Ley y desglosadas en el artículo 5º del Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.

Entonces, dichas obras o actividades requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando

- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que las obras o actividades puedan producir.
- Las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental respecto del conjunto de obras o actividades incluidas en él, o
- Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales previamente autorizados, en los términos de la Ley y del Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental

En tanto, el informe preventivo deberá contener los siguientes elementos:

1. Datos de Identificación, en los que se mencione:
 - El nombre y la ubicación del proyecto;
 - Los datos generales del promovente, y

- Los datos generales del responsable de la elaboración del informe;

2. Referencia, según corresponda

- A las normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de recursos naturales, aplicables a la obra o actividad,
- Al plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico en el cual queda incluida la obra o actividad, o
- A la autorización de la autoridad competente del parque industrial, en el que se ubique la obra o actividad, y

3. La siguiente información:

- La descripción general de la obra o actividad proyectada.
- La identificación de las sustancias o productos que vayan a emplearse y que puedan impactar el ambiente, así como sus características físicas y químicas.
- La identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como las medidas de control que se pretendan llevar a cabo.
- La descripción del ambiente y, en su caso, la identificación de otras fuentes de emisión de contaminantes existentes en el área de influencia del proyecto.
- La identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y la determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación.
- Los planos de localización del área en la que se pretende realizar el proyecto, y
- En su caso, las condiciones adicionales que se propongan en los términos del artículo siguiente

Por otro lado, el promovente podrá someter a la consideración de la autoridad competente, en este caso la Semarnat, condiciones adicionales a las que se sujetará la realización de la obra o actividad con el fin de evitar, atenuar o

compensar los impactos ambientales adversos que pudieran ocasionarse. Las condiciones adicionales formarán parte del informe preventivo.

Una vez que la autoridad en materia de impacto ambiental, analice el informe preventivo, en un plazo no mayor a veinte días, notificará al promovente:

- Que se encuentra en los supuestos previstos en el artículo 28 del Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental y que, por lo tanto, puede realizar la obra o actividad en los términos propuestos, o
- Que se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental, en alguna de sus modalidades

Para esto, el artículo 28 del Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental, establece que si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Semarnat, la que, en un plazo no mayor a diez días, determinará.

- Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental,
- Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o
- Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata.

Tratándose de informes preventivos en los que los impactos de las obras o actividades a que se refieren se encuentren totalmente regulados por las normas oficiales mexicanas, transcurrido el plazo de veinte días sin que la Semarnat haga la notificación correspondiente, se entenderá que dichas obras o actividades podrán llevarse a cabo en la forma en la que fueron proyectadas y de acuerdo con las mismas normas

IV.3.3.2. Manifestación del impacto ambiental

La manifestación del impacto ambiental consiste en un documento mediante el cual se da a conocer con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial, que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo

De ahí que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, y llevar a cabo las obras o actividades, que se mencionaron anteriormente, los

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

interesados deberán presentar a la autoridad competente, en el caso del ámbito federal la Semarnat, una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos

- Una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas
- Así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
- Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente

Asimismo, las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades *regional*, o *particular*.

a) Modalidad regional

Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de

- Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas.
- Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Semarnat en los términos previstos por el artículo 22 del reglamento
- Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
- Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas

Para esto, la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información

- Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;
- Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables,
- Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;
- Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

b) Modalidad Particular

Los demás casos que no estén contemplados para la modalidad regional, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular. La manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- Descripción del proyecto.
- Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
- Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales,
- Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;

- Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

IV.3.3.3. Estudios de riesgo

Los estudios de riesgo se refieren a la elaboración de un documento mediante el cual se da a conocer, a partir del análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, los riesgos que dichas obras o actividades representen para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo deberá incluirse a la manifestación de impacto ambiental, en el momento en que el promovente presente la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.

Así, el estudio de riesgo consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información:

- Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
- Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y
- Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Los estudios de riesgo presentan tres niveles de profundidad que corresponden a las modalidades de:

- ✓ Informe preliminar de riesgo,
- ✓ Estudio de riesgo, y
- ✓ Estudio detallado de riesgo

En las manifestaciones de impacto ambiental, el detalle y la profundidad de análisis se incrementan en cada nivel de estudio. Por otro lado, algunos criterios generales para la determinación de riesgos por localización, son enfocados a:

- Atmósfera
- Agua
- Suelo
- Biota, y
- Socioeconomía

Todos ellos pretenden minimizar incompatibilidades entre los usos del suelo existentes y las características del medio, con el proyecto a realizar.

Existen otros criterios para la determinación de riesgo potencial por la tecnología aplicada en los procesos industriales. Una técnica de evaluación de este tipo de riesgo son los árboles de fallas. Una vez identificados los puntos de riesgo, se establecen los escenarios de accidentes para fugas y derrames de sustancias tóxicas, explosivas o inflamables, y con ayuda de técnicas y procedimientos de modelación se establecen las áreas de afectación del escenario bajo análisis. Posteriormente se determinan las acciones preventivas, correctivas y de atención necesarias. Igualmente, la operatividad de procesos industriales presentan riesgos por factores humanos, errores de diseño, condiciones de los procesos controlables y no controlables. Adicionalmente se deben considerar criterios para la aplicación de normas, diseño, construcción, operación y seguridad industrial, cuyas definiciones conceptuales son:

1. Arreglo topológico que considere la separación física de las actividades.
2. Diseños de instalaciones utilizando criterios técnicos y elementos materiales que garanticen su funcionamiento con un mínimo de riesgo.
3. Diseños adecuados para la recepción y conducción de materias primas y productos.
4. Etiquetado de sustancias peligrosas
5. Señalamientos preventivos y de orientación, sobre la operatividad industrial.
6. Diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de seguridad y control de incendio en apeyo a la normatividad vigente.

7. Instrumentación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

A pesar de las medidas preventivas señaladas, se pueden producir accidentes, por lo que es conveniente contar con un plan de emergencias, el cual permita dar respuesta inmediata al problema.

IV.3.3.4. Consideraciones de la resolución por la autoridad

Para emitir una resolución sobre la evaluación de las manifestaciones de impacto ambiental, la autoridad competente deberá considerar los siguientes aspectos:

- Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación.
- La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y
- En su caso, la autoridad ambiental competente podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente

Ahora bien, una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, se emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que la autoridad competente podrá

1. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados.
2. Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenuen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la autoridad competente señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad, prevista, o
3. Negar la autorización solicitada, cuando

- Se contravenga lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;
- La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o
- Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Así pues, la resolución de la autoridad competente, en este caso la Semarnat, sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate

Por otro lado, dicha autoridad podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

Al respecto, se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando

- Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.
- Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas

En tanto, la autoridad competente fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones. En todo caso, el promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que correspondan a la etapa del proyecto que se encuentre realizando. Si el promovente dejara de otorgar los seguros y las fianzas requeridas, la Secretaría podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad hasta en tanto no se cumpla con el requerimiento

Finalmente, en el ámbito federal, la Semarnat por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, podrá realizar los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como de las que del mismo se deriven, e impondrá las medidas de seguridad y sanciones que resulten procedentes. Asimismo, dicha autoridad podrá requerir a los responsables que corresponda, la presentación de información y documentación relativa al cumplimiento de las disposiciones anteriormente referidas.

IV.3.4. Métodos de evaluación del impacto ambiental

Entre las diversas metodologías para la identificación y evaluación del impacto ambiental, se distinguen las siguientes que se aplican de acuerdo con la información disponible y las necesidades de cada caso: 1) Matrices de identificación de impactos ambientales, 2) Superposición de planos temáticos, y 3) Modelos de simulación.

IV.3.4.1. Matrices de identificación de impactos ambientales

En general una matriz de identificación, consiste en elaborar una tabla en donde las columnas representan las actividades de un proyecto y las líneas horizontales corresponden a elementos del medio natural que pueden ser impactados por el proyecto. En la figura 4.1., se muestra la forma esquemática de las matrices de identificación de un proyecto.

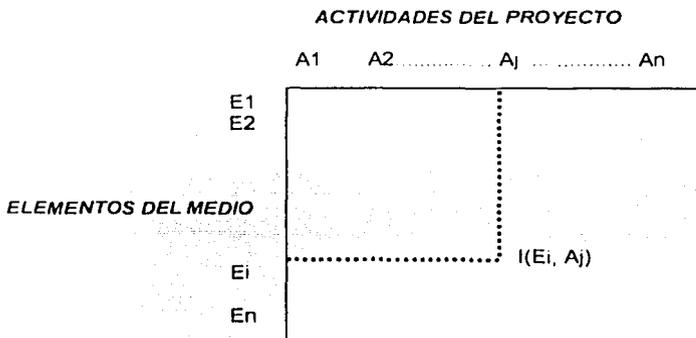


Figura 4.1. Matriz de la correspondencia de las actividades de un proyecto y los elementos del medio natural.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

En cada interacción columna – línea se tendrán dos posibilidades:

1. Existencia de un impacto (positivo o negativo) de la actividad A_j sobre el elemento E_i .
2. No existe el impacto.

La matriz de identificación se forma entonces al identificar todas las interacciones en donde se prevé se producirán impactos. El siguiente paso es hacer una discusión sobre las actividades del proyecto que impactan o los elementos del medio impactados.

Este tipo de matrices permiten:

- Tener una idea rápida de los impactos globales generados por un proyecto.
- Identificar requerimientos de áreas de estudio o de profundidad en la información.

Un segundo tipo matriz de identificación es la llamada *Matriz de Cribado*, la cual contempla cuatro fases de desarrollo del proyecto:

1. Localización y preparación del sitio
2. Construcción
3. Operación y mantenimiento
4. Actividades futuras y relacionadas

Asimismo, contempla cuatro áreas del medio donde se pueden presentar efectos ambientales:

- ✓ Área físico-química
- ✓ Área ecológica
- ✓ Área estética, y
- ✓ Área socioeconómica

Para aplicar esta matriz es necesario:

- Asegurar que el proyecto cumpla con todos los requerimientos gubernamentales.
- Identificar todas las actividades que pueden ocurrir durante las cuatro etapas de desarrollo del proyecto.
- Identificar las áreas en las categorías físico-química, ecológica, estética y socioeconomía que pueden ser afectadas por las actividades identificadas.
- Preparar la matriz poniendo en columnas las actividades de cada etapa del proyecto y en líneas las áreas de cada categoría del medio natural.
- Analizar todas las posibles interacciones actividad-elemento del medio, calificado cada uno de ellos de acuerdo a los siguientes criterios:

() No existen efectos adversos

(?) No se sabe si los efectos son significativos

(A) Adverso significativo

(a) Adverso no significativo

(B) Benéfico significativo

(b) Benéfico no significativo

- Tratar de eliminar al máximo los efectos significativos, buscando información adicional o recurriendo a expertos en las diferentes áreas.
- Identificar medidas de control y mitigación para las interacciones calificadas con:

(A) Adverso significativo, se ha detectado medida de mitigación.

(a) Adverso no significativo, se ha detectado medida de mitigación.

Para calificar las interacciones de la matriz, se pueden tomar en cuenta los siguientes criterios generales: magnitud, durabilidad, plazo y frecuencia, riesgo, importancia y mitigación. A partir del empleo de este tipo de matriz de cribado se pueden tener varios tipos de decisiones:

- No existen efectos adversos.

- Existen efectos potenciales no significativos.
- No se conocen efectos adversos potenciales.
- Existen efectos significativos.

IV.3.4.2. Superposición de planos temáticos

Este método de evaluación de impactos ambientales se aplica principalmente para evaluar el impacto producido por la ocupación del suelo. Sin embargo, la metodología es también apropiada para establecer la amplitud territorial de una zona para soportar un desarrollo e implementar estrategias de manejo y conservación de recursos naturales.

La metodología parte de la cartografía temática sobre aspectos de:

- Topografía
- Climatología
- Hidrología
- Geología
- Uso del suelo y vegetación
- Edafología
- Uso potencial del suelo, y
- Socioeconomía

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El plano topográfico presenta información sobre distancias horizontales y elevaciones del terreno (curvas de nivel). El plano climatológico presenta gráficamente los climas de una zona o región (tipo de clima), temperaturas medias anuales, precipitación media anual, horas de sol, vientos, etc. La carta hidrológica muestra información sobre el drenaje superficial horizontal apoyándose en el plano topográfico, incluyendo arroyos ríos, estanques, lagos y presas.

En cuanto al plano geológico, existen de dos tipos: el superficial o litológico que muestra las características y distribución de los materiales superficiales afloramientos, origen de los suelos, tipos de rocas y suelos, fracturas, fallas, inclinación de la distribución de los estratos en proyección vertical. Estos planos además permiten apreciar la importancia de los acuíferos subterráneos.

El plano de uso del suelo y vegetación, presenta información sobre el uso actual del suelo, incluyendo cultivos, pastizales, matorrales bosques, etc. La carta edafológica se refiere a la distribución de diferentes tipos de suelo. Una clasificación muy empleada es la de la FAO/UNESCO la cual incluye:

- Unidades de suelo (génesis y morfología)
- Clase textura (arena, migajón, arcilla)
- Fases físicas (estratos duros, presencia de rocas)
- Fases químicas (salinidad, sodicidad)

El plano de uso potencial del suelo, se refiere a la capacidad para desarrollar actividades agrícolas, pecuarias, forestales y desarrollo de vida silvestre. Los planos indican las diferencias de agua, pendiente del terreno, profundidad del suelo, erosión, obstrucción para actividades agrícolas, inundación, deficiencia del drenaje del suelo, salinidad, sodicidad, acidez fijación de fósforo, inestabilidad del suelo. La carta socioeconómica contiene información sobre límites políticos, poblaciones, servicios, etc.

El procedimiento general para aplicar el método de superposición de planos temáticos es:

- Recopilación de información: cartas temáticas, estudios de fotointerpretación y campo.
- Inventario de información: la información se ordena y sistematiza.
- Vaciado de la información en planos temáticos: un plano por cada tema, que se realizan sobre transparencias.
- Evaluación de cada plano: la jerarquización (o valoración) de sus elementos y la evaluación se representa con diferentes tonos de coloración en el plano.
- Diagnóstico del área bajo análisis: se efectúa la superposición de los planos para formar un plano resumen.

Si el diagnóstico se emplea para fines de un análisis de aptitud territorial, se debe dar mayor importancia a:

- Factores físicos que puedan condicionar el desarrollo de un proyecto
- Zonas de importancia ecológica

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Aspectos de costos de implantación.

El resultado final será la identificación de las áreas donde el desarrollo de un proyecto resulte menos costoso tanto económica como ecológicamente. Cuando el diagnóstico se emplea para establecer estrategias para la conservación de los recursos, es necesario identificar las áreas que presenten un gran interés productivo como desde el ecológico, con el fin de establecer acciones tendientes a preservar, mejorar y conservar el estado que guardan. Para emplear el diagnóstico con fines de identificación y evaluación de impactos producidos por un desarrollo, es necesario sobreponer al diagnóstico el área que ocupará el proyecto para identificar:

- Los elementos que serán afectados por la ocupación del sitio
- Los factores del medio impactados por la construcción u operación del proyecto.

Un aspecto importante de esta metodología, es el concerniente a la valoración, que en algunos casos se puede determinar pero en muchos la única manera de hacerlo es subjetivamente. Sin embargo, para estos últimos se pueden seguir criterios como se muestra en la figura 4.2., para el caso de ecosistemas:

Criterios de valoración

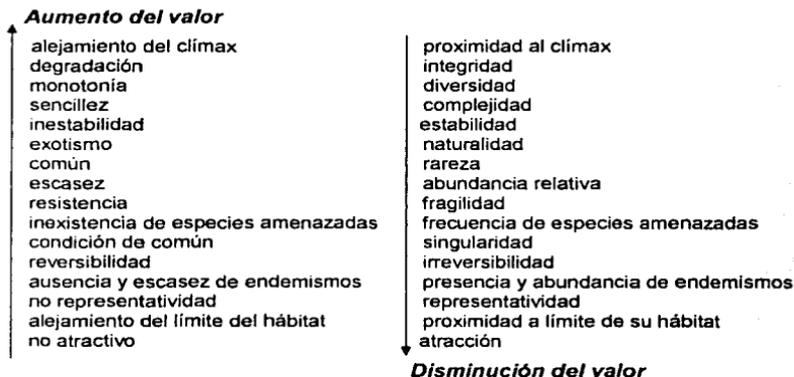


Figura 4.2. Criterios de valoración en la identificación y evaluación de impactos producidos por un desarrollo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

IV.3.4.3. Modelos de simulación

Los modelos de simulación de sistemas ambientales son una herramienta que se utiliza cuando se identifica un impacto importante, para el cual es necesario efectuar una evaluación del mismo con el objeto de verificar o estimar el posible alcance de sus efectos, a fin de poder proponer adecuadas medidas de atención.

En este contexto, los modelos físicos-matemáticos y simulaciones por computadora en la evaluación del impacto ambiental, tienen como finalidad la obtención de resultados cuantitativos que reproduzcan las características y condiciones de un ecosistema real para llegar a la percepción y comprensión del funcionamiento del sistema.

Los modelos constituyen los métodos de predicción más empleados tanto en la evaluación de impactos físicos en el agua, como en la evaluación de impactos físicos en el aire.

En este sentido, los modelos matemáticos se han utilizado para predecir el impacto en la calidad del aire, agua y niveles de ruido. Por otra parte, los modelos físicos se han desarrollado para predecir el transporte de contaminantes en el agua y aire bajo condiciones complejas, donde otros modelos no son confiables.

Así, un modelo se convierte en un laboratorio para la investigación de proyectos alternativos de infraestructura y sus correspondientes impactos en el medio ambiente.

En los modelos de simulación de sistemas ambientales se incluyen, entre otros, los siguientes:

- Simulación de descargas contaminantes a la atmósfera,
- Simulación de descargas contaminantes al agua,
- Simulación de descargas contaminantes al suelo,
- Simulación de propagación de ruidos,
- Simulación de sistemas ecológicos, y
- Simulación de sistemas humanos.

Es necesario tener presente que un modelo es una representación simplificada de la realidad por lo que al emplearlos es necesario interpretar los resultados con una perspectiva adecuada.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

El análisis de un proyecto consiste en verificar que éste se encuentre definido en su totalidad y que todas las decisiones adoptadas con respecto a sus características básicas estén fundamentadas. En este sentido, para que un proyecto sea satisfactorio deberá estar ampliamente justificado desde el punto de vista social o financiero, por lo cual debe proveerse una rentabilidad atractiva que justifique la asignación de recursos o bien, que exista una justificación muy clara de los beneficios sociales esperados frente a los costos de inversión y de operación del proyecto.

No obstante, todo proyecto lleva implícito un riesgo que debe ser ponderado cuidadosamente, no sólo por las consecuencias directas en los inversionistas, sino también por los efectos indirectos en la rama de servicios correspondiente y en la economía de la región o país donde se planea su realización. Así, para jerarquizar varias oportunidades de inversión se realiza un análisis previo de aquellos factores que determinan la viabilidad de cada una de esas oportunidades. Para esto, la ingeniería económica y financiera proporcionan una metodología de análisis que tiene como objetivo principal la elaboración de un esquema que conjunte los aspectos económicos y financieros con el técnico de calidad, costo y tiempo.

En este contexto, en el presente capítulo se trata la metodología y las técnicas más usadas de la ingeniería económica y financiera, para la evaluación de alternativas dentro del proceso de inversión y de toma de decisiones.

V.1. ELEMENTOS DEL ANÁLISIS DE INGENIERÍA FINANCIERA

En relación al análisis de ingeniería financiera, a continuación se aborda las generalidades y objetivos de esta materia; los aspectos relativos a la inversión; la financiación, el periodo y las fuentes de financiamiento; así como el costo y la evaluación financiera.

V.1.1. Generalidades de la ingeniería financiera

Se concibe a la ingeniería financiera como las combinaciones que se hacen con el objeto de procurarse fondos para obtener un resultado favorable, y obtener la forma más rentable de los fondos. A través de esta ingeniería, se ofrece a las empresas o promotores combinaciones integrales de tasas, plazos, formas de pago, coinversiones y contratación de capital de riesgo.

Así, mediante la ingeniería financiera se trata de descubrir la utilización más eficiente de los recursos, detectar donde están y ponerlos a trabajar mejor. Es una actividad que implica la elaboración de cálculos, se apoya en las técnicas de ingeniería económica, en metodologías para la evaluación para la evaluación de proyectos; en estudios sobre las perspectivas del mercado; en el análisis sobre el entorno económico; en el conocimiento de las operaciones financieras y, sobre todo, de la creatividad para sacarles el mayor provecho.

Así pues, las características de cada proyecto indicarán las partes que del mismo hay que fortalecer, para hacerlo más eficaz, competitivo y viable, y lograr su permanencia; es por ello que la ingeniería financiera no sólo contempla los esquemas de financiamiento que son aplicables para un proyecto determinado, sino que comprende desde la búsqueda de oportunidades, la evaluación de alternativas, la planeación general del proyecto y la evaluación del riesgo, incluyendo las negociaciones para que se realicen en las mejores condiciones todos estos procesos, los cuales pueden incluir aspectos financieros, laborales y otros también de tipo legal.

En este sentido, con el objeto de hacer más económicos los proyectos, es necesario definir los esquemas de financiamiento para cada caso, escogiendo los instrumentos que solos o combinados brinden las mejores oportunidades en términos de divisas, tasas de interés y plazo, además de negociar las bases que sean más favorables, entre las que se deberán prever los mecanismos de salida en caso de que se modifiquen sustancialmente los parámetros establecidos, o porque aparezcan nuevos proveedores que ofrezcan condiciones que pudieran hacer conveniente la sustitución del financiamiento.

Ahora bien, a través de criterios de evaluación se demostrará si el proyecto es financieramente viable. Este análisis deberá ser completado con otro para demostrar la viabilidad, ya que la imposibilidad de hacer frente a los compromisos que se contraigan haría peligrar la existencia misma del proyecto.

De esta forma, el objeto del análisis de ingeniería financiera es determinar la viabilidad y la conveniencia de asignar fondos al proyecto. Para ello, deben ser conocidos: el valor del capital fijo o de construcción y el capital circulante o de operación, ambos en moneda local o extranjera, con la determinación de los movimientos de caja que originará el proyecto. Con estos datos, se establecerá la carga financiera y se analizará si ésta es admisible, o posible de ser afrontada por

la empresa o ente solicitante, ya sea con su propio patrimonio, con créditos u otro tipo de captación de capitales.

En el estudio financiero será necesario confeccionar un calendario de inversiones, con la precaución de separar los montos requeridos en moneda local y extranjera.

El análisis de ingeniería financiera deberá indicar las fuentes de recursos para su ejecución y funcionamiento, y deberá demostrarse que las fuentes de recursos señaladas son realmente accesibles.

Así, mediante este análisis se debe intervenir en dos aspectos que competen a su función:

- Obtener los fondos requeridos en las condiciones más favorables, seleccionando las fuentes y asegurándose las mismas mediante contactos con inversores, acreedores, clientes y otras fuentes financieras. Estos es, debe preverse y asegurarse la forma de cubrir los pagos requeridos por la inversión, a través de los procedimientos más económicos y ventajosos.
- Procurar el manejo racional de los fondos de la empresa o ente responsable, comparando y aconsejando permanentemente el uso potencial más rentable de los mismos entre posibilidades alternativas. Así, se deberá decidir sobre los proyectos que resulten promisorios y aquellos que no son suficientemente atractivos para aprobarse.

De esta manera, se deberá analizar cuál, entre varios proyectos de inversión, resulta más atractivo desde el punto de vista financiero, teniendo en cuenta que los fondos para nuevas inversiones son limitados, por lo que también, deberá determinarse el valor mínimo de beneficio a obtener para cada proyecto.

V.1.2. Inversión y período de financiamiento

Dos de los elementos más importantes en el análisis de ingeniería financiera de un proyecto, resultan ser:

- *Inmovilización máxima de capital.* Es el valor máximo de capital que debe ser asignado a un proyecto, en un determinado momento de su concreción. Será tanto menor cuanto mejores sean las condiciones de financiación logradas para la inversión.
- *Período para autofinanciación del proyecto.* Señala el período a partir del cual los ingresos producidos por el proyecto superan a los egresos requeridos.

Los datos que deba suministrarse a la ingeniería financiera se obtendrán en base a cómputos, presupuestos, estimaciones, programación de la ingeniería del proyecto y de la ejecución de las obras.

Así pues, en el análisis de ingeniería financiera, la obtención, formación o captación de los fondos para la financiación del proyecto, se basa en gran medida en los estudios técnicos de la ingeniería del proyecto.

V.1.3. Financiamiento de los proyectos

La decisión de aprobar un proyecto implica la asignación de recursos financieros para su ejecución, hasta la finalización del mismo y su puesta en operación. De esta manera, el financiamiento de un proyecto consiste en disponer de los recursos económicos, en cantidad y tiempo necesarios, para su ejecución y terminación.

Las posibilidades de inversión o financiamiento pueden definir los alcances y tamaño del proyecto, y deben ser conocidas ya en la etapa de formulación y análisis del problema. Así, las necesidades financieras requeridas por un proyecto se conocerán con cierto detalle luego de la conclusión del estudio de factibilidad, en el cual quedan definidas en valores monetarios y tiempos, cada una de las demandas de recursos necesarios para la construcción y operación del proyecto. Estas necesidades de recursos quedan resumidas en el flujo de efectivo o de caja del proyecto considerado.

Así pues, los proyectos representan propuestas de inversión en bienes de capital necesarios para producir bienes y servicios. Pueden ser realizados lo mismo por el sector público, que por el sector privado. Al volumen de inversión previsto debe corresponder una magnitud igual de recursos financieros.

El financiamiento de las inversiones puede provenir de fuentes externas, nacionales o extranjeras, o fuentes internas. Las *fuentes internas* de financiamiento son las que se generan por la empresa o promotor del proyecto; por su parte, se denomina *fuentes externas* de financiamiento a las que no forman parte de la misma empresa o institución promotora del proyecto, y pueden ser de origen nacional o extranjero.

Así, la diferencia entre el presupuesto de inversión y lo aportado por las fuentes internas de financiamiento, representan el fondo a ser cubierto por las fuentes externas de financiamiento. Ya sea que se adopte uno u otro esquema de financiamiento, el proyecto debe ofrecer los resultados financieros esperados con su realización, suficientes para que los interesados se formen una idea clara y objetiva sobre la solidez de la propuesta analizada. Al respecto, enseguida se examinarán algunos aspectos relacionados con esta cuestión, en el caso de los proyectos emprendidos por el sector público y por el sector privado, así como las

modalidades prevalecientes particularmente en los países en proceso de desarrollo.

En el caso de los *proyectos emprendidos por el sector público*, los recursos financieros provienen de las siguientes fuentes:

- Origen *interno*, tales como sus propios ahorros, esto es, de la diferencia entre ingresos y gastos corrientes, cuando es positiva; pueden incluirse aquí los ahorros de las empresas públicas;
- Origen *externo*, es decir, de préstamos provenientes de instituciones financieras nacionales o del extranjero. Los préstamos de nacionales pueden ser obtenidos de las instituciones financieras del país o del público en general mediante la emisión de títulos gubernamentales, bonos y letras del tesoro nacional, lo cual presupone la existencia de crédito público y de un mercado de capital organizado donde se pueden realizar estas transacciones financieras. Cuando el proyecto requiere de inversión extranjera, las fuentes externas de financiamiento pueden ser gobiernos, bancos comerciales, los proveedores de equipos, o bien organismos multilaterales de financiamiento como el Banco Interamericano de Desarrollo o el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

Así pues, los proyectos del sector público se pueden financiar con los saldos positivos de la cuenta corriente de este sector y con los préstamos obtenidos del sector privado local o de fuentes externas. Como el superávit proviene esencialmente de impuestos pagados por la comunidad, la formación de ese ahorro se puede lograr principalmente del sistema impositivo. Naturalmente, la asignación de fondos para inversiones específicas es resuelta por decisión gubernamental, y dichas inversiones se pueden realizar a través de entidades fiscales. De esta manera, el problema de obtener y asignar recursos para proyectos del sector público está estrechamente ligado con la política fiscal y con las finalidades del programa de inversión pública

Por otro lado, el mecanismo financiero de proyectos estatales de inversión considera muy a menudo el aporte de corporaciones de fomento o de instituciones similares, que a su vez reciben aportes directamente del presupuesto fiscal o que se financian con ciertas leyes tributarias especiales. Cuando estas entidades gubernamentales han estado operando durante algún tiempo cuentan con una cierta cuantía de ingresos propios, que se suma a aquellos aportes estatales y puede utilizarse como medio de financiamiento. Parte importante de estas entradas propias puede provenir de rubros tales como la recuperación de créditos de fomento, o de las utilidades de empresas gubernamentales

Asimismo, algunas veces se instituyen los fondos especiales o vinculados, formados con el producto total o parcial de algunos tributos para el financiamiento de ciertos programas gubernamentales de desarrollo. Al respecto, las tarifas por

servicios de utilidad pública suelen constituir un buen mecanismo de captación de fondos para inversión, y la decisión de emplearlas en esta forma constituye en el fondo un problema de política fiscal. Así, por ejemplo, para expandir la capacidad de producción de energía eléctrica, se puede adaptar la solución de aumentar las tarifas y constituir con este aumento un fondo especial destinado a financiar aquella expansión; esta decisión implica una preferencia con respecto a la utilización del mecanismo presupuestario y los tributos para el mismo fin o a la colocación de empréstitos, que podrían ser otras soluciones del problema.

De esta manera, parte o la totalidad de la inversión que el proyecto requiere se puede financiar mediante créditos internos o externos a corto o largo plazo, como créditos directos de proveedores o del sistema bancario, colocación de bonos u otros procedimientos y soluciones mixtas. Así, la solución final que haya de adoptarse respecto a si conviene financiar un proyecto con aportes fiscales provenientes del superávit en cuenta corriente o con préstamos, aumento de tarifas u otros medios, dependerá de las condiciones institucionales vigentes y de la política fiscal que se desee seguir.

Ahora bien, las fuentes de financiamiento de los *proyectos ejecutados por la iniciativa privada*, entonces, básicamente pueden ser clasificadas también en internas y externas según provengan de sus propios ahorros o de préstamos.

Los recursos de *fuentes internas* comprenden:

- Las utilidades líquidas no distribuidas; esto es, la parcela de las utilidades líquidas totales (descontadas la depreciación y las reservas) que sobra después del pago de impuestos y dividendos;
- Las reservas de depreciación y otros fondos.

La disponibilidad de fuentes internas, por lo tanto, depende de la rentabilidad de la empresa y de su política de distribución de dividendos, formación de reservas y reinversión de utilidades.

Los recursos financieros de *fuentes externas*, pueden asumir la forma de los siguientes conceptos

- Venta de títulos en el mercado de capitales (acciones y obligaciones).
- Préstamos de:
 - Bancos privados;
 - Bancos estatales;
 - Bancos internacionales; y
 - Proveedores, en general, de materiales, maquinaria y equipo.

- La movilización de recursos provenientes de incentivos fiscales.

Las obligaciones relacionadas con la Venta de títulos en el mercado de capitales (acciones y obligaciones), constituyen, en realidad, préstamos que la empresa obtiene en el mercado de capitales mediante la venta de títulos representativos de obligaciones financieros, pago de intereses y devolución del préstamo mediante rescate de esos títulos. Son incluidos allí, por las características especiales de su negociación y por su vinculación con el mercado de capitales. Por otra parte, las ventas de acciones, ordinarias y preferenciales, provocan el aumento de capital social y sólo por su origen constituyen fuentes externas, pues una vez captados pasan a formar parte del capital social de la empresa.

Los préstamos de los bancos y proveedores a que se hace referencia, se suelen clasificar en tres grupos, según el plazo de vencimiento de los compromisos: créditos a corto plazo (hasta un año), a mediano plazo (de uno a diez años) y a largo plazo (más de diez años). Los créditos a corto plazo (bancarios o entre empresas) se utilizan para financiar parte del capital de trabajo, o para suplirlo cuando, por ejemplo, hay variaciones estacionales en el funcionamiento de la empresa. Los otros se utilizan para financiar la inversión fija.

La movilización de recursos provenientes de incentivos fiscales, se trata de un recurso especial que significa la obtención de opciones para inversiones en el proyecto, de recursos originados de incentivos fiscales, como por ejemplo, un sistema de incentivos regionales para proyectos de desarrollo en el sureste del país, y sectoriales (pesca, reforestación, turismo).

Por lo que respecta a las modalidades de financiamiento de *proyectos prevalecientes particularmente en los países en proceso de desarrollo*, son de tres tipos principales:

- El financiamiento a través de agencias financieras nacionales o internacionales, lo mismo cuando se trata de proyectos bajo administración gubernamental o privada;
- Financiamiento, directo o indirecto, a través de recursos públicos especialmente asignados para tal finalidad;
- Los ahorros propios de las entidades promotoras.

En el caso del financiamiento, directo o indirecto, a través de recursos públicos especialmente asignados para tal finalidad, se incluye el financiamiento vía incentivos fiscales, pues en tales casos, las empresas beneficiarias retienen y aplican parcelas de los tributos debidos al Estado en emprendimientos sectoriales o regionales calificados como prioritarios por el gobierno. También en esta categoría debe incluirse la administración de los fondos especiales o vinculados

mencionados anteriormente pues, en este caso, el producto de determinados tributos públicos son asignados para el financiamiento de proyectos sectoriales de alta prioridad para el gobierno.

Esquemas mixtos son frecuentemente adoptados. Lo mismo cuando se trata de empresas privadas o públicas, cuando el interesado recurre a fuentes externas de financiamiento hay, siempre, una parcela de la inversión total prevista de responsabilidad exclusiva del inversor. Esta parcela es conocida como aporte local, contrapartida local, etc., cuando el proyecto es financiado por una agencia financiera internacional y, generalmente, representa aquella parte de la inversión total susceptible de pagos en moneda nacional. En las empresas privadas, por otra parte, gran parte o la totalidad de la inversión fija se realiza por medio de préstamos y, generalmente, la parcela de la inversión total representada por el capital de trabajo es financiada por el inversor o, en otros casos, bajo otro esquema de crédito a corto plazo.

En los casos de que estas empresas se beneficien con la opción de aplicación de fondos derivados de incentivos fiscales, también es frecuentemente exigida una contrapartida financiera de la propia empresa, porcentaje que puede variar según la naturaleza del proyecto y las prioridades sectoriales que son establecidas por el gobierno para la aplicación de esos recursos.

En cualquier caso, el destino del financiamiento tiene importancia tanto para quien concede crédito, como para quien lo usa, el que el crédito sea el adecuado en cuanto a tipo, monto, plazo y oportunidad, son aspectos que sólo se pueden definir si se tiene conocimiento pleno del proyecto en que se desea invertir y el fin a que se destinará el financiamiento. Para esto, se tiene que las inversiones en infraestructura corresponden a proyectos de largo plazo, entonces las inversiones y financiamientos también deben corresponder a este carácter.

V.1.4. Costo financiero

El costo financiero corresponde a los pagos que deben efectuarse por concepto de intereses o comisiones generados por los préstamos contratados, sea para financiar la ejecución del proyecto o los costos de su operación. Su importe depende de las tasas pactadas y los saldos de los créditos pendientes de amortizar.

Quando se recurre a instituciones crediticias para obtener financiamiento, el contrato de préstamo correspondiente establece ciertas condiciones en cuanto a *plazos, montos y tasas de interés* conforme a las cuales se debe pagar el crédito. Estas dependen de la situación del mercado de dinero y de capitales, pero son especificadas y determinadas para cada proyecto. De ahí que la formación del capital necesario para el proyecto, puede lograrse con distintas

estructuras, para ello, se selecciona la óptima, que será la que haga mínimo su costo, siempre que se pueda cumplir con las exigencias financieras.

a) Monto

La primera condición que se establece es el monto de los recursos que se van a financiar. Puede ser que se requiera crédito para toda la inversión o sólo parte de ella; para reponer activos fijos o para el capital de trabajo. Si se consideran necesarios varios préstamos, debe especificarse el monto del crédito para cada fuente de financiamiento prevista.

b) Plazos

El plazo de un crédito se refiere al lapso en que tendrá que repagarse éste en su totalidad, es decir, incluyendo los intereses y la amortización del capital. Cuando los créditos son a largo plazo generalmente se incluye un periodo durante el cual sólo se cubren los intereses devengados y no se pagan amortizaciones. Este plazo se conoce como periodo de gracia y permite a un nuevo proyecto entrar en su fase de operación y alcanzar un nivel adecuado de producción sin la carga de un fuerte pago por concepto de amortización de capital. Después del periodo de gracia se inicia el periodo de amortización en el que se paga el monto principal del préstamo. El periodo de amortización puede variar de tres a diez años o más, dependiendo de la fuente de financiamiento.

c) Amortizaciones

La amortización es la extinción gradual de una deuda mediante los pagos periódicos durante un periodo determinado. Así, las amortizaciones del capital se refieren al pago del monto principal del préstamo. En este sentido, las modalidades de pago de la deuda por inversiones en un proyecto, pueden ser

- Pagos periódicos en cuotas de amortización iguales, con cuotas de interés decreciente; o
- Pagos periódicos en cuotas de amortización más cuotas de interés iguales.

La primera forma da un costo de financiamiento menor, pero un servicio de amortización de la deuda mayor, que va decreciendo. En la segunda en cambio, el costo resulta mayor pero la carga del servicio resulta constante y, al principio, resulta menor que la anterior.

Las distintas formas de financiación pueden influir en el desarrollo del proyecto. Así, si se obtiene de un proveedor de materiales y maquinaria una

financiación conveniente, es muy probable que la selección de estos insumos a utilizar quede, de hecho, impuesta al proyectista.

d) Intereses

La tasa de interés representa el rendimiento de los recursos financieros. Esta tasa puede corresponder a interés simple o interés compuesto. En el primer caso, los intereses se determinan sin acumular su importe al del principal o monto original. Mientras que en el segundo caso, los intereses generados se capitalizan, es decir, se agregan al capital en cada periodo de manera que éste va creciendo, es decir, los intereses se van capitalizando. Para esto, el tipo de interés compuesto es el que generalmente se aplica en los préstamos para proyectos, por lo cual es importante definir la frecuencia con que se hará la capitalización de intereses, es decir, se debe especificar el periodo de capitalización, mensual, semestral, anual, etc.

e) Comisiones

Las comisiones que cobran las instituciones de crédito por apertura de crédito o por compromiso, es decir, por apartar los recursos que serán requeridos por el proyecto en forma de crédito, o bien, por el manejo de cuentas deberán incluirse dentro de los gastos financieros.

V.1.5. Evaluación financiera

La evaluación financiera es la medición y comparación de la rentabilidad de un proyecto considerada desde el punto de vista de un inversionista privado, sin tomar en cuenta las interrelaciones del proyecto con su entorno económico.

Así, cuando un proyecto se analiza desde el punto de vista financiero, la cuantificación de los ingresos y egresos se hace con base en las sumas de dinero que el inversionista recibe, entrega o deja de recibir. En este sentido, se trata de un análisis eminentemente microeconómico en el cual frecuentemente, aunque no siempre, los precios del mercado se utilizan para valorar los costos y los beneficios del proyecto

En lo que hace al empresario, el criterio de inversión es el rendimiento financiero del capital invertido, es decir, las utilidades. Por consiguiente, el análisis de la rentabilidad de la inversión consiste esencialmente en determinar la relación entre las utilidades y el capital invertido.

La demostración de la viabilidad financiera del proyecto y el examen de su sensibilidad a las probables variaciones de las magnitudes que conforman su

planteamiento básico se hacen con instrumentos de análisis financiero que el estudio del proyecto debe presentar. Los datos para calcularlos se obtienen de las previsiones de precios y cantidades demandadas contenidas en el estudio de mercado; del análisis de costos en cuanto a sus montos y a su carácter fijo o variable contenido en el estudio técnico; y del cuadro de fuentes y usos de fondos del propio estudio financiero.

Como instrumentos de análisis financiero se utilizan los indicadores siguientes:

a) *Puntos de nivelación de ingresos y gastos*, según distintas hipótesis de precios y de costos y su estructura en función de la capacidad utilizada.

b) *Análisis del movimiento de caja*, presentado en el cuadro de fuentes y usos de fondos y actualizado financieramente para calcular:

1. *La tasa interna de retorno*;
2. *El valor actualizado neto*, haciendo explícita y justificado la elección de la tasa de actualización adoptada; y
3. Un conjunto de indicadores contables adecuado a la naturaleza del proyecto, como algunos índices de rentabilidad, la relación de ventas a costos y el período de recuperación de la inversión.

La evaluación financiera debe demostrar la viabilidad del proyecto en las condiciones de financiamiento planteadas y determinar los márgenes de variación de esas condiciones dentro de los cuales se mantienen la viabilidad demostrada.

Conviene señalar aquí que para la medición de la rentabilidad financiera pueden considerarse dos puntos de vista. Uno el del proyecto, tomado como una inversión independientemente de donde provengan los recursos para su financiamiento, segundo, el del promotor o inversionista que aporta parte de los recursos para la inversión, pero recurre a la obtención de préstamos para completar el financiamiento. Cada uno de estos puntos de vista se refleja en un flujo de efectivo distinto, ya que en cada caso las entradas y salidas reales de dinero son diferentes.

V.2. ELEMENTOS DEL ANÁLISIS INGENIERÍA ECONÓMICA

El objetivo básico del análisis de ingeniería económica de un proyecto es evaluarlo, es decir, clasificarlo para determinar sus ventajas y desventajas y compararlo con otras opciones de acuerdo con una determinada escala de valores a fin de establecer un orden de prelación.

En este contexto, a continuación se trata las características de la ingeniería económica, su concepto y método; los aspectos de la evaluación económica y del valor del dinero en el tiempo, mediante el análisis y equivalencia de series cronológicas.

V.2.1. Generalidades de la ingeniería económica

Se puede decir que la ingeniería económica es una colección de técnicas matemáticas que simplifican comparaciones económicas. Con estas técnicas, se puede llevar a cabo una aproximación racional y significativa para evaluar aspectos económicos por métodos diferentes. Por consiguiente, la ingeniería económica es, una herramienta de decisión por medio de la cual se podrá escoger un método como el más económico posible.

De tal forma, el análisis de ingeniería económica se basa en una serie de conceptos fundamentales, ellos son: *la alternativa, la evaluación y el valor del dinero en el tiempo.*

Una *alternativa* es una solución única para una situación dada. En ingeniería, hay siempre varias maneras de realizar una tarea dada, por ello, es necesario hacer comparaciones racionalmente, de modo que pueda seleccionarse la alternativa más económica. Las alternativas usualmente comprenden aspectos, tales como costos de inversión, la previsión de la vida del activo, los costos de mantenimiento y operación anuales, anticipar el valor de recuperación (costo de salvamento) y la rentabilidad. Una vez que la realidad y todos los cálculos pertinentes se colectan, un análisis en ingeniería económica puede conducir a determinar cuál es el mejor punto de vista económico. Sin embargo, hay que subrayar que los procedimientos desarrollados de ingeniería económica, permitirán el tomar decisiones solamente sobre aquellas alternativas escogidas, pues estos procedimientos no ayudan a identificar cuáles son las alternativas. Es decir, si las alternativas A, B, C, D, y E han sido identificadas como los únicos métodos para resolver un problema en particular, y por otro lado, si la alternativa F, que nunca fue identificada como tal, es realmente la más atractiva, la decisión fue equivocada no por causa de no haber sido escogida la alternativa F, sino por las técnicas analíticas usadas. Así, la importancia de la identificación de alternativas en el proceso de toma de decisiones son de gran valor.

Para ser capaz de comparar diferentes métodos o verificar un objetivo dado, es necesario tener un criterio de *evaluación* que pueda usarse como base para definir cuál es la mejor alternativa. Sin embargo, dependiendo de cuál criterio se haya usado para identificar la mejor, una alternativa diferente podrá seleccionarse cada vez. En el análisis de ingeniería económica, el dinero generalmente se usa como la base de comparación. Por lo tanto, cuando hay diferentes maneras de verificar un objetivo dado, usualmente se selecciona el

método que presente el menor costo. Sin embargo, en la mayoría de los casos las alternativas involucran factores intangibles, tales como el efecto de un proceso de cambio en la moral de los usuarios de un servicio que no puede expresarse en términos de dinero. Cuando las alternativas evaluadas, tienen aproximadamente el mismo costo equivalente, los factores no cuantificables o intangibles, pueden usarse como base para seleccionar la mejor alternativa.

Para una lista de alternativas que pueden ser cuantificadas en términos de dinero, es importante reconocer el concepto del *valor del dinero en el tiempo*. A menudo se dice que el dinero produce dinero. Esta aseveración es verdadera cuando se invierte dinero en un momento determinado, por ejemplo, en un banco, y después con el tiempo se acumula más dinero que el que se invirtió originalmente. Este cambio en la cantidad de dinero durante un período de tiempo, es llamado el valor del dinero en el tiempo, éste es el concepto más importante en la ingeniería económica. Asimismo, si alguien solicita un crédito en un momento dado, posteriormente la deuda será mayor que la originalmente prestada. Este factor es demostrado por el valor del dinero en el tiempo. Es decir, puesto que el dinero puede ganar un cierto interés, cuando se invierte por un cierto período usualmente un año, es importante reconocer que un peso que se reciba en el futuro valdrá menos que un peso que se tenga actualmente. Es precisamente esta relación entre el interés y tiempo lo que conduce al concepto del valor del dinero a través del tiempo. Por ejemplo, un peso que se tenga actualmente puede acumular intereses durante un año, mientras que un peso que se reciba dentro de un año no producirá ningún rendimiento. Por consiguiente, el valor del dinero a través del tiempo significa que cantidades iguales de dinero no tienen el mismo valor, si se encuentran en puntos diferentes en el tiempo y si la tasa de interés es mayor que cero.

V.2.2. Evaluación económica

El propósito de la evaluación económica o socioeconómica, es el de conocer la posibilidad de que un proyecto propuesto contribuya en grado significativo al desarrollo de la economía en su conjunto y de que su contribución sea lo bastante grande como para justificar la utilización de los escasos recursos que se necesiten; así, el punto de vista que se adopta en el análisis económico es el de la sociedad como un todo. En otras palabras, se trata de determinar lo que se puede considerar como la rentabilidad económica o social.

De esta manera, la evaluación de proyectos se complementa con la evaluación económica y la evaluación financiera. Como se consideró anteriormente, la evaluación financiera es una medida de la rentabilidad financiera y trata de determinar la justificación de invertir en el proyecto desde el punto de vista privado y considera al proyecto aislado del resto del sistema económico general en que se desarrollará, mientras que la evaluación económica busca conocer la conveniencia de que se invierta en el proyecto, desde el punto

de vista de la sociedad en general y considerando al proyecto dentro del entorno económico en que se desarrollará.

En consecuencia, la selección de proyectos para la construcción de obras de infraestructura, debe basarse en la evaluación económica, pues hacer comparaciones entre proyectos alternativos mediante los criterios de rentabilidad financiera utilizados por el inversionista privado, es inadecuado para la selección de proyectos de infraestructura o de servicios públicos por diversas razones, tales como imperfecciones en el mercado, externalidades y la distribución del ingreso. Por ejemplo, debido a las imperfecciones del mercado, los precios vigentes en éste para los bienes y otros recursos que se utilizarán en el proyecto pueden no reflejar su verdadero valor para la economía como un todo.

De esta manera, cuando se estudia un proyecto de inversión con el criterio financiero, el análisis se adelanta con la óptica microeconómica de cada inversionista. En contraste, si se desea medir la bondad del proyecto desde el punto de vista de toda la colectividad, es preciso utilizar las herramientas de la evaluación económica. Este enfoque macroeconómico implica en esencia la necesidad de:

- Introducir ajustes para corregir las distorsiones primordialmente producidas por los impuestos y los subsidios, ya que éstos constituyen transferencias internas entre sectores de la economía.
- Revisar los costos y beneficios del proyecto para incluir aquellos elementos que tienen impacto en toda la comunidad, pero que no afectan al inversionista directamente

Cuando se emprende la tarea de hacer los ajustes requeridos para transformar la evaluación financiera a económica, es importante tener en cuenta que como no todos los costos y beneficios afectan directamente al inversionista, es posible que éste no perciba algunos importantes impactos del proyecto. Por ejemplo, entre los beneficios que no percibe directamente el inversionista figura el bienestar que reciben los consumidores por tener una mayor disponibilidad del bien o servicio que produce el proyecto, además, el aumento en la oferta puede incidir en el precio haciéndolo disminuir, lo cual constituye un beneficio para los consumidores. Entre los costos que no se imputan financieramente al proyecto están las llamadas externalidades, entre las cuales se destacan la contaminación ambiental y el consumo de recursos muy escasos que no son renovables.

Ahora bien, mientras que en la evaluación financiera la valoración de los insumos y los productos consiste en multiplicar los precios del mercado por las cantidades respectivas, en la evaluación económica se utilizan los llamados precios de eficiencia, precios sombra o precios de cuenta, que reflejan la utilización de recursos reales o la satisfacción del consumo y que se ajustan con la mira de eliminar las transferencias directas e indirectas.

La realización de estos ajustes puede requerir de algunos cálculos complicados, por lo cual se debe considerar que los ajustes se lleven a cabo para contar con una mejor evaluación de la decisión a invertir. El proyectista debe concentrar su atención en aquellos elementos del flujo de beneficios y costos que pudieran cambiar las perspectivas en cuanto a su decisión, es decir, hay que enfocarse a los elementos más relevantes en cuanto a los resultados esperados.

Para efectuar estos ajustes de los precios de bienes, el Banco Mundial viene considerando el siguiente procedimiento, que abarca tres etapas:

1. El ajuste para tener en cuenta los pagos de transferencia directos;
2. El ajuste para tener presentes las distorsiones en los precios de los bienes comercializados; y
3. El ajuste para tener en cuenta las distorsiones en los precios de los bienes no comercializados

De esta manera, se llega a los resultados económicos, en los que todos los valores se expresan en precios de eficiencia. Los pagos de transferencia, por su parte, se refieren a los impuestos, subsidios gubernamentales y transacciones crediticias. Estos pagos se consideran como intercambios dentro del propio sistema económico y en el ajuste de los flujos de beneficios y costos son omitidos.

Así pues, el estudio de proyectos bajo un enfoque económico o social, considera los costos y beneficios *directos*, *indirectos* e *intangibles*, así como las *externalidades* que producen.

Al respecto, los beneficios *directos* se miden por el aumento que el proyecto provocará en el ingreso nacional mediante la cuantificación de la venta monetaria de sus productos, donde el precio social considerado corresponde al precio de mercado ajustado por algún factor que refleje las distorsiones existentes en el mercado del producto. De igual forma, los costos directos corresponden a las compras de insumos, donde el precio se corrige también por un factor que incorpore las distorsiones de los mercados de bienes y servicios demandados

Por otro lado, los costos y beneficios sociales *indirectos* corresponden a los cambios que provoca la ejecución del proyecto en la producción y consumo de bienes y servicios relacionados con éste

Por lo que respecta a los beneficios y costos sociales *intangibles*, si bien no se pueden cuantificar monetariamente, deben considerarse cualitativamente en la evaluación, en consideración a los efectos que la implementación del proyecto que se estudia puede tener sobre el bienestar de la comunidad. Por

ejemplo, los efectos sobre la distribución geográfica de la población, geopolíticos o movilidad social, entre otros.

En cuanto a las *externalidades* de un proyecto, se refiere a los efectos positivos y negativos que sobrepasan a la institución inversionista, tales como la contaminación ambiental que pueda generar el proyecto o aquellos efectos redistributivos del ingreso que pudiera tener.

Ahora bien, en la evaluación de proyectos se comparan los beneficios proyectados asociados a una decisión de inversión con su correspondiente flujo de costos proyectados. Para esto, el objetivo de descontar los flujos de caja futuros proyectados es, determinar si la inversión en estudio rinde mayores beneficios que los usos de alternativa de la misma suma de dinero requerida por el proyecto.

De esta forma, mediante la evaluación de proyectos de inversión, se estudia un proyecto para decidir si su realización es o no conveniente desde el punto de vista económico, y aconsejable o no desde el punto de vista financiero. Para esto, la evaluación de proyectos debe basarse en términos monetarios y efectuarse en forma bien clara, de modo que sirva para tomar decisiones económico-financieras que conduzcan al cumplimiento de los objetivos del inversionista o promotor del proyecto

La particularidad que se presenta en la evaluación de proyectos es que ni los beneficios y costos operativos ni las inversiones y gastos asociados con el proyecto ocurren a un mismo tiempo sino en distintas épocas o fechas de su vida útil, a parte de la decisión de realizarlo y la moneda no tiene un valor real constante en el tiempo. Lo normal es que los costos de concreción ocurran al comienzo del proyecto, durante su ejecución hasta la puesta en marcha, mientras que los beneficios y los costos de operación se producen a partir de la puesta en funcionamiento y a lo largo de toda su vida útil

Si la inversión es importante, el costo de construcción o parte de él, generalmente es financiado mediante créditos, por lo cual el pago de los mismos también se extiende en el tiempo, más allá de la fecha de realización de la obra o terminación del proyecto. Así, los beneficios se producirán después de la puesta en operación del sistema, ya que el servicio debe ser proporcionado y utilizado; los beneficios se prolongarán hasta cumplida la vida útil del proyecto

También, los costos de operación y mantenimiento se producen desde el momento en que entra en operación y aun antes con la formación del stock de insumos, hasta que finaliza la vida útil del proyecto. Entonces, los beneficios se obtienen descontando de los ingresos, constituidos por los valores de los servicios producidos, los costos de operación y amortización, lo que indica que también se producen a lo largo de la vida útil

V.2.3. Equivalencia de series cronológicas de costos (insumos) e ingresos (productos, beneficios)

La razón por la cual es necesario uniformizar u homogeneizar los valores de costos e ingresos que se dan en periodos de tiempo diferentes, es que ninguna comparación es válida sin este requisito. Se dice que una suma es equivalente a otra dada en el futuro, cuando esta última tiene la misma importancia relativa que la primera. Inversamente, una suma futura es equivalente a una "actual", cuando el valor de ambas, ponderado de alguna manera, es idéntico. El factor de ponderación utilizado para reducir series cronológicas de costos e ingresos a valores equivalentes, y por lo tanto comparables, es la tasa de interés. La tasa de interés expresa el rendimiento que se puede obtener con la aplicación del dinero en una actividad productiva o el precio de conceder su utilización a terceros. Asimismo, representa el precio que pagamos a terceros por la utilización del dinero ajeno. En este contexto, a continuación se analizará la equivalencia de flujos de caja o de efectivo, es decir de series cronológicas de costos (insumos) e ingresos (productos, beneficios).

V.2.3.1. Flujos de efectivo únicos

El factor de interés compuesto o actualización de capital y el factor de actualización o de descuento, son dos casos que se refieren a la determinación del valor futuro o presente de una sola magnitud dada en un momento determinado (periodo inicial o final). En lenguaje técnico estos casos reciben el nombre genérico de "pagos únicos" y los factores respectivos son conocidos como "factor singular de acumulación" y "factor singular de actualización", respectivamente

a) Factor de interés compuesto o actualización de capital

Como se mencionó anteriormente, la evidencia del valor del dinero en el tiempo es denominado interés, esto es una medida del incremento entre la suma originalmente prestada o invertida y la cantidad final debida o acumulada.

- Si se invierte dinero, el interés será:

$$\text{Interés} = \text{cantidad acumulada} - \text{inversión original}$$

- Si se presta dinero, el interés será:

$$\text{Interés} = \text{cantidad debida} - \text{préstamo original}$$

En cualquiera de los dos casos, hay un aumento en la cantidad de dinero que originalmente se invirtió o se prestó, y ese aumento sobre la cantidad original es el interés. La inversión o préstamo original se denomina capital.

Así, un capital C , aplicado por un tiempo n , a una tasa de interés i , se convertirá en un monto M , al término de ese periodo. De esta manera, el monto evolucionará conforme a un modelo matemático del tipo:

$$M = C(1+i)^n$$

El factor $(1+i)^n$ por el cual se multiplica C para hallar el valor de M para cualquier periodo se conoce como "Factor de Interés Compuesto" o "Factor de Acumulación del Capital" (FAC).

b) Factor de actualización o de descuento

El factor de actualización o de descuento es la recíproca del factor de interés compuesto o de acumulación del capital. También es conocido como factor de valor actual. Así como el factor de interés compuesto sirve para calcular el valor final de una suma aplicada a una tasa de interés determinada por un tiempo especificado, el factor de actualización reduce los valores finales sucesivos a un valor presente equivalente, "descontándolos" a una tasa determinada.

De esta manera, el valor presente C de una suma prometida M al final de un periodo n , es igual a M dividido por $(1+i)^n$. O bien, se denomina valor actual al capital C , que debería ser invertido a una tasa de interés i , durante n periodos, para acumular un monto M . Expresado esto en una ecuación:

$$C = \frac{M}{(1+i)^n} = M(1+i)^{-n}$$

El factor $\frac{1}{(1+i)^n}$ recibe el nombre de "Factor de Actualización" o de "Descuento" o simplemente "Factor de Valor Actual" (FVA). Este es el factor que actualiza o reduce a su valor presente cualquier cantidad de dinero a ser pagado o recibido en el futuro. Basta determinar la tasa de interés a ser utilizada y conocer el periodo de tiempo o número de años que separa lo actual del futuro para efectuar el cálculo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

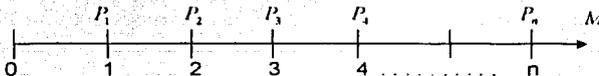
V.2.3.2. Series uniformes de flujos de efectivo

Como se mencionó, los dos casos examinados anteriormente se refieren a la determinación del valor futuro o presente de una sola magnitud dada en un momento determinado. Por otro lado, existen otros casos de aplicación del interés compuesto que consideran magnitudes uniformes distribuidas a lo largo de un horizonte de tiempo. Estos casos son conocidos como de "pagos periódicos uniformes" y los respectivos factores como de "acumulación" o de "actualización" de series uniformes, según se trate de acumular toda la serie al fin del último periodo o de actualizar al inicio del primer periodo. Los pagos periódicos no uniformes, son tratados como pagos únicos y las magnitudes correspondientes a cada periodo son individualmente "acumulados" o "descontados" y, posteriormente, sumados para hallar el valor final o inicial deseado. En este último caso, los factores a ser utilizados son los de interés compuesto y el de actualización.

A continuación, se relacionan los cuatro casos de aplicación del interés compuesto al tratamiento de "series uniformes" de flujos de efectivo.

a) Valor futuro de una serie uniforme de pagos o cobros (anualidades)

La representación gráfica del flujo sería la siguiente:



Siendo:

$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = \dots = P_n$, la serie de pagos (o cobros) iguales, y M = el valor acumulado final de esta serie que se desea determinar, y n = número de periodos.

La fórmula para determinar M es:

$$M = P \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

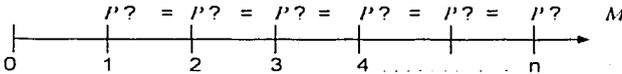
Como el valor de P es conocido, para hallar M basta multiplicar P el factor $[(1 + i)^n - 1] / i$, conocido como *factor de valor futuro de una serie de pagos iguales*, o *factor de acumulación de una serie uniforme*. Su sigla es FVFA = Factor de Valor Futuro de una Anualidad. Así, se tiene que:

$$M = P \times FVFA$$

b) *Valor de una serie uniforme equivalente a una suma futura*

La cuestión es saber cómo una serie futura M , conocida, puede ser dividida en sumas parciales periódicas iguales P , desconocida.

En una escala gráfica este problema se representa:



Como se observa se trata de la recíproca del caso anterior. El valor conocido P , del caso anterior, se convierte ahora en desconocido y la incógnita M en el caso anterior se vuelve conocido. De esta manera:

$$P = M \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

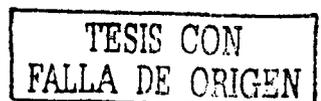
Donde los valores de M , n e i son conocidos. El factor $\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$ es conocido como Factor de Fondo de Amortización (FFA). Donde:

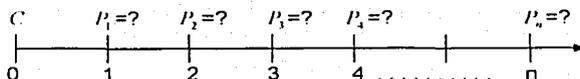
$$P = M \times FFA$$

c) *Valor de una serie uniforme equivalente a una suma actual.*

En este problema el valor de C (inversión inicial) es conocido y se desea encontrar una serie de pagos uniformes ($P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = \dots = P_n$), hechos al fin de cada periodo que sea equivalente a valor actual C .

Gráficamente, el problema se representaría como:





En este caso P representa la parcela anual uniforme en que C se distribuye, a lo largo de n periodos de tiempo y a una tasa i conocida. P Representa, en suma, retiradas parciales iguales, durante n años y cuya suma sea al fin del último periodo o al inicio del mismo equivalente al valor actual de C .

Su fórmula es:

$$P = C \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$



El factor entre corchetes es el Factor de Recuperación del Capital (FRC), de donde la fórmula anterior puede ser reescrita de la siguiente manera:

$$P = C \times FRC$$

d) Valor actual de una serie de pagos uniformes

Este caso es la inversa del problema anterior. Aquí se conoce el valor de P , sucesivos e iguales, dados durante n periodos de tiempo y se desea determinar el valor actual de esta serie, o sea, C .

Así pues, en este problema se desea determinar el valor de C , es decir, la inversión inicial necesaria, conociendo los valores anuales uniformes de los sucesivos P . Así, se tendrá la siguiente fórmula

$$C = P \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

El factor entre corchetes es el Factor de Valor Actual de una Anualidad (FVAA), de donde resulta que:

$$C = P \times FVAA$$

Los seis problemas básicos examinados en los puntos anteriores, incluidos los casos de acumulación y de descuento de pagos únicos, constituyen, esencialmente, las nociones de equivalencias de series cronológicas de costos e ingresos, imprescindibles para el tratamiento de flujos de efectivo.

V.2.3.3. Gradientes aritméticos y geométricos

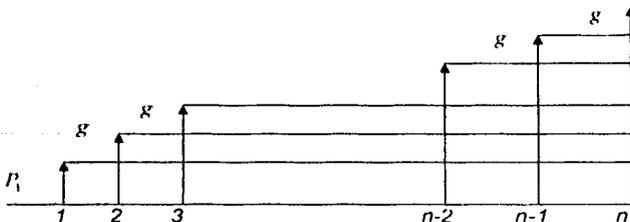
Ciertos proyectos de inversión generan flujos de efectivo que crecen o disminuyen una cierta cantidad constante cada período. Por ejemplo, los gastos de mantenimiento de un cierto equipo se pueden incrementar una cierta cantidad constante cada período. También, es posible que ciertos proyectos generen flujos que se incrementan un cierto porcentaje constante por cada período. Este último caso se comprende fácilmente cuando se supone que los flujos por el efecto de la inflación crecen a un porcentaje constante por período. A continuación, se exponen las fórmulas de equivalencias para flujos de efectivo que se comporten en forma de gradiente ya sea aritmético o geométrico.

a) Gradiente aritmético

Un flujo de efectivo en forma de gradiente aritmético sería aquel que aparece en la gráfica 5.1. Como puede observarse en esta gráfica, el flujo del primer año es P_1 , y del segundo año en adelante el flujo se incrementa en una cantidad constante g . Por consiguiente, si se quiere transformar el flujo de efectivo de la gráfica 5.1. a uno parecido al de la gráfica 5.2., el cual es completamente equivalente, una alternativa es considerar que en el período dos empieza una serie uniforme de flujos de efectivo de tamaño g . También otra serie uniforme de flujos de efectivo empieza en el período tres y así sucesivamente hasta llegar al último período.

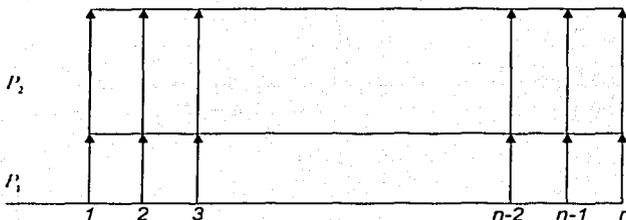
Gráfica 5.1.

Flujos de efectivo en forma de gradientes aritméticos.



Gráfica 5.2.

Flujo de efectivo equivalente al mostrado en la figura 5.1.



De acuerdo con esta lógica, la cantidad P_2 se puede determinar por medio de la siguiente expresión, que recibe el nombre de serie uniforme del gradiente:

$$P_2 = g \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La fórmula anterior recibe el nombre de serie uniforme del gradiente, y el factor entre corchetes es el "Factor de Gradiente de Serie Uniforme".

b) Gradiente geométrico

Los flujos de efectivo en forma de gradientes geométricos, como el de la gráfica 5.3, ocurren en ambientes crónicos inflacionarios o bien en épocas de recesión. Esto significa que los flujos de efectivo de un período al siguiente pueden aumentar o disminuir de acuerdo a un porcentaje fijo, es decir, el flujo de efectivo del K^{th} período se puede representar como:

$$P_k = P_1(1+j)^{K-1} \quad \text{para } K = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde j representa el porcentaje fijo de cambio (aumento o disminución) del flujo de efectivo entre un periodo y el siguiente. Conociendo este porcentaje de cambio entre un periodo y el siguiente, el valor presente de estos flujos vendría dado por la siguiente expresión:

$$C = P_1 \left[\frac{1 - (1+j)^n / (1+i)^n}{(i-j)} \right] \quad \text{Si } i \neq j$$

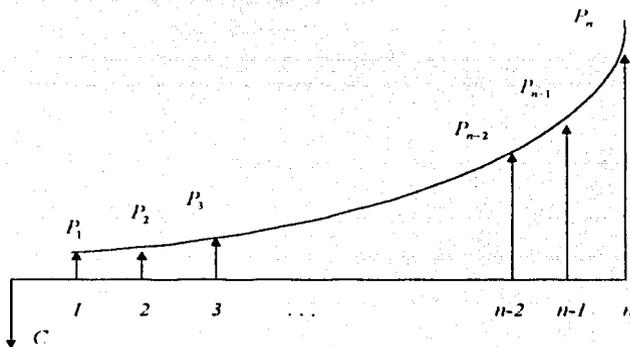
o la siguiente expresión:

$$C = \frac{nP_1}{1+j} \quad \text{Si } i = j$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 5.3.

Flujos de efectivo en forma de gradiente geométrico



V.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Existen varios criterios que permiten evaluar un proyecto, los cuales se agrupan en dos tipos de métodos; los métodos de valores descontados que consideran el cambio de valor real del dinero a través del tiempo y que están relacionados en forma directa con el análisis de la rentabilidad, y los que no consideran éste elemento y que básicamente están relacionados con el análisis operativo del futuro proyecto.

Los principales métodos de evaluación de proyectos que utilizan el concepto de flujo de caja descontado son: el *costo anual uniforme equivalente*, el *valor actual neto*, la *tasa interna de retorno* y la *relación de beneficio-costos*. Entre los métodos que no utilizan valores descontados se encuentran: el *periodo de recuperación de la inversión*, la *tasa promedio de rendimiento* y el *punto de equilibrio*. A continuación, se exponen dichos métodos.

V.3.1. Costo anual uniforme equivalente

El costo anual uniforme equivalente (CAUE) es un método utilizado generalmente para la comparación de dos alternativas. En este método todos los beneficios (ingresos) y costos (desembolsos), irregulares o uniformes, deben convertirse en una cantidad anual uniforme equivalente (es decir, una cantidad al final del período) que es la misma cada período.

Para esto, el CAUE de una alternativa debe calcularse para un ciclo de vida solamente, porque como su nombre lo indica, el CAUE es un costo anual equivalente para toda la vida del proyecto. Si el proyecto continuara durante más de un ciclo, el costo anual equivalente para el próximo ciclo y subsiguientes, será exactamente igual que para el primero, suponiendo que todos los flujos de efectivo fueran los mismos para cada ciclo. A pesar de que la palabra "anual" está incluida en el nombre del método, el procedimiento desarrollado en puede usarse para hallar una serie equivalente uniforme, para cualquier interés periódico deseado.

Así, para este criterio la mejor alternativa es aquella que minimiza el costo anual actualizado. Si los beneficios son considerados de signo positivo y los costos de signo negativo, la mejor alternativa será aquella que tenga el valor anual uniforme equivalente mayor y positivo. Por el contrario, si los costos son positivos y los beneficios negativos, la mejor alternativa será aquella que tenga el mayor valor anual uniforme equivalente negativo.

La mecánica del cálculo del costo anual uniforme equivalente, se lleva de la siguiente manera:

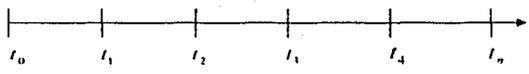
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1. Cada alternativa deberá ser descrita en términos de:

- Inversión inicial, o sea el costo de implantación.
- Costo anual de operación.
- Vida útil.
- Valor residual, o sea el valor recuperable de la inversión al término de su vida útil.
- Beneficios anuales esperados.

2. Estos valores se llevan a una escala de tiempo:

Costos de operación _____ Valor
 Beneficios _____ Residual



Inversión
Inicial

3. Se escoge la tasa de interés apropiado (tasa de interés del mercado o costo de oportunidad de capital)

4. Si los costos de operación, así como los beneficios, son uniformemente distribuidos a lo largo de la vida útil prevista, entonces:

Distribuir uniformemente el valor de la inversión inicial utilizando el Factor de Recuperación del Capital, definido como

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Con "i" y "n", o sea tasa de interés elegida y vida útil prevista, se encuentra el valor del FRC. Se multiplica la inversión por el valor del FRC y el resultado es el costo de capital anual y uniformemente distribuido.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

147

Entonces:

$$CAUE = B - (CO + CK), \text{ donde:}$$

- CAUE = costo anual uniforme equivalente;
- B = beneficios anuales uniformes;
- CO = costos de operación anuales uniformes;
- CK = costos de capital anual uniforme.

5. Si los costos de operación y los beneficios no son uniformemente distribuidos a lo largo del tiempo —caso más próximo de la realidad— entonces la única alteración que deberá ser introducida al procedimiento mencionado en el inciso 4) es:

Reducir todos los valores del costo anual de operación y todos los beneficios anuales a su valor actual al tiempo $t = 0$. También se puede reducir sólo las diferencias anuales entre costos de operación y beneficios a su valor actual. Para actualizar los valores diferentes, de costos y de beneficios, dados en tiempos diferentes, se utilizará el "factor de actualización" o de "descuento" explicado anteriormente. Este factor se define como:

$$F.A. = \frac{1}{(1+i)^n} \text{ y se encuentra tabulado de la siguiente forma:}$$

$$V.A.C.O. = \frac{CO_1}{(1+i)} + \frac{CO_2}{(1+i)^2} + \frac{CO_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{CO_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- V.A.C.O. = Valor actual de los costos de operación; y
- CO = Costo de operación.

De la misma manera se determinará el valor actual de los beneficios, esto es:

$$V.A.B. = \frac{B_1}{(1+i)} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \frac{B_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{B_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- V.A.B. = Valor actual de los beneficios anuales; y,
- B = Beneficios anuales.

Para simplificar el cálculo conviene trabajar sobre diferencias (Costos de operación - beneficios) anuales. Así, sólo es necesario actualizar la serie de diferencias, utilizando el mismo modelo de actualización.

Ahora bien, una vez actualizado los valores:

$$IACO + \text{Inversión inicial} = \text{Costo total actualizado.}$$

El siguiente procedimiento consiste en distribuir anual y uniformemente este costo total a lo largo de la vida útil prevista. Lo mismo se hará con los beneficios actualizados, utilizando en ambos casos el factor de recuperación del capital y siguiendo el procedimiento indicado en el inciso 4). De esta manera:

$$BT' \times FRC' - CT' \times FRC' = \text{Costo anual uniforme equivalente, donde:}$$

BT' = Beneficios totales actualizados;

CT' = Costos totales actualizados;

FRC' = Factor de recuperación del capital.

Este procedimiento repetido para todas las alternativas bajo estudio permite medir el valor relativo de cada una de ellas, en términos de sus respectivos valores de costo anual uniforme equivalente. Debe anotarse que el valor de recuperación o residual es tratado como beneficios y, si hubieran, costos asociados a desmantelamiento de instalaciones, equipos, etc., éstos deberán ser tratados como tales. Si esto ocurre es mejor trabajar con la diferencia entre un valor bruto de recuperación menos los costos de desmantelamiento y venta de las instalaciones y equipos residuales.

V.3.2. Valor actual neto

El método del valor actual neto (VAN) para la evaluación de alternativas, permite transformar futuros costos o beneficios en dinero equivalente al tiempo actual. Es decir, todos los flujos de efectivo futuros asociados con una alternativa son convertidos a valores de dinero actual.

De esta manera, este criterio permite comparar el resultado neto obtenido o previsto para cada alternativa o proyecto, a partir del cálculo de la diferencia entre el flujo de beneficios actualizados y el flujo de costos, también actualizados.

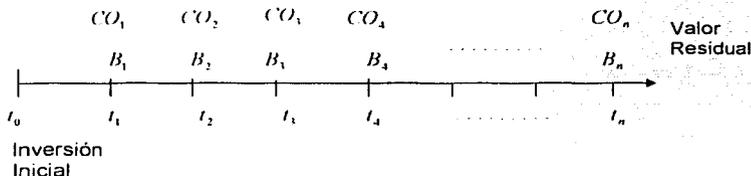
Es representado matemáticamente como:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t}$$

Donde:

- VAN = valor actual neto;
- i = la tasa de interés seleccionada para el descuento;
- B_t = la serie de beneficios anuales obtenidos en cada periodo t ;
- C_t = la serie de costos anuales incurridos en cada periodo t ;
- n = vida útil de la alternativa o proyecto.

Así, el flujo de costos y beneficios, la inversión inicial y el valor residual, si lo hubiera, pueden ser representados en una escala de tiempo de la siguiente manera:



Como el costo de construcción o inversión inicial ya está actualizado en $t = 0$, sólo se tiene que actualizar los sucesivos valores del costo de operación y sumar a la inversión inicial para tener el costo total actualizado (CT). El flujo de beneficios también se actualiza al tiempo $t = 0$. Los procedimientos de actualización para serie no uniforme de costos y beneficios, explicado anteriormente, también se aplican aquí. Así:

$$VACCO = \frac{CO_1}{(1+i)} + \frac{CO_2}{(1+i)^2} + \frac{CO_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{CO_n}{(1+i)^n}$$

Donde las convenciones para $VAC(O)$ y (CO) se mantienen y representan el valor actual ($VAC(O)$) de todos los costos de operación (CO) ocurridos en los distintos periodos.

Los valores actuales de los beneficios se determinan de igual manera, siendo:

$$VAB = \frac{B_1}{(1+i)} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \frac{B_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{B_n}{(1+i)^n}$$

De esta manera el valor actual neto de cada alternativa considerada en el análisis estará dada por:

$$VAN = VAB - VAC$$

Donde:

VAN = valor actual neto

VAB = valor actualizado de los beneficios

VAC = CT = costo total actualizado.



El valor residual será tratado como beneficio y si hubieran costos de desmantelamiento o de liquidación de ese valor residual, éstos serán considerados como costos de la alternativa del proyecto. Este criterio permite, pues, seleccionar la alternativa de mayor valor actual neto positivo si se trata de un proyecto y sus respectivas alternativas. Por el contrario, si se considera un sistema de proyectos para organizar un programa o formular un presupuesto por programas, los proyectos serían colocados en orden de prioridades conforme sean sus respectivos valores actuales netos y positivos. Así, distinta combinación de proyectos —con valores actuales netos diferentes— conduciría a resultados diferentes. Una combinación dada sería la mejor y ésta estaría determinada por el conjunto de proyectos de valores netos actuales mayores y positivos.

La interpretación de proyectos de valores netos igual a cero es la misma que la dada en el caso de costos anuales uniformes equivalentes igual a cero. Tales proyectos devuelven exactamente el dinero invertido en ellos, pagando los costos de operación anuales y los costos de capital (depreciación) sin dejar excedentes. Los de valor actual neto negativo, claramente significan pérdida para el inversionista porque no restituyen ni el valor de las inversiones iniciales. Estos proyectos o alternativas están así fuera del proceso decisorio, fundado en criterios cuantitativos. Su selección sólo será posible bajo nuevas condiciones o con elementos de calificación que no son los de carácter económico.

De lo anterior, se han aceptado algunos criterios generales de aceptación o rechazo de proyectos, es decir, si $VAN > 0$, el proyecto se acepta; si $VAN = 0$, el proyecto se revisa, se reelabora o se pospone; y si $VAN < 0$, el proyecto se rechaza.

V.3.3. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés pagada sobre saldos insolutos de dinero tomado en préstamo o la tasa de interés ganada sobre el saldo no recuperado de una inversión (préstamo), de tal manera que el pago o ingreso final, lleva el saldo a cero, considerando el interés.

La tasa de retorno se expresa como porcentaje por período, por ejemplo, $i = 10\%$ anual y siempre es positiva, $i > 0$; es decir, no se considerará el hecho de que el interés pagado por un crédito es realmente una tasa de retorno "negativa". Obsérvese que la definición anterior no determina que la tasa de retorno se establezca sobre el monto inicial de la inversión, más bien lo hace sobre el saldo no recuperado, el cual varía con el tiempo.

Es decir, cuando se pide dinero prestado, la tasa de interés se aplica al saldo insoluto de tal manera que el monto total del crédito y los intereses quedan cancelados exactamente con el último pago. Si alguien presta dinero para un proyecto o invierte en él, existe un saldo no recuperado en cada período de tiempo. La tasa de interés es el retorno sobre este saldo no recuperado de tal manera que el crédito total y los intereses se recuperan exactamente con el último pago. La tasa de retorno define ambas situaciones.

Así, aunque las dos definiciones de tasa interna de retorno, expuestas al inicio, están establecidas en forma diferente, se está describiendo sólo un concepto fundamental; en que la tasa interna de retorno es aquella tasa que iguala los valores actualizados del flujo de costos y beneficios. Dicho de otra manera, es la tasa de interés que convierte a cero la diferencia de costos y beneficios actualizados, esto es, el valor actual neto. Su expresión matemática es

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} = 0$$

Así, la tasa de interés i ahora pasa a ser r para indicar que ella es determinada internamente y no como en los casos anteriores, seleccionada o dada exógenamente (tasa de interés del mercado o costo de oportunidad del

capital). Este método de la tasa interna de retorno no se necesita enfrentar el delicado problema de selección de la tasa de interés para descontar la serie de costos y beneficios. Ella viene a ser la tasa a la cual valores de costos y beneficios actualizados son iguales.

Ahora bien, para la decisión de inversión con base en la tasa interna de retorno, se considera que debe seleccionarse el proyecto cuya TIR sea mayor a la tasa de oportunidad que los inversionistas han escogido. De esta manera, si $TIR > r$, el proyecto se acepta; si $TIR = r$, el proyecto se revisa, se reelabora o se pospone; si $TIR < r$, el proyecto se rechaza; donde r es la tasa de interés del mercado o tasa de oportunidad del capital.

V.3.4. Relación beneficio-costo

Este indicador se define como la relación entre los beneficios y los costos de un proyecto generalmente a valores actuales. Es decir, si se toma los valores actualizados del flujo de beneficios y se divide por los valores actualizados de los costos se obtiene el coeficiente llamado beneficio-costo, que mide la importancia relativa de diferentes alternativas o diferentes proyectos. Su expresión matemática, es por lo tanto

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} = \frac{\text{Suma de valores actualizados de beneficios}}{\text{Suma de valores actualizados de costos}}$$

Las convenciones son las mismas que en el caso del valor actual neto, pues rigurosamente hablando el coeficiente de beneficios no es más que otra manera de expresar el valor relativo de los proyectos o de las alternativas a partir de la consideración de sus valores de beneficios y costos actualizados. El procedimiento de descuento de los sucesivos valores de costos y beneficios es el mismo que el descrito para el caso del cálculo del valor actual.

La selección de las alternativas o de los proyectos se funda en el valor del coeficiente obtenido para cada alternativa o para cada proyecto. En general, si la relación $B/C \geq 1$, el proyecto deberá aceptarse por cuanto indica que sus beneficios son mayores que sus costos o equivalentes a la tasa de oportunidad, que es la conveniente para los inversionistas. Si el indicador $B/C < 1$, el proyecto se debe rechazar, pues indica que los beneficios son menores que los costos.

En el caso de proyectos que se excluyen mutuamente (alternativas de un mismo proyecto), se seleccionará aquel de coeficiente positivo superior a los demás. En el caso de proyectos independientes —sistema de proyectos necesarios para organizar un programa o para incluir en un presupuesto por programa— la selección se hará entre todos los proyectos de coeficiente mayor que la unidad, comenzando por el de mayor coeficiente y descendiendo hasta el límite de los recursos financieros disponibles.

V.3.5. Periodo recuperación de la inversión

Es el período en el cual la inversión será recuperada a través de los beneficios que producirá dicho proyecto, o bien, el tiempo transcurrido entre el comienzo de la inversión en el proyecto y el momento en que los beneficios acumulados se igualan con los costos acumulados. Dicho de otra forma, cuando el flujo neto acumulado pasa por cero.

Como este método indica cuál es el tiempo que habrá que esperar para que el proyecto devuelva lo invertido en él, cuanto menor sea este tiempo, tanto más ventajoso será el proyecto desde el punto de vista económico-financiero.

No es un método racional, por no tener en cuenta el valor-tiempo del dinero. El principio en que se basa este método es que, en tanto más corto sea el plazo de recuperación y mayor la duración del proyecto, mayor será el beneficio que se obtenga

El concepto de recuperación conduce a la igualdad:

$$-\sum_{j=0}^{j=t} (C_j - B_j) = I$$

O bien:

$$I + \sum_{j=0}^{j=t} (C_j - B_j) = 0$$

Donde:

I = la inversión

C_j = costo operativo en el periodo j

B_j = beneficio operativo en el periodo j

t = el tiempo de recuperación de la inversión

En la que deberá encontrarse el periodo t que satisfaga la ecuación. Dicho en forma más explícita y de acuerdo a la última igualdad, consiste en determinar el tiempo t , que resulta de deducir de la inversión la generación de fondos, hasta agotarla.

Si el valor $C_j - B_j$ constituye el costo menos el beneficio financiero en el periodo j , o sea el flujo neto de caja, para calcular t , se deben sumar los flujos netos de caja de los sucesivos periodos unitarios de tiempo, hasta que la suma se haga igual a cero.

La ventaja de este método, es que permite efectuar fácilmente la evaluación, indica durante cuanto tiempo se arriesga el dinero invertido y resulta muy conveniente cuando es difícil pronosticar proyectos a largo plazo. La desventaja de este método, es que no toma en cuenta el valor-tiempo del dinero y no indica la rentabilidad del proyecto.

V.3.6. Tasa promedio de rendimiento

Es un indicador para evaluar proyectos de inversión que expresa la relación de la utilidad neta promedio entre la inversión total inicial, se le conoce también como tasa contable simple de rendimiento; y se expresa en porcentaje, como:

$$TPR = \frac{U}{I} \times 100$$

Donde:

TPR = tasa promedio de rendimiento

U = utilidad neta promedio

I = inversión total inicial

No utiliza valores descontados y al emplear promedios no permite detectar diferencias que pueden presentarse a lo largo de la operación. También puede determinarse una tasa promedio de rendimiento anual o tasa de rentabilidad inmediata (TRI), dividiendo la utilidad neta del ejercicio entre el valor promedio de la inversión en el ejercicio correspondiente.

V.3.7. Punto de equilibrio

Este es un indicador económico financiero que no utiliza valores descontados; se calcula con base en la integración de los costos clasificados en variables, yijos en relación con los ingresos por ventas. Se dice que el punto de equilibrio es el

nivel donde los ingresos por ventas se igualan con los costos totales, por lo que ahí la empresa no obtiene pérdidas ni ganancias.

Si se parte del supuesto de que los costos fijos (depreciaciones, impuestos, seguros, costos financieros, mantenimiento, etc.) son independientes de las cantidades de producción obtenidas, y que los costos variables (materias primas, mano de obra directa, mantenimiento de equipo, empaques y almacenamiento, etc.) actúan proporcionalmente a la producción, al estimar el punto de equilibrio deben conocerse los costos para una capacidad productiva máxima y para diferentes porcentajes de utilización de dicha capacidad, ya que así se estimará para varios años de operación de la empresa.

La determinación del punto de equilibrio en unidades monetarias, se puede calcular de manera directa a través de la ecuación:

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{IV}}$$

También, puede expresarse como un porcentaje de la capacidad que debe utilizarse, como mínimo, para alcanzar el punto de equilibrio:

$$PE = \frac{CF}{IV - CV} \times 100$$

Donde:

PE = punto de equilibrio

CF = costos fijos

CV = costos variables

IV = ingresos por ventas

Así, un proyecto será más atractivo mientras menor sea el punto de equilibrio.

V.3.8. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es un método que permite conocer los efectos sobre la rentabilidad del proyecto si se presentaran circunstancias diferentes a las previstas en el planteamiento original; también, permite determinar qué tan riesgoso es el proyecto ante variaciones en las condiciones esperadas.

De echo, los indicadores de rentabilidad señalados anteriormente (VAN, TIR, etc.) se obtienen sobre la base de los valores (costos y beneficios) que se han presentado en el estudio del proyecto como los que probablemente corresponderán a su desarrollo normal, tanto durante el periodo de inversión como en el de operación. Sin embargo, es preciso reconocer que esos valores no representan más que aproximaciones a una realidad futura, en la que influirán una serie de acontecimientos aleatorios.

Por ello, es conveniente introducir en los cálculos, algunos elementos que ayuden a simular diferentes situaciones alternativas, que afecten en especial las variables más estratégicas del cálculo de la rentabilidad. Por ejemplo, para la estimación de los beneficios de un proyecto durante su operación, se ha tomado como base cierta tarifa por el uso del servicio, en atención a una serie de elementos de juicio; para determinar la solidez económica del proyecto convendrá, sin embargo, suponer variaciones en esa tarifa y recalcular los indicadores arriba señalados con estas nuevas tarifas; de esta forma se podrá estimar el rango de variación de tarifas que el proyecto puede absorber sin alterar significativamente el valor de los indicadores primitivamente obtenidos.

Un análisis de naturaleza similar podría realizarse variando alguno de los componentes más significativos de los costos, como por ejemplo, la inversión, el costo de operación o de administración, el precio de algunos insumos básicos, o el costo atribuido a la mano de obra.

Asimismo, también es posible variar, como forma especial del costo, los tiempos previstos para las diferentes secuencias del proyecto y realizar los efectos que estas variaciones tendrían sobre su rentabilidad.

Así pues, estos análisis se agrupan con el nombre genérico de análisis de sensibilidad, ya que están señalando el grado en que variarán los resultados esperados del proyecto, frente a modificaciones probables de los elementos que lo componen.

CAPÍTULO VI

CASO PRÁCTICO

El proyecto consistente en la ampliación del sistema de agua potable de una localidad que tiene una población de 960 habitantes y cuenta con un sistema de agua potable que tiene totalmente agotada su fuente de abastecimiento, es decir, no suministra cantidad alguna de agua. Dada esta situación, los habitantes deben acarrear el agua desde una localidad cercana, a la que cada familia tiene que pagar 10 unidades monetarias mensuales por surtirse. El costo no monetario del acarreo ocasiona que el consumo por habitante al día sea de sólo 51 litros, lo cual está por debajo de la norma establecida por la Comisión Nacional del Agua (CNA) para este tipo de poblaciones.

En este contexto, con la finalidad de aumentar la certidumbre que tendrá la ejecución del proyecto sobre el nivel de bienestar de la sociedad, a continuación se realiza el análisis de factibilidad del proyecto de infraestructura: Ampliación del sistema de agua potable de una localidad, que incluye la utilización de la nueva fuente de abastecimiento y la ampliación de la red de distribución

ORIGEN DEL PROBLEMA

Del análisis de mercado se detecta que actualmente la fuente de abastecimiento que suministraba agua potable a la población en cuestión (estimada en 960 personas) está totalmente agotada, por lo que sus habitantes, para abastecerse, deben acarrear el agua desde una localidad situada aproximadamente a 500 metros de distancia

Del análisis de los aspectos técnicos, se tiene que para dar solución a este problema, se pretende realizar un proyecto que tendría como fuente de abastecimiento de agua potable, un pozo cercano a la localidad que tiene un gasto de producción de 20 litros por segundo (lps); asimismo se pretende ampliar la red de distribución a toda la población de la localidad. De acuerdo con los datos de crecimiento de la comunidad, del análisis de mercado, resulta que esta nueva fuente tiene capacidad de abastecer al total de los habitantes en el corto y largo plazo (20 años)

SITUACIÓN ACTUAL Y SIN PROYECTO

Situación actual de la localidad

La localidad tiene una extensión de 235 Km² y una población actual estimada de 960 habitantes, que en su mayoría se dedica al cultivo de tierras de temporal y a la crianza de animales domésticos. Dicha población está formada por 160 familias con un índice de hacinamiento de 6 personas por familia.

La fuente de abastecimiento del sistema de agua potable de la localidad está totalmente agotada, por lo que el suministro de agua se realiza a través de acarreos desde una localidad cercana situada aproximadamente a 500 metros de distancia; además, únicamente el 20% de las familias cuenta con algún tipo de depósito para almacenarla.

En promedio, un miembro de cada familia de la localidad destina una hora al día en acarrear agua desde la localidad cercana; además, cada familia debe pagar 10 unidades monetarias mensuales por el derecho de tomar el agua de un hidrante.

Esta situación implica que el consumo por familia sea de 306 litros al día, lo que en promedio quiere decir que la dotación por habitante/día es de sólo 51 litros, la cual está por debajo de lo establecido en este tipo de comunidades; de acuerdo a la CNA, establece que la dotación mínima debería de ser 100 lts/hab/día.

Alternativa de solución

Según entrevistas realizadas con la población de la localidad, existe una alternativa de abastecimiento, adicional a lo que se propone con el proyecto motivo del análisis. Esta alternativa consiste en el suministro de agua a través de pipas. El precio de mercado de una pipa de 8 m³ en esa región es de 70.00 u.m. por lo que el metro cúbico tiene un costo de 8.75 u.m. Esto significa que el costo mensual por familia subiría a 80.30 u.m.; debido al alto costo, esta alternativa se considera inviable.

Optimización de la situación actual

Es necesario conocer los beneficios que aporta una situación base optimizada para no atribuirle beneficios ilegítimos al proyecto. En una evaluación económica se proponen medidas de optimización que eliminen obvias ineficiencias de la situación actual, por lo general, dichas medidas son administrativas o requieren de una inversión menor.

En este proyecto no se tienen medidas de optimización, ya que el problema es que la fuente de abastecimiento está agotada, y aunque se realicen pequeñas obras de mejoramiento en ésta u otras partes del sistema (obra de captación, línea de conducción, red de distribución, etc.) no se reduciría el problema de desabasto de agua.

Situación sin proyecto

La situación sin proyecto en una evaluación económica, es determinar qué es lo que sucedería con la empresa, el sector, el país o en este caso la localidad al realizar las medidas de optimización. Dicha situación debe determinarse para el horizonte de evaluación que se considera en la situación con proyecto. Al no existir medidas de optimización en este estudio, se tiene entonces que la situación actual es igual a la situación sin proyecto.

SITUACIÓN CON PROYECTO

Proyecto

Las acciones u obras necesarias para la realización del proyecto se señalan de acuerdo al componente o parte del sistema al que pertenecen, y son las siguientes:

a) Fuente de abastecimiento: Utilizar como nueva fuente de abastecimiento un pozo profundo que se ubica al sur de la localidad. De acuerdo con los aforos realizados, el pozo tendría un gasto de producción de 20 litros por segundo (lps). Para el proyecto se utilizarían solamente 5 lps, es decir, se tendría una capacidad de oferta de 157,680 m³/año.

b) Regularización. Construcción de un tanque de almacenamiento y distribución de una capacidad de 100 m³, que se ubicaría en las faldas de un cerro que se localiza al sur de la localidad

c) Línea de conducción:

- Instalación de 1,530 metros de tubería de P.V.C. de 4" de diámetro, que se colocaría del pozo profundo al tanque de almacenamiento y del tanque a la red de distribución.
- Instalación de una caja rompedora de presión en el tramo que se conduce por gravedad.
- Red de distribución: Instalación de una red de distribución de una longitud aproximada de 4,500 metros con tubería de fierro galvanizado en

diámetros que varían de 1 1/2" a 2 1/2". Esta red se ubicaría en las calles nuevas, y con ello abastecer al 100% de la localidad.

Ahora bien, una dotación de 200 litros habitante día (lhd) se considera adecuada para la situación con proyecto. Para conocer si el caudal que proporcionará el sistema (5 lps) es suficiente para abastecer la demanda de la población durante el horizonte de evaluación, se calculó la demanda de la población en m³/año, con base a la dotación con proyecto y al número de habitantes (Ver el cuadro 6.1., elaborado con los datos del anexo No. 7).

Cuadro 6.1. Proyección de la demanda			
Año	Población (habitantes)	Consumo (m³/año)	Capacidad instalada (m³/año)
0	960	17,870.40	-----
5	1,168	85,263.04	157,680
10	1,421	103,735.52	157,680
15	1,729	126,210.12	157,680
20	2,103	153,553.91	157,680

Del cuadro 6.1., se concluye que el caudal que proporcionará el sistema, es suficiente para abastecer la demanda de la población hasta por 20 años.

Dadas las características del sistema de agua potable, no se consideran pérdidas en él, cuando suministra 5 lps. La oferta de agua potable máxima que se podría lograr sería de 20 lps, es decir, de 630,720 m³/año. Se utilizó la tasa de crecimiento anual de la comunidad del 4% (Ver anexo No. 6).

Situación con proyecto

En la situación con proyecto, los habitantes de la población de la localidad tendrán el servicio de agua potable en sus casas, lo que implica que aumentaría el consumo de esta localidad.

Por otra parte, los habitantes ya no tendrán que acarrear el agua como lo hacían en la situación sin proyecto, ya que podrán tomar el agua directamente en sus tomas domiciliarias; asimismo, ya no tendrán que pagar la cuota de 10 u.m. mensuales que anteriormente pagaban a la otra localidad.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Los costos y beneficios del proyecto se identifican, cuantifican y valoran comparando la situación con proyecto con la situación sin proyecto, en un horizonte de evaluación de 20 años. En este análisis, se realiza la evaluación conjunta del proyecto de agua potable, que incluye la utilización de la nueva fuente de abastecimiento y la ampliación de la red de distribución.

Identificación, cuantificación y valorización de los costos

Los costos se dividen de la siguiente manera:

1. Costos de inversión

En estos costos se incluyen los materiales y mano de obra necesaria para realizar el proyecto (Ver el cuadro 6.2. elaborado con los datos del anexo No. 2).

Cuadro 6.2. Costos de inversión privados y sociales		
Concepto	Monto privado sin I.V.A. (u.m.)	Monto social ajustado a (u.m.)
Tanque de almacenamiento	50,500	44,420
Línea de conducción	73,900	65,002
Red de distribución	360,200	316,832
Supervisión de la obra	34,000	29,906
Bomba extractora	12,000	10,555
Total	530,600	466,716

En el Anexo No. 3 se muestra el desglose de los costos en materiales y mano de obra (estimaciones) y el ajuste realizado a precios sociales

2. Costos de operación y mantenimiento

Para determinar los costos de operación y mantenimiento, se emplea el método de tarificación, cuya técnica se basa en la utilización de diferentes tipos de tarifas (costos) para el cálculo de determinados costos, para esto, se utiliza el costo marginal de producción de la situación con proyecto de 1.87 u.m./m³; siendo el costo marginal (CMg) la variación monetaria en el costo de producción como resultado de agregar una unidad adicional.

Así, los costos de operación y mantenimiento, se calculan multiplicando el costo marginal de producción por el consumo de agua de la población durante el horizonte del proyecto (Ver anexo No. 7). Dicho costo se supondrá como correcto, sin embargo, se puede realizar el análisis de sensibilidad. Así, se tiene que.

$$\text{Costos Op. y Mant.} = \text{Costo Prod.} = \text{CMg} \times \text{Consumo}$$

Por otro lado, se tienen los costos fijos por la administración del sistema, se considera que éstos sean anualmente el 2.5% del monto de la inversión social (Ver anexos No. 3 y 7); o sea:

$$\text{Costos Admón.} = 466,716 \text{ u.m.} \times 0.025 = 11,668 \text{ u.m.}$$

3. Externalidades negativas

Las externalidades negativas son identificadas como el incremento en la contaminación del medio ambiente que provocaría la descarga adicional de las aguas residuales. Dado lo extenso de su estimación, en este estudio se manejará como intangible, es decir, que no puede expresarse en términos cuantitativos monetariamente.

Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios

Los beneficios que aporta el proyecto a la localidad son los siguientes:

a) Ahorro del pago mensual (liberación de recursos)

En la situación sin proyecto, cada vivienda tiene que realizar un pago mensual de 10 u.m. a la localidad que les permite abastecerse, para efectos de valoración, se hace el supuesto de que el pago es igual al costo social de producir el agua en la localidad cercana. Sin embargo, con el proyecto se eliminaría este pago. De lo anterior, se obtiene el beneficio anual de la siguiente manera:

$$160 \text{ viviendas} \times 10 \text{ u.m./mes} = 1,600 \text{ 00 u.m./mes en la localidad}$$

$$1,600 \text{ 00 u.m./mes} \times 12 \text{ meses/año} = 19,200 \text{ 00 u.m./año.}$$

b) Ahorro en tiempo del acarreo (liberación de recursos)

En la situación sin proyecto, los habitantes de las 160 viviendas requieren del acarreo para abastecerse de agua potable. Con el proyecto, se eliminaría el acarreo y por consiguiente la población obtendría un beneficio por ahorro de tiempo. Así, podrían realizar otro tipo de actividades por las que podrían recibir algún salario.

Como se mencionó anteriormente, cada vivienda destinaba una hora al día en el acarreo de agua para satisfacer su consumo. Si consideramos que el salario

mínimo por jornada de 8 horas es de 15.60 u.m., es decir, 1.95 u.m./hora, obtenemos que el beneficio anual por este concepto sería de:

$$160 \text{ viviendas} \times 1 \text{ hora/día} = 160 \text{ horas/día en la localidad}$$

$$160 \text{ horas/día} \times 365 \text{ días/año} = 58,400 \text{ horas/año}$$

$$58,400 \text{ horas/año} \times 1.95 \text{ u.m./hora} = 113,880.00 \text{ u.m./año.}$$

c) Mayor consumo de agua potable

En este estudio, de situación con proyecto, se estima el beneficio por mayor consumo de agua potable para dos situaciones: i) cuando la tarifa es igual al costo marginal de producción, es decir 1.87 u.m.; y ii) cuando la tarifa es igual a cero.

i) Cuando la Tarifa = 1.87u.m.

Para medir este beneficio, se obtendrá una curva de demanda lineal para todos los habitantes de la localidad, basada en dos puntos de equilibrio. En la gráfica 6.1, el punto "a" representa el precio y consumo alternativo de agua potable que se tiene en la situación sin proyecto, mientras que el punto "b" representa el costo y consumo con proyecto.

- *Consumo en la situación sin proyecto*

$$51 \text{ lts/hab/día} \times 960 \text{ habitantes} \times 365 \text{ días/año} = 17,870.4 \text{ m}^3/\text{año}$$

- *Precio alternativo (situación sin proyecto)*

$$\begin{aligned} \text{Costo total anual} &= \text{Ahorro del pago mensual} + \text{Ahorro en el tiempo del acarreo} \\ &= 19,200.00 \text{ u.m.} + 113,880.00 \text{ u.m.} = 133,080.00 \text{ u.m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo marginal} &= \text{Costo total anual} / \text{Consumo en la situación sin proyecto} \\ &= (133,080.00 \text{ u.m.}) / (17,870.4 \text{ m}^3/\text{año}) = 7.447 \text{ u.m./m}^3 \end{aligned}$$

- *Consumo en la situación con proyecto*

Como se mencionó anteriormente con el proyecto, los habitantes consumirán 200 litros al día, entonces se tiene que:

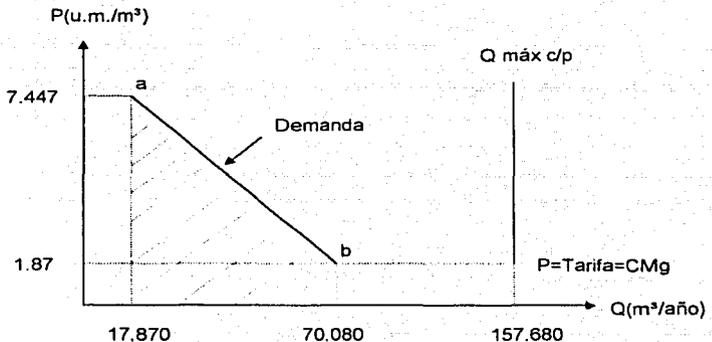
200 lts/hab/día x 960 habitantes x 365 días/año = 70,080 m³/año

- *Precio en la situación con proyecto*

Para determinar el precio o tarifa en la situación con proyecto, se utiliza el costo marginal de corto plazo de 1.87 u.m./m³. Se supuso que a esta tarifa, se consumirían 200 lhd.

Gráfica 6.1

Curva de demanda lineal, $T = CMg = 1.87$ u.m.
(Situación con proyecto)



De lo anterior, se obtiene que el beneficio anual por mayor consumo de agua potable cuando $T = 1.87$, valorado como el área bajo la curva de demanda, sería de:

$$\begin{aligned} & \{[(70,080 - 17,870) \times (7,447 - 1,87)] / 2\} + \{(70,080 - 17,870) \times (1,87)\} = \\ & \{[(7,447 + 1,87) \times (70,080 - 17,870)] / 2\} = 243,217.00 \text{ u.m./año.} \end{aligned}$$

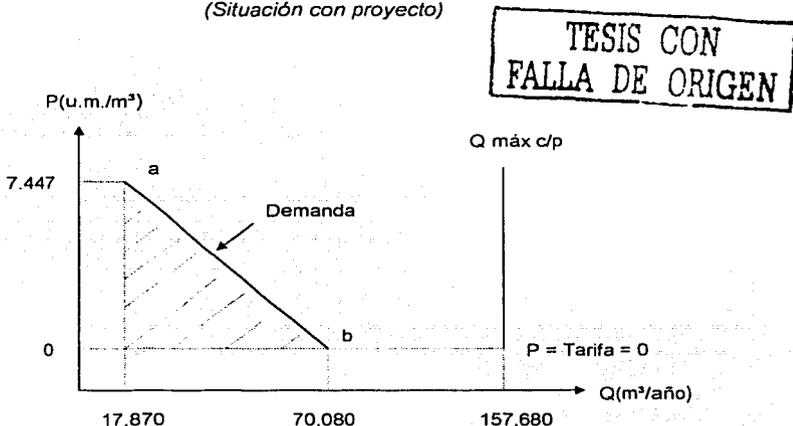
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ii) Cuando la Tarifa = 0 u.m.

Al igual que como se hizo en el caso de Tarifa = 1.87 u.m., se obtendrá una curva de demanda lineal para todos los habitantes de la localidad, basada en dos puntos de equilibrio. En la gráfica 6.2, se muestra este beneficio valorado como el área bajo la curva de demanda. Esta gráfica difiere de la anterior únicamente en que la Tarifa = 0 u.m.

Gráfica 6.2

Curva de demanda lineal, $T = 0$ u.m.
(Situación con proyecto)



De la gráfica anterior, se obtiene que el beneficio anual por mayor consumo de agua potable cuando $T = 0$, este concepto sería de:

$$[(70,080 - 17,870) \times 7,447] / 2 = 194,401.00 \text{ u.m./año.}$$

Cabe mencionar que el área delimitada por las coordenadas del punto "a" (17,870 4, 7 447), representa el beneficio por la liberación de recursos (ahorro del pago mensual más el ahorro en tiempo del acarreo); anteriormente valorados en los incisos a) y b)

En la gráfica anterior, se observa que al tratarse de una tarifa igual a cero, se tendría una pérdida social (rectángulo formado por el punto "b" y la línea de CMg) dada por un consumo mayor al óptimo.

d) Beneficios totales

Finalmente, el beneficio total que se obtiene por el ahorro del pago mensual, por el ahorro del tiempo del acarreo y por el mayor consumo de agua sería de:

- i) Cuando la Tarifa = 1.87 u.m.; 376,297.15 u.m./año;
- ii) Cuando la Tarifa = 0 u.m.; 327,481.18 u.m./año (Ver anexo No. 1).

Evaluación económica del proyecto

a) Cuando la Tarifa = 1.87 u.m. (Ver anexo No. 4)

Beneficios: Los beneficios son crecientes en el tiempo, por lo que se considerará que éstos se incrementan al 4% anual, lo cual es consistente con la tasa de crecimiento anual de esa población. El valor presente de los beneficios durante el horizonte de evaluación, sería de 2'472,841 00 u.m (Dos millones cuatrocientos setenta y dos mil ochocientos cuarenta y un u m)

Costos: El valor actual de los costos durante el horizonte de evaluación, sería de 1'424,813 00 u.m. (Un millón cuatrocientos veinticuatro mil ochocientos trece u m).

Evaluación: La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) en el primer año sería de 48.92%, es mayor que la tasa de descuento (18%), esto indica que el momento actual sería el óptimo para realizar la inversión de tal manera que el proyecto entre en operación en el primer año. Asimismo, los beneficios netos para el primer año serían de 228,338.00 u.m., mientras que el costo de oportunidad en ese mismo periodo sería 84,009 00 u.m., que se obtiene de multiplicar la inversión (466,716 u m) por la tasa de descuento (18%).

Valor Actual Neto (VAN) El VAN del proyecto sería de 1'048,028.00 u.m. (Un millón cuarenta y ocho mil veintiocho unidades monetarias), cifra que indica que es rentable socialmente.

Tasa Interna de Retorno (TIR): La TIR del proyecto sería de 53.09%, que es muy superior a la tasa de descuento social utilizada del 18%, indicando al igual que el VAN una alta rentabilidad social del proyecto

Relación Beneficio-Costo (B/C): La relación B/C del proyecto sería de 1.74; es mayor a uno, lo que indica que el proyecto deberá aceptarse, toda vez que sus beneficios son mayores que sus costos.

b) Cuando la Tarifa = 0 u.m. (Ver anexo No. 5)

Beneficios: El valor presente de los beneficios durante el horizonte de evaluación, sería de 2'152,046.00 u.m. (Dos millones ciento cincuenta y dos mil cuarenta y seis u.m.).

Costos: El valor actual de los costos durante el horizonte de evaluación, sería de 1'424,813.00 u.m. (Un millón cuatrocientos veinticuatro mil ochocientos trece u.m.).

Evaluación: La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) en el primer año sería de 38.46% e indica que el momento óptimo de la inversión sería el momento actual, ya que los beneficios netos para ese año serían de 179,522.00 u.m.; mientras que el producto obtenido de multiplicar la inversión (466,716 u.m.) por la tasa de descuento (18%) es, también, de 84,009.00 u.m.

Valor Actual Neto (VAN): El VAN del proyecto sería de 727,234.00 u.m. (Setecientos veintisiete mil doscientos treinta y cuatro u.m.), cifra que indica que es rentable socialmente

Tasa Interna de Retorno (TIR): La TIR del proyecto sería de 42.63%, que es muy superior a la tasa de descuento social utilizada del 18%; indicando al igual que el VAN una alta rentabilidad social del proyecto.

Relación Beneficio-Costo (B/C): La relación B/C del proyecto sería de 1.51; es mayor a uno, lo que indica que el proyecto deberá aceptarse, toda vez que sus beneficios son mayores que sus costos.

Análisis de sensibilidad

La evaluación del proyecto contiene datos que son susceptibles de cambiar, tales como, los costos de inversión, el número de viviendas que necesitan acarrear agua, el tiempo que destinan para ello, el costo marginal de producción, la tarifa, la tasa de descuento, los factores de ajuste a precios sociales, etc. De esta manera, los resultados de la evaluación pueden cambiar mediante un análisis de sensibilidad, de tal forma que un cambio en alguna de las variables antes mencionadas, afecta los resultados de todas las demás.

En el presente estudio, mediante esta técnica se estima el impacto en la rentabilidad del proyecto debido a una variación, tanto en los costos como en la tarifa.

Para analizar la sensibilidad a las tarifas, se parte del escenario base, $T = 1.87$ u.m., y se toman varios escenarios reduciendo la tarifa desde el 25% hasta el 100%. El reducir la tarifa al 100%, se explica en virtud de que se realizó la evaluación del proyecto cuando la tarifa $T = 0$ u.m. Asimismo, se toma el escenario incrementando la tarifa desde el 25% al 100%. Se analizaron dos parámetros, el VAN y el TIR.

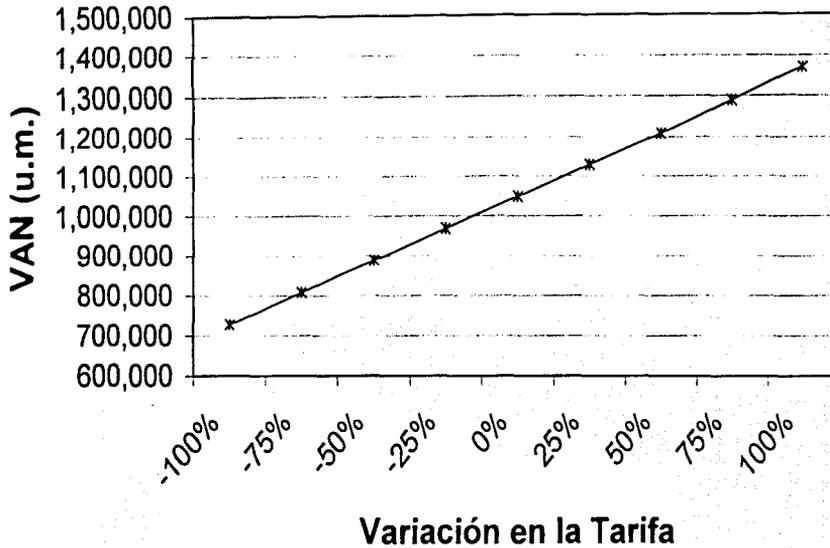
En la gráfica 6.3, obtenida con los datos de la tabla del anexo No. 8, se observa que el VAN es ascendente en línea recta, y siempre sus valores son de signo positivo, incluso cuando la tarifa es igual a cero. Lo mismo ocurre con el comportamiento de la TIR, como se observa en la gráfica 6.4. Por otro lado, se observa que los valores del VAN y de la TIR, siempre son mayores cuando la $T=1.87$ u.m., que cuando $T=0$ u.m. Sin embargo, en ambos casos, el comportamiento de los parámetros antes mencionados, indican que la rentabilidad social del proyecto se va incrementando conforme se incrementa la tarifa.

Ahora bien, para realizar la sensibilidad del proyecto en relación a los costos (inversión, operación y administración), se consideraron en ellos incrementos del 10%, 20%, 30%, 40% y 50%; y se examinó para dos situaciones, $T = 1.87$ u.m., y $T = 0$ u.m.; asimismo, también se analizaron los comportamientos del VAN y de la TIR. El resultado de la sensibilidad se muestra en las tablas de los anexos No. 9, cuando $T = 1.87$ u.m., y anexo No. 10, cuando $T = 0$ u.m., así como, en las gráficas 6.5 y 6.6, respectivas.

En ambos casos ($T= 1.87$ u.m. y $T= 0$ u.m.), como se observa en las gráficas 6.5 y 6.6. conforme aumentan los costos la tendencia de la curva del VAN y de la TIR, es en forma decreciente y, consecuentemente, la rentabilidad del proyecto también va decreciendo, hasta que finalmente deja de ser rentable. También, al igual que en la sensibilidad en la tarifa, se observa que los valores del VAN y de la TIR, en todo momento son mayores cuando la $T = 1.87$ u.m. que cuando $T = 0$ u.m.

Asimismo, se observa que la TIR, siempre es mayor que la tasa de descuento de 18%, aunque ligeramente cuando los costos se incrementan en un 50% y $T = 0$ u.m., pues en este último caso la TIR llega a ser de 18.37%.

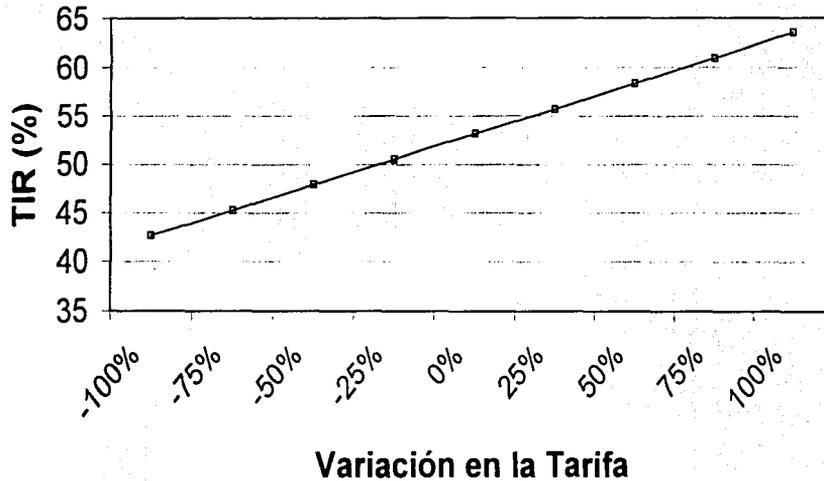
Gráfica 6.3
Análisis de Sensibilidad
Tarifa VS VAN
T=1.87 u.m.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

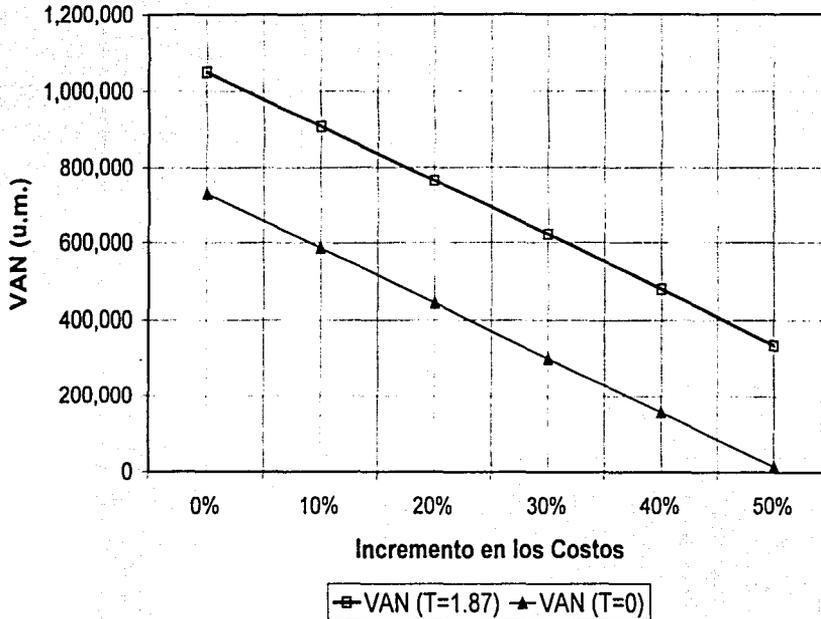
Gráfica 6.4
Análisis de Sensibilidad
Tarifa VS TIR

T=1.87 u.m.



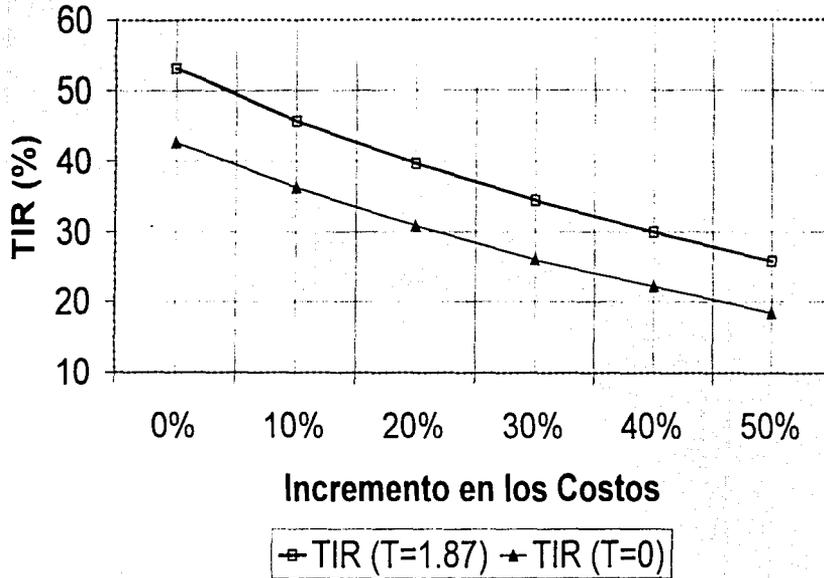
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 6.5
Análisis de Sensibilidad
Costos VS VAN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 6.6
Análisis de Sensibilidad
Costos VS TIR



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS

1. La evaluación económica del proyecto para la ampliación de la infraestructura del suministro de agua potable, que incluye la utilización de una nueva fuente de abastecimiento y la ampliación de la red de distribución, es rentable socialmente.

2. El proyecto resulta ser ligeramente más rentable, cuando la tarifa que deban pagar los usuarios, en la situación con proyecto, es igual a 1.87 u.m. que cuando es igual a cero.

3. La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) indica que el momento actual sería el óptimo para realizar la inversión, sea la tarifa igual a 1.87 u.m. o igual a cero.

RESUMEN EJECUTIVO

La localidad tiene una población de 960 habitantes y cuenta con un sistema de agua potable que tiene totalmente agotada su fuente de abastecimiento, es decir, no suministra cantidad alguna de agua. Dada esta situación, los habitantes deben acarrear el agua desde una localidad cercana, a la que cada familia tiene que pagar 10 00 u.m mensuales por surtirse. El costo no monetario del acarreo ocasiona que el consumo por habitante al día sea de sólo 51 litros, lo cual está por debajo de la norma establecida por la Comisión Nacional del Agua para este tipo de poblaciones.

Para dar solución a esta problemática, se pretende realizar un proyecto para la ampliación de la infraestructura del suministro de agua potable, que utilizaría como nueva fuente de abastecimiento un pozo cercano a la localidad; así también se ampliaría la red de distribución de tal forma que cubriera al 100% las viviendas de la localidad.

El proyecto permitiría que los habitantes de la localidad, aumenten su consumo de agua potable, eliminen el tiempo que destinan para el acarreo, y ahorren el pago mensual a la localidad cercana.

El presente estudio, ofrece una evaluación económica de este proyecto. En la propuesta se estableció que una vez realizado el proyecto, el consumo será de 200 litros habitante día. Por esta razón, la evaluación se realiza suponiendo dos situaciones diferentes: i) cuando la tarifa o precio que deberán pagar los consumidores en la situación con proyecto es igual al costo marginal de producción, en este caso de 1.87 u.m., y ii) cuando la tarifa es igual a cero.

Los costos y beneficios del proyecto se identifican, cuantifican y valoran comparando la situación con proyecto y la situación sin proyecto (actual).

optimizada), durante un horizonte de evaluación de 20 años. En este estudio se realiza la evaluación conjunta del proyecto de agua potable, que incluye la utilización de la nueva fuente de abastecimiento y la ampliación de la red de distribución. El resumen de los resultados se muestra en el cuadro 6.3.

CUADRO 6.3
RESUMEN DE RESULTADOS

CONCEPTO	Cuando T = 1.87 u.m.	Cuando T = 0 u.m.
PARÁMETROS		
Tasa de descuento	18% Anual	18% Anual
Horizonte de evaluación	20 Años	20 Años
COSTOS		
Inversión	466,716 u.m.	466,716 u.m.
CMg de corto plazo (Situación C/P)	1.87 u.m./m ³	1.87 u.m./m ³
Costos fijos anuales de administración	11,668 u.m.	11,668 u.m.
Valor Actual de los Costos (VAC)	1'424,813 u.m.	1'424,813 u.m.
BENEFICIOS		
Ahorro anual del pago mensual a la localidad que les permite abastecerse*	19,200 u.m.	19,200 u.m.
Ahorro anual en el acarreo de agua	113,880 u.m.	113,880 u.m.
Mayor consumo anual de agua potable	243,217 u.m.	194,401 u.m.
Beneficio total anual	376,297 u.m.	327,481 u.m.
Tasa anual de beneficios crecientes en el tiempo	4.00%	4.00%
Valor Actual de los Beneficios (VAB)	2'472,841 u.m.	2'152,046 u.m.
EVALUACIÓN		
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	48.92%	38.46%
Valor Actual Neto (VAN)=VAB-VAC	1'048,028	727,234
Tasa Interna de Retorno (TIR)	53.09%	42.63%
Relación Beneficio-Costo (B/C)	1.74	1.51
* Nota: Para efectos de valoración, se hace el supuesto de que el pago es igual al costo social de producir el agua		

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

Evidentemente el fundamento de la formulación del análisis de factibilidad de los proyectos de infraestructura, tiene que ver principalmente con la escasez de recursos económicos y el alto costo financiero de las inversiones públicas y privadas, que han llevado a los encargados de tomar decisiones en la materia, a buscar diversos mecanismos que les permita elaborar un esquema que conjunte los aspectos económicos, los financieros, de recursos humanos y materiales con el técnico de calidad, costo y tiempo, y de esta manera aplicar los recursos de manera eficiente y eficaz en el ámbito de inversiones en las obras de infraestructura.

En consecuencia, el presupuesto público y privado enfrenta cada vez mayores restricciones, mientras que las necesidades de la sociedad en bienes y servicios se transforman y se multiplican, lo que ha ocasionado que los rezagos en infraestructura sea cada vez mayor, por ello se requiere una atención cada día más estricta en oportunidad, costo y calidad para atender este problema, ya que como se mencionó los recursos son escasos, pero la población sigue creciendo y por ende las necesidades sociales también.

En este sentido, es imperativo que la construcción de proyectos de infraestructura se enmarque en la planeación nacional del desarrollo y se realicen en forma eficiente y eficaz, por lo cual es fundamental llevar a cabo los estudios de factibilidad, y con ello buscar las alternativas de los proyectos que sean óptimos en beneficios y con el mínimo costo, preservando la ecología y el medio ambiente; y de esta manera determinar la conveniencia social de construir los proyectos que se tengan programados, o en su caso, postergarlos o cancelarlos.

Para esto, la formulación del análisis de factibilidad, como un nivel de estudio dentro del ciclo de vida de los proyectos, es una etapa del proceso constructivo general donde se llevan a cabo los estudios, investigaciones y análisis que permiten demostrar la conveniencia de invertir en un proyecto determinado. Así, mediante este análisis se pretende facilitar la asignación de recursos para la ejecución de los proyectos, mismo que se basa en elementos informativos que muestran la bondad del proyecto a través de la medición y comparación de los beneficios y costos que produciría su realización.

En las conclusiones, acerca de la conveniencia de llevar a cabo los proyectos, debe tomarse en cuenta los aspectos de mercado, técnicos, ecológicos, financieros, económicos, institucionales, administrativos y político-sociales que lo afectan. A este respecto, es importante que la evaluación recoja

estas conclusiones y las analice con un enfoque que permita la ponderación o apreciación que se hace de los resultados obtenidos, comparándolos con los de otras posibilidades de aplicación de recursos, para determinar si es conveniente la construcción de un proyecto.

De esta forma, los elementos de la evaluación deben presentarse de manera que se destaquen las vinculaciones entre los datos obtenidos en los distintos estudios parciales y se evidencie la coherencia entre sus diversos planteamientos. Así, el análisis debe aportar elementos de juicio seguros sobre la viabilidad, conveniencia y oportunidad del proyecto descrito en todos los estudios realizados.

En este contexto, es fundamental que los proyectos de infraestructura estén vinculados al desarrollo sustentable, mediante un proceso evaluable con criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tienda a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funde en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Asimismo, es importante analizar y tomar en cuenta el contexto político y social de la localidad, región o país donde se pretende construir el proyecto; con el objeto de prevenir, detectar y en su caso controlar posibles problemas de esta índole que puedan afectar su construcción u operación y, por consiguiente, su rentabilidad.

De esta manera, resulta indispensable que los beneficios y costos no cuantificables monetariamente (intangibles, incommensurables) se describan cuidadosamente tratando de proveer elementos de juicio sobre su importancia. Pues generalmente se van a detectar consideraciones intangibles, es decir, que no pueden expresarse en términos cuantitativos. Asimismo, puede llegarse a detectar consideraciones incommensurables, o sea, que sí pueden expresarse en términos cuantitativos, pero que llevan consigo una dimensión que no es el dinero, y por lo tanto, no pueden reducirse a flujos monetarios.

Así, la evaluación de proyectos constituye un balance de las ventajas y desventajas de asignar a un proyecto los recursos necesarios para su realización, basado en las conclusiones de todos los estudios hechos en la fase de formulación. En efecto, la tarea de evaluar consiste en comparar los beneficios y los costos del proyecto, con miras a determinar si el cociente que expresa la relación entre unos y otros presenta o no ventajas mayores que las que se obtendrían con proyectos distintos, igualmente viables.

Bajo esta concepción, el propósito de la evaluación económica es el de conocer la posibilidad de que un proyecto propuesto contribuya al desarrollo de la economía en su conjunto, y que su contribución sea lo bastante grande como para justificar la utilización de los escasos recursos que se necesitan, tomando en

cuenta los usos alternativos que se pueden tener con los mismos recursos. De esta manera, el punto de vista que se adopta en el análisis económico es el de la sociedad como un todo, en otras palabras, se trata de determinar la rentabilidad económica o social del proyecto.

En suma, se podría decir que en la evaluación económica de proyectos se aplican ciertos criterios prestablecidos al análisis de los resultados netos del proyecto para decidir si es viable, conveniente y oportuno realizarlo. De tal manera, resultan algunos elementos básicos para fijar esos criterios:

- un marco de referencia externo, constituido por los objetivos del desarrollo económico y social, tal como se definen en la política económica vigente;
- una técnica adecuada para comparar proyectos a base de sus costos y beneficios reales, o sea un mecanismo de medición apropiado para comparar las ventajas y desventajas económicas del proyecto frente a las que pueden ofrecer otros proyectos;
- un conjunto de parámetros característicos de cada proyecto que se obtienen como conclusiones de los análisis parciales realizados para el estudio de factibilidad, del cual la evaluación constituye la conclusión final y formal.

Así pues, es importante asegurar que los proyectos no se presenten como unidades aisladas de acción, sino como parte de un contexto más amplio, de un sistema económico que a su vez no es independiente de circunstancias históricas, sociales y culturales del país o de la región a que se destinan los proyectos.

Por otro lado, el propósito de la evaluación financiera es obtener una medida de la rentabilidad financiera del proyecto, a fin de poder apreciar su conveniencia para el empresario en comparación con otras alternativas viables. Se trata pues de determinar la justificación de invertir en el proyecto desde el punto de vista privado y considera a dicho proyecto, aislado del resto del sistema económico general en que se desarrollará.

De esta manera, en los proyectos de infraestructura que inciden en el desarrollo económico y social, a nivel local, regional o nacional, es esencial la evaluación económica; en la cual al estar integradas y elaboradas las conclusiones de los estudios de mercado, técnico y financiero, paralelamente con el estudio de impacto ambiental, se abarcan determinados aspectos medulares que necesitan analizarse en un proyecto de esta naturaleza, donde lo fundamental debe ser la rentabilidad económica o social; pues de ser analizados bajo un enfoque de rentabilidad financiera o del inversionista privado, provocaría que los resultados no fueran adecuados, ya que debido a las imperfecciones del mercado, los precios vigentes en éste para los bienes y otros recursos que se

utilizarían en el proyecto, pueden no reflejar su verdadero valor para la economía como un todo.

Definido así el propósito del análisis de factibilidad, cabe hacer aún algunas consideraciones. En este sentido, una consideración consiste en ubicar adecuadamente el papel de la justificación del proyecto producto de la evaluación. Esto acentúa el hecho de que el análisis de factibilidad contiene en realidad la formulación final de una serie de verificaciones que se fueron haciendo durante el desarrollo de las sucesivas etapas de preparación del proyecto, que se concretan precisamente en dicho análisis de factibilidad, como instrumento de decisión o negociación. Así pues, la evaluación es un proceso continuo que se realiza durante la formulación del proyecto en forma progresiva en relación con el tipo de antecedentes y el tipo de análisis utilizados.

Lo que caracteriza la presentación formal del análisis de factibilidad, es el hecho de que los estudios de mercado, económicos y financieros, en cuyas conclusiones se basa la evaluación del proyecto, se pretende estén prácticamente concluidos, mientras el estudio técnico se lleva un punto que permite definir las soluciones adoptadas para los problemas de ingeniería básica (tamaño, proceso y localización), restando decidir tan sólo las cuestiones complementarias de la ingeniería de detalle (obra física, organización y programación), cuyas alternativas no deben modificar sustantivamente las soluciones encontradas. Sin embargo, puede ocurrir que esos estudios finales lleven a sugerencias de modificación en los esquemas planteados, pero si éstas fueran de carácter sustantivo habría que revisar el estudio de factibilidad o preparar uno nuevo.

Otra consideración, consiste en aclarar y describir los distintos entes de decisión que tienen interés en el análisis de factibilidad del proyecto en estudio; por cuya apreciación acerca del mismo, pudieran suscitarse sugerencias para modificarlo.

Un primer ente de decisión al que le interesa el análisis de factibilidad del proyecto, es la propia organización pública o privada que tenga a cargo su realización. A veces esta decisión toca a la empresa considerada globalmente, a través de sus directivos de primer nivel. Otras veces la decisión debe partir de alguna unidad interna y ser elevada a otro nivel dentro de la organización, como es el caso de los proyectos del sector público que se deciden en sucesivas instancias administrativas. El examen del anteproyecto definitivo que se efectúe en esta instancia puede resultar en sugerencias de cambios en los planteamientos hechos y hacer necesario un nuevo estudio de factibilidad.

Otro ente, son las instituciones de crédito que estudian el proyecto para decidir si otorgan o no el financiamiento requerido. Es muy frecuente que éstas examinen las condiciones de financiamiento planteadas para ajustarlas mejor a las líneas de crédito existentes y a sus normas de operación. Su decisión se basa en la evidencia presentada de que el proyecto no sólo atiende a los objetivos de

la política de desarrollo, sino que además asegura el reembolso de los capitales prestados y el pago oportuno de los intereses debidos y demás cargos del crédito.

Una tercera instancia en que puede someterse a examen el análisis de factibilidad del proyecto, correspondería a las organizaciones encargadas de la planeación, orientación y control de la economía de la región o país en que el proyecto se implante. En el caso de México, a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público le corresponde proyectar y coordinar la planeación nacional del desarrollo, asimismo, existen otras dependencias que participan en esta tarea, dentro del ámbito de su competencia, como la Secretaría de Desarrollo Social, entre otras, y a nivel local los gobiernos de los estados. Por otro lado, para una adecuada apreciación a este nivel, la evaluación y sus antecedentes deben también permitir que el análisis se extienda a otros aspectos de la política económica vigente, que aunque no interesen tan directamente al proyecto se incluyan en las preocupaciones de estas entidades.

Para ser apreciado en tan distintos entes y con enfoques no necesariamente coincidentes en su totalidad, el análisis de factibilidad debe comprender con amplitud y flexibilidad todos los aspectos del proyecto que interesen a la buena aplicación de los criterios correspondientes a los diversos enfoques. En consecuencia, la evaluación de un proyecto, debe basar sus conclusiones en datos expresamente presentados en el análisis de factibilidad, permitiendo así remontarse cuando sea necesario al origen de los elementos de juicio empleados en la evaluación.

Por consiguiente, la realización del análisis de proyectos es un trabajo interdisciplinario, arduo y complejo, el cual demanda contar con muchos elementos informativos, así como de la aplicación de metodologías especializadas. Para esto, es importante la formación de recursos humanos de alto nivel, con conocimientos, habilidades y actitudes que les permita investigar, desarrollar y aplicar metodologías y criterios para la toma de decisiones en la solución de problemas sociales relacionados con la construcción de proyectos infraestructura.

En este contexto, la ingeniería civil que tiene como finalidad proveer a los individuos y a la sociedad de satisfactores útiles, económicos y seguros, que tienden a mejorar su calidad de vida, el cometido de los ingenieros debe estar caracterizado por acciones y juicios conforme a su formación integral y valores trascendentales, orientados siempre de forma ética, honesta y responsable, comprometiéndose con la sociedad y su entorno.

ANEXOS

1. BENEFICIOS
2. COSTOS
3. COSTOS DE INVERSIÓN PRIVADOS Y SOCIALES
4. FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS (T = 1.87 u.m.)
5. FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS (T = 0 u.m.)
6. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN
7. TARIFICACIÓN
8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TARIFA (T = 1.87 u.m.)
9. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS (T = 1.87 u.m.)
10. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS (T = 0 u.m.)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 1 BENEFICIOS

1. AHORRO DEL PAGO MENSUAL Y DEL TIEMPO DE ACARREO

Viviendas que requieren del acarreo en la localidad	160
Índice de hacinamiento por vivienda o familia	6
Demanda en la <i>situación sin proyecto</i> (lts/hab/día)	51
Demanda en la <i>situación con proyecto</i> (lts/hab/día)	200
Tiempo destinado por viaje ida y vuelta (minutos)	60
Pago mensual por vivienda a localidad que les permite surtirse (u.m.)	10.00
Valor del tiempo por jornal de 8 horas (u.m.)	15.60
Tiempo destinado al acarreo en la comunidad (horas/año)	58400
Beneficio anual por <u>ahorro del pago mensual</u> (u.m.)	19,200.00
Beneficio anual por <u>ahorro en el tiempo del acarreo</u> (u.m.)	113,880.00

2. MAYOR CONSUMO DE AGUA POTABLE

Situación S/P

Demanda diaria por vivienda (litros/día)	306.00
Demanda anual en la localidad (m ³ /año)	17,870.40
Precio "alternativo" de abastecimiento (u.m./m ³)	7.45

Situación C/P

Demanda diaria por vivienda (litros/día)	32,000.00
Demanda anual en la localidad (m ³ /año)	70,080.00
Precio Cuando Tarifa = Costo Marginal (u.m./m ³)	1.87
Precio Cuando Tarifa = Cero	0.00

Beneficio anual por mayor consumo de agua potable, cuando $T = CMg$ (u.m.) **243,217.15**

Beneficio anual por mayor consumo de agua potable, cuando $T = 0$ u.m. **194,401.18**

Beneficio anual total, cuando $T = CMg$ (u.m.) **376,297.15**

Beneficio anual total, cuando $T = 0$ u.m. **327,481.18**

Tasa de crecimiento de beneficios **4.00%**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 2

COSTOS

<i>Concepto</i>	<i>Monto privado sin I.V.A. (u.m.)</i>
Tanque de almacenamiento	50,500
Línea de conducción	73,900
Red de distribución	360,200
Supervisión de la obra	34,000
Bomba extractora	12,000
TOTAL	530,600

Total costos privados de inversión (u.m.) =	530,600
--	----------------

Costos de operación

Costo marginal producción (u.m./m³) =	1.87
---	-------------

Costos fijos de administración

% del monto de la inversión	2.50%
Costos de administración privados (u.m.)	13,265

PRECIOS SOCIALES

Tasa de Descuento Anual	18%
Factores de ajuste (Precios sociales)	
mano de obra calificada	1.0
mano de obra semicalificada	0.8
mano de obra no calificada	0.7
Bienes comerciables internacionalmente:	
Deducción arancel promedio	25%
Factor de ajuste (tipo cambio)	1.11

TESIS CON
FALLA DE COSTOS

ANEXO 3
COSTOS DE INVERSIÓN PRIVADOS Y SOCIALES

1. PRIVADOS

Concepto	Monto (u.m.)
Tanque de almacenamiento	50,500
Línea de conducción	73,900
Red de distribución	360,200
Supervisión de la obra	34,000
Bomba extractora	12,000
Total privado	530,600

2. SOCIALES

Determinación de porcentajes de mano de obra y materiales

Concepto	Mano de obra (%)			Materiales (%)				
	Mano de obra (%)	Materiales (%)	Total (%)	Calificada	Semicalif.	No calif.	Comerciables	No comerciab.
Tanque de almacenamiento	20%	80%	100%	0%	100%	0%	60%	40%
Línea de conducción	20%	80%	100%	0%	100%	0%	60%	40%
Red de distribución	20%	80%	100%	0%	100%	0%	60%	40%
Supervisión de la obra	20%	80%	100%	0%	100%	0%	60%	40%
Bomba extractora	20%	80%	100%	0%	100%	0%	60%	40%

Costos de inversión sociales (u.m.)

Mano de obra:	Factor de ajuste:		
Calificada -	1.0	Bienes comerciables internacionalmente:	
Semicalificada -	0.8	Deducción arancel promedio	25%
No calificada -	0.7	Factor de ajuste (tipo cambio)	1.11

Concepto	Mano de obra (u.m.)	Materiales (u.m.)	Total (u.m.)	Mano de obra (u.m.)			Materiales (u.m.)	
				Calificada	Semicalif.	No calif.	Comerciables	No comerciab.
Tanque de almacenamiento	10,100	40,400	50,500	0	8,080	0	20,180	16,160
Línea de conducción	14,780	59,120	73,900	0	11,824	0	29,530	23,648
Red de distribución	72,040	288,160	360,200	0	57,632	0	143,936	115,264
Supervisión de la obra	6,800	27,200	34,000	0	5,440	0	13,586	10,880
Bomba extractora	2,400	9,600	12,000	0	1,920	0	4,795	3,840

Resumen costos sociales de inversión

Concepto	Monto (u.m.)
Tanque de almacenamiento	44,420
Línea de conducción	65,002
Red de distribución	316,832
Supervisión de la obra	29,906
Bomba extractora	10,555
Total social	466,716

Costos fijos de administración (social) **11,668** u.m

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

ANEXO 4
FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS DEL PROYECTO
 Cuando $T = 1.87$ u.m.

Horizonte de evaluación: 20 años, Cifras en unidades monetarias (u.m.)

Tasa de descuento = 18%
 Tasa de crecimiento de beneficios = 4.00%

CONCEPTO	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BENEFICIOS										
Ahorro del pago mensual		19,200	19,968	20,767	21,587	22,461	23,360	24,294	25,266	26,277
Ahorro en tiempo del acarreo		113,880	118,435	123,173	128,100	133,223	138,552	144,095	149,858	155,853
Mayor consumo de agua		243,217	252,946	263,064	273,586	284,530	295,911	307,747	320,057	332,859
Total		376,297	391,349	407,003	423,283	440,214	457,823	476,136	495,181	514,989
COSTOS										
Inversión	-466,716									
Operación		-136,292	-141,743	-147,413	-153,309	-159,442	-165,820	-172,452	-179,350	-186,524
Administración		-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668
Total	-466,716	-147,959	-153,411	-159,081	-164,977	-171,110	-177,487	-184,120	-191,018	-198,192
FLUJO DE EFECTIVO	-466,716	228,338	237,938	247,922	258,306	269,105	280,336	292,016	304,163	316,796
Factor valor presente =		0.8475	0.7182	0.6086	0.5158	0.4371	0.3704	0.3139	0.2660	0.2255
Valor presente =	-466,716	193,507	170,883	150,893	133,231	117,628	103,845	91,671	80,919	71,424
Valor presente acumulado =	-466,716	-273,209	-102,326	48,567	181,798	299,426	403,272	494,943	575,862	647,285
TRJ =		48.92%	50.98%	53.12%	55.35%	57.66%	60.07%	62.57%	65.17%	67.88%
VAB =	2,472,841									
VAC =	(1,424,813)									
VAN =	1,048,028									
TIR =	53.09%									
B/C =	1.74									

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

(Continuación)

ANOS										
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
27,328	28,421	29,558	30,740	31,969	33,248	34,578	35,961	37,400	38,896	40,452
162,087	168,570	175,313	182,326	189,619	197,203	205,091	213,295	221,827	230,700	239,928
346,174	360,021	374,422	389,398	404,974	421,173	438,020	455,541	473,763	492,713	512,422
535,588	557,012	579,292	602,464	626,562	651,625	677,690	704,798	732,989	762,309	792,801
-193,985	-201,745	-209,815	-218,207	-226,936	-236,013	-245,453	-255,272	-265,482	-276,102	-287,146
-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668
-205,653	-213,413	-221,483	-229,875	-238,603	-247,681	-257,121	-266,939	-277,150	-287,770	-298,814
329,935	343,599	357,810	372,589	387,959	403,944	420,569	437,858	455,839	474,539	493,988
0.1911	0.1619	0.1372	0.1163	0.0985	0.0835	0.0708	0.0600	0.0508	0.0431	0.0365
63,039	55,635	49,098	43,328	38,233	33,736	29,766	26,263	23,171	20,442	18,033
710,324	785,959	815,058	858,385	896,618	930,354	960,120	988,383	1,009,554	1,029,995	1,048,028
70.69%	73.62%	76.67%	79.83%	83.13%	86.55%	90.11%	93.82%	97.67%	101.68%	105.84%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 5
FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS DEL PROYECTO
 Cuando T = 0 u.m.

Horizonte de evaluación: 20 años, Cifras en unidades monetarias (u.m.)

Tasa de descuento = 18%
 Tasa de crecimiento de beneficios = 4.00%

CONCEPTO	AÑOS								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
BENEFICIOS									
Ahorro del pago mensual		19,200	19,968	20,767	21,597	22,461	23,360	24,294	25,266
Ahorro en tiempo del acarreo		113,880	118,435	123,173	128,100	133,223	138,552	144,095	149,858
Mayor consumo de agua		194,401	202,177	210,284	218,675	227,422	236,519	245,980	255,819
Total		327,481	340,580	354,204	368,372	383,107	398,431	414,368	430,943
COSTOS									
Inversión	-466,716								
Operación		-136,292	-141,743	-147,413	-153,309	-159,442	-165,820	-172,452	-179,350
Administración		-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668
Total	-466,716	-147,959	-153,411	-159,081	-164,977	-171,110	-177,487	-184,120	-191,018
FLUJO DE EFECTIVO	-466,716	179,522	187,169	195,123	203,394	211,997	220,943	230,248	239,925

Factor valor presente =		0.8475	0.7182	0.6086	0.5158	0.4371	0.3704	0.3139	0.2660
Valor presente =	-466,716	152,137	134,422	118,758	104,909	92,666	81,844	72,281	63,829
Valor presente acumulado =	-466,716	-314,579	-180,157	-61,399	43,510	136,175	218,020	290,300	354,130
TRI =		38.46%	40.10%	41.81%	43.58%	45.42%	47.34%	49.33%	51.41%

VAB = 2,152,046

VAC = (1,424,813)

VAN = 727,234

TIR = 42.63%

B/C = 1.51

TESIS COM
 1986

(Continuación)

9	10	11	12	13	14	AÑOS					
						15	16	17	18	19	20
26,277	27,328	28,421	29,558	30,740	31,969	33,248	34,578	35,961	37,400	38,896	40,452
155,853	162,087	168,570	175,313	182,326	189,619	197,203	205,091	213,295	221,827	230,700	239,928
266,051	276,693	287,761	299,272	311,243	323,692	336,640	350,106	364,110	378,674	393,821	409,574
448,181	466,108	484,752	504,142	524,308	545,280	567,091	589,775	613,366	637,901	663,417	689,953
-186,524	-193,985	-201,745	-209,815	-218,207	-226,936	-236,013	-245,453	-255,272	-265,482	-276,102	-287,146
-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668	-11,668
-198,192	-205,653	-213,413	-221,483	-229,875	-238,603	-247,681	-257,121	-266,939	-277,150	-287,770	-298,814
249,988	260,455	271,339	282,660	294,433	306,677	319,411	332,654	346,427	360,750	375,647	391,140
0.2255	0.1911	0.1619	0.1372	0.1163	0.0985	0.0835	0.0708	0.0600	0.0508	0.0431	0.0365
56,361	49,764	43,935	38,786	34,239	30,223	26,676	23,544	20,779	18,337	16,182	14,279
410,491	460,255	504,190	542,976	577,215	607,438	634,113	657,657	678,436	696,773	712,955	727,234
53.56%	55.81%	58.14%	60.56%	63.09%	65.71%	68.44%	71.28%	74.23%	77.30%	80.49%	83.81%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 6
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN
Localidad del proyecto

Para la proyección de la población, se utilizó la tasa de crecimiento anual de la comunidad del 4.00%, y como año base la población actual (año 0).

Población actual (año 0)	960
Tasa anual de crecimiento	4.00%

Año	Población (habitantes)
0	960
1	998
2	1,038
3	1,080
4	1,123
5	1,168
6	1,215
7	1,263
8	1,314
9	1,366
10	1,421
11	1,478
12	1,537
13	1,598
14	1,662
15	1,729
16	1,798
17	1,870
18	1,945
19	2,023
20	2,103

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 7
TARIFICACIÓN

Costo Marginal de producción (u.m./m³) = 1.87

Año	Población	Consumo (m ³ /año)	CMg Prod. (u.m./m ³)	Costo Prod. (u.m./año)	Inversión (u.m.)	Costo Adm. (u.m.)	Capac. inst (m ³ /año)
0	960	17870.40	-----	-----	466,716		-----
1	998	72883.20	1.87	136291.58	0.00	11,668	157680.00
2	1,038	75798.53	1.87	141743.25	0.00	11,668	157680.00
3	1,080	78830.47	1.87	147412.98	0.00	11,668	157680.00
4	1,123	81983.69	1.87	153309.50	0.00	11,668	157680.00
5	1,168	85263.04	1.87	159441.88	0.00	11,668	157680.00
6	1,215	88673.56	1.87	165819.55	0.00	11,668	157680.00
7	1,263	92220.50	1.87	172452.33	0.00	11,668	157680.00
8	1,314	95909.32	1.87	179350.43	0.00	11,668	157680.00
9	1,366	99745.69	1.87	185524.44	0.00	11,668	157680.00
10	1,421	103735.52	1.87	193985.42	0.00	11,668	157680.00
11	1,478	107884.94	1.87	201744.84	0.00	11,668	157680.00
12	1,537	112200.34	1.87	209814.63	0.00	11,668	157680.00
13	1,598	116688.35	1.87	218207.22	0.00	11,668	157680.00
14	1,662	121355.89	1.87	226935.51	0.00	11,668	157680.00
15	1,729	126210.12	1.87	236012.93	0.00	11,668	157680.00
16	1,798	131258.53	1.87	245453.44	0.00	11,668	157680.00
17	1,870	136508.87	1.87	255271.58	0.00	11,668	157680.00
18	1,945	141969.22	1.87	265482.44	0.00	11,668	157680.00
19	2,023	147647.99	1.87	276101.74	0.00	11,668	157680.00
20	2,103	153553.91	1.87	287145.81	0.00	11,668	157680.00

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TARIFA

Tarifa base T = 1.87 u.m.

ΔT (%)	T (u.m.)	VAN (u.m.)	TIR (%)
-100.0	0.0000	727,234	42.63
-75.0	0.4675	807,432	45.25
-50.0	0.9350	887,631	47.86
-25.0	1.4025	967,830	50.48
0.0	1.8700	1,048,028	53.09
+25.0	2.3375	1,128,227	55.70
+50.0	2.8050	1,208,426	58.31
+75.0	3.2725	1,288,624	60.92
+100.0	3.7400	1,368,823	63.53

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 9

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS

T = 1.87 u.m.

Δ Costos (%)	VAN (u.m.)	TIR (%)
10.0	905,547	45.76
20.0	763,066	39.64
30.0	620,585	34.42
40.0	478,103	29.90
50.0	335,622	25.92

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 10**ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS**

T = 0 u.m.

ΔCostos (%)	VAN (u.m.)	TIR (%)
10.0	584,752	36.21
20.0	442,271	30.81
30.0	299,790	26.15
40.0	157,309	22.06
50.0	14,828	18.37

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

BIBLIOGRAFÍA

- ALBA CASTAÑEDA, Jorge H.; y MENDOZA SÁNCHEZ, Ernesto R. *Factores de consistencia de costos y precios unitarios*, FUNDEC (Fundación para la Enseñanza de la Construcción, A.C.), México, 1988.
- ANTILL, James M; y WOODHEAD, Ronald W. *Método de la ruta crítica y su aplicación a la construcción*, 8ª reimp., Limusa, México, 1988.
- ASIMOW, Morris. *Introducción al proyecto*, 2ª ed. en español, Herrero Hnos., México, 1973.
- BACA CURREA, Guillermo. *Las matemáticas financieras y los sistemas*, 1ª reimp., Limusa, México, 1992.
- BID, Escuela Interamericana de Administración Pública y Fundación Getulio Vargas. *Proyectos de desarrollo (planificación, implementación y control)*, vol. 1, 4ª reimp., Limusa, México, 1990.
- BLANK, Leland T; y TARQUIN, Anthony J. *Ingeniería económica*, 3ª ed., McGraw-Hill, México, 1993
- BRUNO MATTION, Aldo *El proyecto de ingeniería*, El Ateneo, Buenos Aires, Argentina, 1992.
- CASANOVA DEL ANGEL, Francisco; y PÁRAMO FIGUEROA, Víctor Hugo. *Impacto ambiental en obra civil*, Logiciels, México, 1999.
- CORTAZAR MARTÍNEZ, Alfonso. *Introducción al análisis de proyectos de inversión*, Trillas, México, 1993
- COSS BU, Raúl. *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, 2ª ed., sexta reimp., Limusa, México, 1992.
- ENCICLOPEDIA MICROSOFT ENCARTA 2001 (compact disc).
- EROSSA MARTÍN, Victoria Eugenia. *Proyectos de inversión en ingeniería (su metodología)*, 1ª reimp., Limusa, México, 1991.
- FAIR, GEYER; y OKUN. *Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales. vol 1*, 6ª reimp., Limusa, México, 1989
- FONTAINE, Ernesto R. *Evaluación social de proyectos*, 12ª ed., Alfaomega-Ediciones Universidad Católica de Chile, Santafé de Bogotá, Colombia, 1999.

- GÓMEZ SENENT, Eliseo. *Las fases del proyecto y su metodología*, Universidad Politécnica de Valencia, España, 1992.
- ILPES (Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social). *Guía para la presentación de proyectos*, 21ª ed., Siglo XXI Editores, México, 1994.
- INFANTE VILLAREAL, Arturo. *Evaluación financiera de proyectos de inversión*, 7ª reimp., Editorial Norma, Colombia, 1991.
- LEYVA HASHIMOTO, Rodolfo R; et al. *Apuntes de la ingeniería y el medio ambiente*, 2ª ed. en español, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1985.
- MENDOZA SÁNCHEZ, Ernesto. *Introducción al proceso constructivo*, FUNDEC (Fundación para la Enseñanza de la Construcción, A. C.), México, 1989.
- MIKLOS, Tomás; y TELLO, Ma. Elena. *Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño del futuro*, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra-Limusa, 4ª reimp., México, 1994.
- MORENO BONETT, Alberto; y JAUFRED, Francisco J. *Análisis de inversiones: modelos y aplicaciones*, 2ª ed., DEPMI-UNAM, México, 1994.
- NACIONAL FINANCIERA, *Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión*, México, 1995.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico*, Publicación de las Naciones Unidas, México, 1958.
- NEWMAN, Donald G. *Análisis económico en ingeniería*, 2ª ed., primera ed. en español, McGraw-Hill, México, 1986.
- NÚÑEZ JIMÉNEZ, Enrique. *Guía para la preparación de proyectos de servicios públicos municipales*, Instituto Nacional de Administración Pública, México, 1995.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL. *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*, Naciones Unidas, Nueva York, 1978.
- ORTEGA BLAKE, Arturo. *Diccionario de planificación económica*, 2ª ed., Trillas, México, 1989.
- SALAZAR MEDINA, Julián; et al. *Selección, preparación y evaluación de proyectos de inversión para el desarrollo local*, Instituto de Administración Pública del Estado de México-Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Méx., 1993.

SAPAG CHAIN, Nassir. *Criterios de evaluación de proyectos (cómo medir la rentabilidad de las inversiones)*, McGraw-Hill, España, 1993.

SAPAG CHAIN, Nassir; y SAPAG CHAIN, Reinaldo. *Preparación y evaluación de proyectos*, 3ª ed., McGraw-Hill, Colombia, 1995.

VALDEZ, Enrique César; y GUTIÉRREZ MORALES, Luis A. *Abastecimiento de agua potable*, Facultad de Ingeniería, UNAM, México.

VÁZQUEZ GONZÁLEZ, Alba B; y CÉSAR VALDEZ, Enrique. *Impacto ambiental*, Facultad de Ingeniería, UNAM-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, 1994.

YÚNEZ-NAUDE, Antonio (comp.). *Medio ambiente: problemas y soluciones*, El Colegio de México, México, 1994.

LEGISLACIÓN

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 6ª ed., Agenda de Amparo, ISEF, México, 2003.

Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas. Página de Internet: <http://www.juridicas.unam.mx/> "Portal de Legislación y Jurisprudencia".

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Página de Internet: <http://www.semarnat.gob.mx/> "Portal de Normatividad y Leyes".

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Página de Internet: <http://www.semarnat.gob.mx/> "Portal de Normatividad y Leyes".

Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. Página de Internet: <http://www.asambleadf.gob.mx/> "Portal de Legislación para el Distrito Federal".