

INTILPES

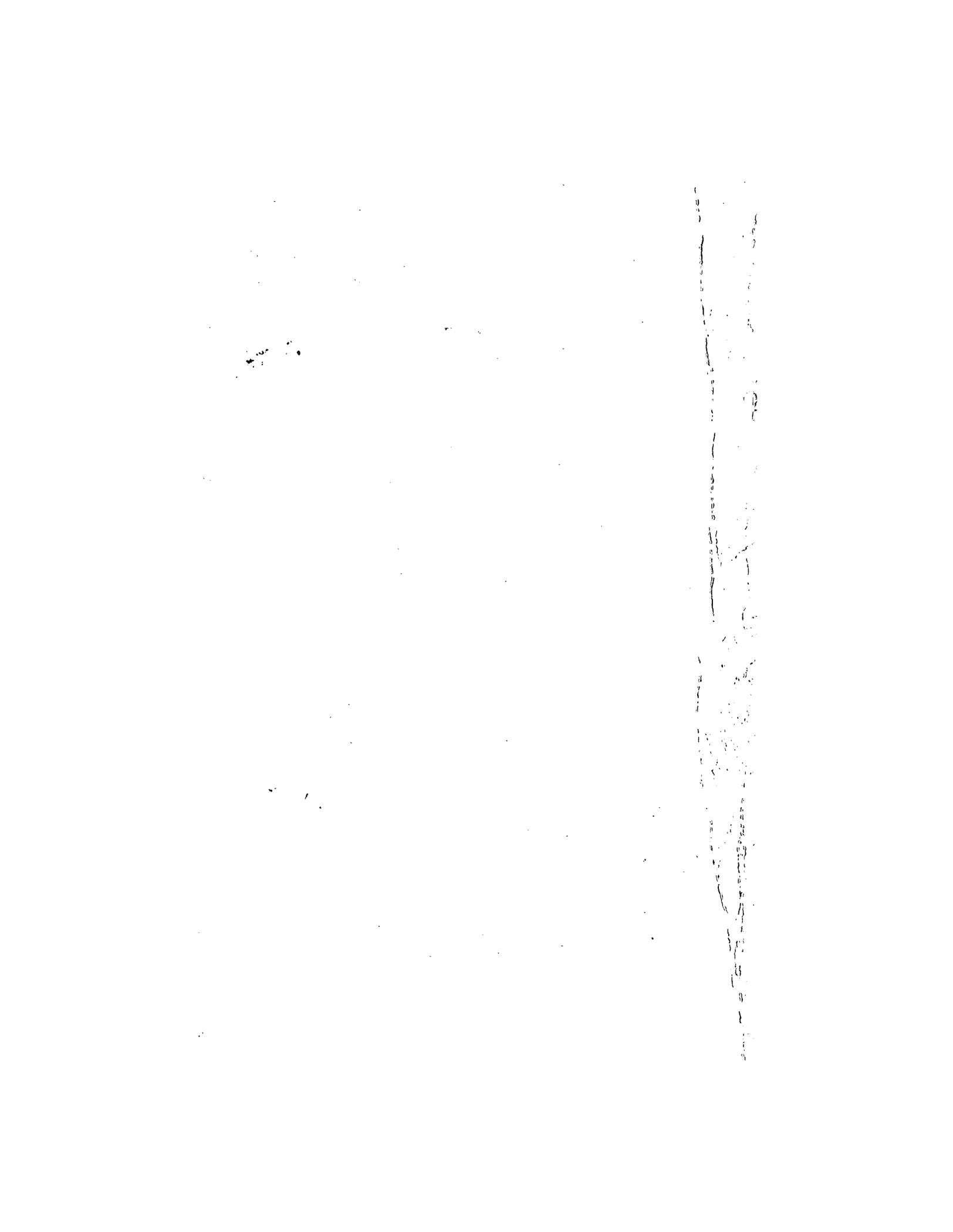
EC 21

C.2



**CUADERNOS
del Instituto
Latinoamericano
de Planificación
Económica
y Social**

SERIE II / ANTICIPOS DE INVESTIGACION



CUADERNOS DEL INSTITUTO LATINOAMERICANO
DE PLANIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL

Serie II - Núm 21

Anticipos de Investigación

H. Calderón y B. Roitman

FORMULACION DE
PROYECTOS AGROPECUARIOS,
EXTRACTIVOS, DE TRANSPORTE
Y ENERGETICOS



112100051

Cuadernos del ILPES. Serie II:
Anticipos de Investigación, N°
21 C. 2

Santiago de Chile

1974

Primera impresión: Julio 1974

Se prohíbe la reproducción sin previa autorización escrita del ILPES

Texto: Unidad de Composición CEPAL/ILPES

Gráficos: Unidad de Dibujo CEPAL/ILPES

Impresión: Unidad de Reproducción de Documentos CEPAL/ILPES

74-1-135-Offset

INDICE

	Página
Aclaración	1
Capítulo I	
<i>Clasificación de proyectos</i>	
1. Proyectos de infraestructura física	3
2. Proyectos económicos y proyectos sociales	8
3. Clasificación cruzada de proyectos	12
Capítulo II	
<i>Proyectos agropecuarios</i>	
A. Características de los proyectos agropecuarios	14
1. Proyectos prediales	15
2. Proyectos agrícolas de desarrollo	16
3. Algunas diferencias importantes entre los proyectos agrícolas y el patrón de análisis industrial	18
B. Etapas en la formulación de los proyectos agrícolas	19
I. PROYECTOS PREDIALES	
1. La identificación de la idea	20
2. El anteproyecto preliminar	22
3. El anteproyecto definitivo	24
a) Mercado, 24 b) Procesos, 25 c) Tamaño, 25	
d) Localización, 27	
II. PROYECTOS DE DESARROLLO	
1. La identificación de la idea	27
a) Tamaño y demanda, 27 b) Tecnología, 28 c) Monto de la inversión, 28 d) Insumos, 28 e) Factores institucionales, 28	
2. El anteproyecto preliminar	28
a) Tamaño, 29 b) Localización, 29 c) Procesos, 31	
d) Calendario, 31	
3. El anteproyecto definitivo	31
a) Alternativas técnicas, 31 b) Tamaño, 35	
c) Localización, 36 d) Obra física, 36 e) Organización, 36	
g) Utilización de los conceptos de proceso en los estudios de costo, 38	

	Página
Capítulo III	
<i>Proyectos extractivos</i>	
A. Definición y clasificación	39
1. Clasificación de los proyectos extractivos	39
2. Alcance de los proyectos extractivos	40
3. Concepto de “bien comerciable” y separación entre “actividades”	40
4. Punto de partida del proyecto	42
5. Ejemplos relativos a la definición de proyectos extractivos ..	43
B. Características de los proyectos extractivos	45
1. Características generales	45
2. Relación entre el recurso natural, su forma de explotación y el producto final	46
C. Etapas en la formulación de proyectos extractivos	49
1. Identificación de la idea	49
a) Origen de la idea, 49 b) Elementos de análisis de la etapa, 50	
2. Anteproyecto preliminar	53
a) Concepto de “solución” en los proyectos extractivos, 53 b) Complementación de los estudios iniciados en la etapa de identificación de la idea, 54	
3. Anteproyecto definitivo	60
a) Tamaño, 60 b) Proceso, 61 c) Localización, 65 d) Razones institucionales, 67 e) Obras físicas, 67 f) Calendario, 68 g) Organización, 68	
Capítulo IV	
<i>Proyectos de transportes</i>	
A. Definición y clasificación	69
B. Características de los proyectos de transporte	70
1. Definición de la unidad de proyecto	70
2. Tipos de servicios de transporte	71
3. Proyectos como parte integrante de un sistema	72
4. Alcance de este análisis	72
5. Relación entre unidad-proyecto y programa	73
C. Etapas en la formulación de los proyectos de transporte ...	77
1. Identificación de la idea	77
a) Orígenes de los proyectos de transporte, 77 b) Tamaño y mercado, 79 c) Insumos, 81 d) Tecnología, 81	

	Página
e) Inversión, 81 f) Marco institucional y de política, 81 g) Condiciones físicas, 81 h) Solución alternativa existente, 81 i) Alcance de la etapa de identificación de la idea en los proyectos de transporte, 83	
2. El anteproyecto preliminar	85
a) Objetivos de esta etapa, 85 b) Extensión del anteproyecto preliminar y grado de necesidad del anteproyecto definitivo como etapa autónoma, 86	
c) Clasificación de los proyectos de transporte, 87	
d) Ampliación del sistema existente, 88 e) Proyectos de transporte en la apertura de una zona de colonización, 89	
f) Proyectos de transporte que derivan de la explotación de un recurso, 91 g) Procesos en los proyectos de transporte, 92 h) Separación entre obra física y procesos, 103 i) Localización, 105 j) Alternativas de obra física, 107 k) Alternativas de calendario, 110	
3. El anteproyecto definitivo	113
4. Los problemas de tarifas	115

Capítulo V

Proyectos de infraestructura energética

A. Definición y clasificación	120
B. Características de los proyectos de energía eléctrica	122
1. Tipología y definición	122
2. Proyectos como integrantes de un sistema	122
3. Grado de libertad de la oferta eléctrica frente a la demanda	125
4. El problema de las tarifas	125
C. Etapas en la formulación de los proyectos energéticos	126
1. Identificación de la idea	126
a) Validez de esta etapa en los proyectos de energía eléctrica, 126 b) Fuentes de ideas y tipos de proyectos, 127	
c) Elementos de análisis de esta etapa, 129 d) Criterios de aplicación de los elementos de análisis, 132 e) Máximo efecto en la aplicación de las restricciones, 133	
2. Anteproyecto preliminar	136
a) Objetivos de esta etapa, 136 b) Elección entre ideas viables, 136 c) Identificación y elección de “soluciones”, 138 d) Complementación de los estudios iniciados a nivel de identificación de la idea, 141 e) Elementos de análisis que se agregan al	

patrón normal de anteproyectos preliminar, 146	
f) Resumen de la aplicación de condicionantes en el anteproyecto preliminar, 148	
g) Grado de profundidad del análisis de soluciones, 150	
h) Anteproyecto preliminar en el caso de los proyectos que provienen de la oferta, 151	
i) Anteproyecto preliminar en el caso de recursos energéticos no utilizados, 152	
j) Estudio de alternativas en el anteproyecto preliminar y paso a la etapa siguiente, 153	
3. Anteproyecto definitivo	155

ACLARACION

La División de Proyectos del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social está realizando una serie de investigaciones, en el campo de la formulación y análisis de proyectos, como parte de un programa cuyo objetivo es estudiar las características de los diferentes tipos de proyectos de inversión.

Para dar a conocer el progreso de este tipo de investigaciones, así como para recoger críticas y comentarios que ayuden a perfeccionar estas tareas, el Instituto publica algunas de ellas entre los "Anticipos de Investigación" que forman una serie de sus Cuadernos. Así a fines de 1970 publicó la primera edición de las *Notas sobre Formulación de Proyectos*. El presente documento no es sino la continuación de dicho cuaderno. Su contenido se relaciona estrechamente con los planteamientos de aquél. La complementariedad de los dos es tan estrecha que el conocimiento de las ideas expuestas entonces es necesario para la comprensión y análisis de los planteamientos de este documento.

No es posible resumir en pocas líneas, sin peligro de perder claridad, la idea de las *Notas sobre formulación de proyectos*, centradas en el tratamiento de la formulación de un proyecto en tres etapas básicas: la identificación de la idea, el anteproyecto preliminar (análogo aunque no idéntico a lo que también se conoce como estudio de prefactibilidad), y el anteproyecto definitivo (también análogo al estudio de prefactibilidad).

Al comenzar a estudiar la formulación de proyectos,¹ fueron expuestos los aspectos más generales de su preparación. En este sentido, se describieron los problemas centrales en esta materia: definición y análisis de las etapas del proyecto y estudio sistematizado y explícito de alternativas. Aquella investigación partía de la hipótesis de que los aspectos generales de la formulación y análisis de proyectos son aplicables a todos los estudios de inversión, cualquiera que sea el sector económico o social en que se realicen. Debe reconocerse que dicha hipótesis tiene ciertas limitaciones, dimanadas de las importantes diferencias que existen entre los distintos tipos de proyectos. Ello no obstante, las investigaciones han llevado a concluir que el análisis de estas diferencias debe hacerse dentro de un marco común, constituido por el desarrollo lógico de los estudios que conforman todo proyecto.

Las páginas del presente estudio, que pueden considerarse como una segunda parte de las *Notas sobre formulación de proyectos*, obedecen al propósito de señalar la estructura formal de distintos tipos de proyectos, dentro del marco común ya señalado. Ambos resumen las principales conclusiones de una continuada serie de discusiones, fruto

¹ Véase Hernán Calderón y Benito Roitman, *Notas sobre formulación de proyectos* (Cuadernos del ILPES, Serie II, N° 12; Santiago de Chile, 1973; 2da ed.).

tanto del trabajo de campo realizado por el ILPES como de los análisis de la literatura económica disponible sobre el tema.

En los capítulos que siguen se presenta el análisis correspondiente a las diferentes etapas de preparación de proyectos agropecuarios, proyectos extractivos, proyectos de infraestructura de transportes, proyectos energéticos y proyectos de infraestructura de comunicaciones.

El ILPES continuará trabajando en esta materia y espera publicar más adelante análisis análogos sobre proyectos de aprovechamiento hidráulico (exceptuados los energéticos), proyectos de educación, salud y vivienda, así como sobre proyectos de investigación. Para ello requeriría en ciertos casos la colaboración con otros organismos especializados.

Capítulo I

CLASIFICACION DE PROYECTOS

Se tiende a clasificar los proyectos de acuerdo con el sector en el cual se realiza la inversión: proyectos industriales, agrícolas, mineros, viales, sanitarios, etc. Cabría buscar otros criterios de clasificación como el tamaño, el alcance geográfico (locales, regionales, nacionales, multinacionales), el grado de complejidad o la finalidad del proyecto. La clasificación aquí adoptada obedece al propósito de lograr el menor número posible de conjuntos de proyectos que sean homogéneos respecto a su formulación y análisis. Al mismo tiempo se ha tratado de respetar en lo posible las clasificaciones usadas en la práctica por las personas o entidades encargadas de la formulación de proyectos, que generalmente trabajan en áreas diferenciadas del quehacer económico o social.

Adviértase, sin embargo, que esta tipología de proyectos es provisional y podría sufrir modificaciones al profundizar el análisis de cada uno de los grupos de proyectos considerados.

El cuadro 1 resume dicha tipología. Comprende dos categorías no bien definidas aún: los llamados proyectos de infraestructura física y la distinción corriente entre proyectos económicos y proyectos sociales.

A continuación se exponen algunos argumentos que han servido para la mejor definición de ambas categorías.

1. Proyectos de infraestructura física

El concepto de infraestructura podría quedar condicionado por la existencia simultánea de todas o la mayoría de las siguientes características:

i) La infraestructura es uno de los prerequisites principales del desarrollo económico y social.

ii) Su operación eficaz no requiere forzosamente la existencia anterior de acciones u otras obras previas de la misma naturaleza, que puede calificarse como infraestructura de esta misma actividad.

iii) La infraestructura tiene carácter permanente (en el sentido de muy largo plazo o sujeta sólo a obsolescencia técnico-económica y por lo tanto no previsible), cualquiera que sea el plazo de duración de las múltiples actividades que la utilizan.

iv) Todas las personas o actividades deben tener libre acceso al uso y beneficios de la infraestructura, sin otra limitación que la impuesta por los recursos naturales o por su capacidad instalada. Esta libertad implica que todos los que satisfagan las mismas condiciones pueden acceder sin discriminación.

v) Tiene el carácter de "servicio público".

vi) Produce un bien o servicio —que se vende o se entrega gratuitamente—, o habilita para la prestación de un servicio.

Cuadro 1

4

<i>1. Producción de bienes</i>	1.1 <i>Primaria (extracción)</i> 1.2 <i>Secundaria (transformación)</i>
<i>2. Producción de servicios</i>	2.1 <i>Infraestructura física</i> 2.2 <i>Infraestructura social</i> 2.3 <i>Otros servicios</i>
<i>3. Investigación</i>	3.1 <i>Investigación en ciencias</i> 3.2 <i>Investigación aplicada</i>

TIPOLOGIA DE PROYECTOS

{ agrícola
pecuaria
minera
pesquera
forestal

{ bienes de consumo final
bienes intermedios
bienes de capital

{ transportes
comunicaciones
riego y recuperación de tierras
energía eléctrica
saneamiento
urbanización

{ salud
educación
vivienda
organización social

{ administración pública
seguridad nacional

{ distribución
financiamiento
información
esparcimiento
profesionales

{ personales
materiales
técnicos

{ exactas
naturales
sociales

{ recursos naturales
procesos

{ de transformación (tecnología)
de decisión (organización)

vii) El bien o servicio que produce es insustituible de modo económico a través del comercio internacional.¹

Este concepto de infraestructura comprende tanto las inversiones físicas como aquellas actividades complementarias que hacen posible la correcta operación de cada tipo de infraestructura. Tanto esta diferenciación como la proporción entre inversiones físicas, y actividades complementarias, varían en las distintas clases de infraestructura. Así, por ejemplo, en la infraestructura física predominan las inversiones por encima de la organización, mientras que en la infraestructura social se da la situación inversa. De esta manera la infraestructura de salud es fundamentalmente la organización para la actividad de salud, más bien que las inversiones en edificios para hospitales. En el caso de los transportes, la construcción de una carretera representa principalmente una inversión, aunque también debe haber un aparato técnico-económico responsable para programar, formular, construir y mantener el sistema de carreteras. Este aparato constituye también una infraestructura, que no involucra necesariamente inversiones.

El examen de esta definición ha permitido establecer con mayor claridad cuál es el conjunto de infraestructuras que serían consideradas en un manual del proyectista. En un manual semejante sólo se estudiarían las infraestructuras físicas, entendiéndose por tales aquellas en las que predomina la inversión. La organización no se considera sino cuando está ligada en forma muy íntima a la inversión. En este sentido debe quedar claro el papel de la empresa en los proyectos de infraestructura. En general, se presentan dos tipos de empresas en relación con estos proyectos: las que organizan la construcción y explotación directa del proyecto y aquellas otras que lo utilizan, complementándolo y dándole razón de ser. Ejemplo típico de las primeras son las empresas administradoras de puertos y aeropuertos. Entre las segundas se encuentran las empresas de movilización de pasajeros y carga por carretera, las flotas mercantes y las empresas de aviación. Un caso mixto y más complejo es el de la empresa asociada a la explotación de un sistema ferroviario, que generalmente organiza la construcción, explotación y mantenimiento de la vía férrea y simultáneamente la utiliza como transportista.

Dentro de los proyectos de infraestructura física, se analizará la empresa del primer tipo, es decir, la vinculada a la organización de la explotación directa del proyecto.

Los proyectos de infraestructura, que por lo general involucran empresas que los utilizan, serán analizados al estudiar los proyectos de producción de otros servicios (punto 2.3 del cuadro 1). Por su parte, la

¹ Características precisadas por Raúl Sáez, *Criterios para definir, identificar y evaluar proyectos multinacionales de infraestructura física de integración* (BID, mayo de 1969).

empresa de ferrocarriles será analizada dentro de los proyectos de infraestructura, por las características arriba anotadas.

Los tipos de proyectos clasificados como de infraestructura física son: a) transportes; b) comunicaciones; c) riego y recuperación de tierra; d) energía eléctrica; e) saneamiento y f) urbanización. En cada uno de estos tipos de proyectos se han seguido criterios diferentes. Así, en el caso de los transportes la clasificación se basa en el medio que facilita el servicio, como se indica a continuación:

Transporte {
carretero
ferroviario²
marítimo
navegación interior
por ductos
aéreo
(por líneas, transporte de energía)³

Las comunicaciones se clasifican atendiendo a los sistemas actualmente en uso (no al medio utilizado, como sucede en el caso anterior).

Comunicaciones {
Teléfono
Telégrafo
Télex
Televisión⁴
Radio⁴
Correos

Los proyectos de riego y recuperación de tierras se clasifican momentáneamente por categorías más amplias, atendiendo a sus fines específicos.

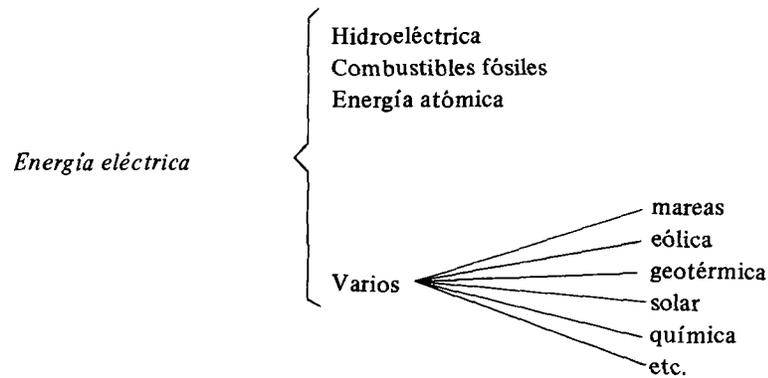
Riego y recuperación de tierras {
Riego
Drenaje
Defensas y canalizaciones

² Para los ferrocarriles se consideran en conjunto tanto las vías como el material rodante, lo que no sucede tratándose de puertos o aeropuertos, puesto que éstos no están directamente ligados a las empresas marítimas o aéreas que operan en ellos.

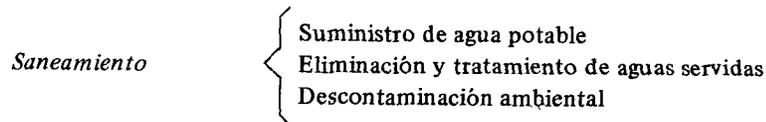
³ El transporte de energía por líneas, dada su íntima vinculación con los proyectos de energía, ha sido excluido de este grupo analizándolo junto a los proyectos de generación de energía.

⁴ Estos sistemas corresponden con mayor exactitud a formas de información más que a sistemas propiamente de comunicaciones.

La energía eléctrica⁵ se clasifica atendiendo al origen de su fuente principal (ya que no le son aplicables los criterios anteriores):



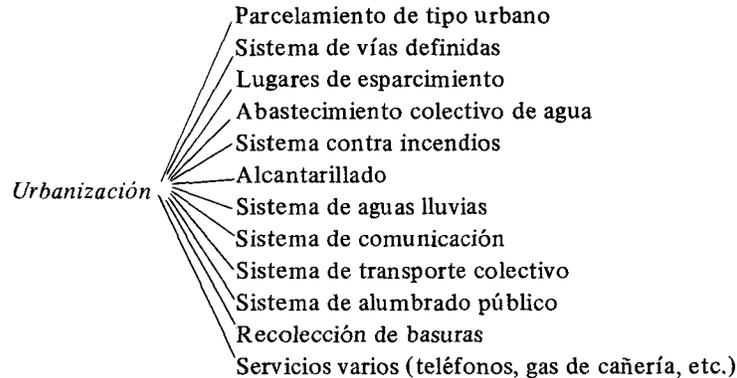
El saneamiento fue clasificado atendiendo a sus fines:



La separación de este tipo de proyectos del conjunto más amplio constituido por los proyectos de salud no ha quedado definitivamente establecida, ya que podría resultar más coherente clasificar lo relativo a saneamiento como actividades de salud y éstas a su vez dividir las en infraestructura física para salud (que incluiría todas las inversiones y obras físicas) e infraestructura social de salud, que comprendería la organización. De momento se prefirió mantener el saneamiento en la categoría de la infraestructura física, hasta completar el análisis de los proyectos de salud.

⁵ Se ha tomado en cuenta sólo la energía eléctrica, aunque sería posible considerar, como proyectos de energía, una red de distribución de combustibles líquidos, por ejemplo.

Para los proyectos de urbanización se propone la siguiente clasificación:



A primera vista parece que los tipos de esta clasificación ya estarían comprendidos en las agrupaciones examinadas anteriormente. Sin embargo, un análisis más detenido permite observar que no se trata de proyectos aislados, sino de un sistema o conjunto de obras cuya coherencia se manifiesta justamente a través del proyecto de urbanización. Se trata de un caso especial en el que se combinan estrechamente la organización y la inversión, lo cual hace aconsejable analizar ambos aspectos en forma conjunta.

2. Proyectos económicos y proyectos sociales

La dicotomía entre lo social y lo económico es sólo aparente o convencional, ya que ambas categorías representan dos aspectos de un mismo problema —el del desarrollo— no sólo interrelacionados sino interpenetrados, por lo que su separación podría implicar la necesidad de construir artificialmente elementos diferenciales. Aun aceptando la validez de este razonamiento, se ha tenido en cuenta que el lenguaje corriente tiende a considerar dos categorías distintas, situación que también se refleja en la literatura especializada. Sea como sea, es difícil encontrar un análisis conceptual de esta diferenciación.

Estas consideraciones llevan al estudio de elementos que permitan separar, en forma más o menos convencional, las características de lo económico frente a lo social. De esos elementos, los primeros que se han manejado corresponden a aquellos aspectos que parecen característicos de los proyectos sociales a saber: *a)* producen servicios; *b)* tratan de alcanzar niveles generales de bienestar fijados por la sociedad, y *c)* su evaluación no estaría basada en la obtención de beneficios económicos inmediatos.

De esas condiciones se deduce que *podrían considerarse proyectos sociales aquellas unidades de acción cuyas actividades productoras de servicios, según las normas de la sociedad actual, contribuyen a mejorar la situación de la persona humana y que no son analizadas principalmente en función de los beneficios económicos inmediatos que puedan producir.*

Esta definición no delimita con exactitud el concepto de proyecto social, pues se reduce a situarlo dentro de un marco más amplio, el constituido por un conjunto calificado de actividades productoras de servicios. Dentro de ese marco pueden incluirse asimismo inversiones —muchas veces en forma absolutamente necesaria— para lograr objetivos sociales, sin que constituyan estrictamente proyectos sociales. Así, por ejemplo, la vacunación masiva contra cierto tipo de enfermedad implica un proyecto social, pero el cumplimiento de esta actividad puede también incluir una faceta de carácter económico: la fabricación de la vacuna. Habría, por consiguiente, dos separaciones netas para cumplir esta actividad: la fabricación (o importación) de la vacuna —respecto a la cual la decisión a tomar correspondería a un criterio económico— y el proyecto de vacunación en sí mismo, que estaría condicionado y definido por el “nivel mínimo” de salubridad aceptable. De ello se deduce que para realizar una actividad social pueden efectuarse inversiones —y por ende formularse proyectos— sin que esa inversión (proyecto) sea necesariamente social. Debe advertirse también que los elevados proyectos sociales excluirían en principio la producción de bienes, englobando sólo la de servicios.

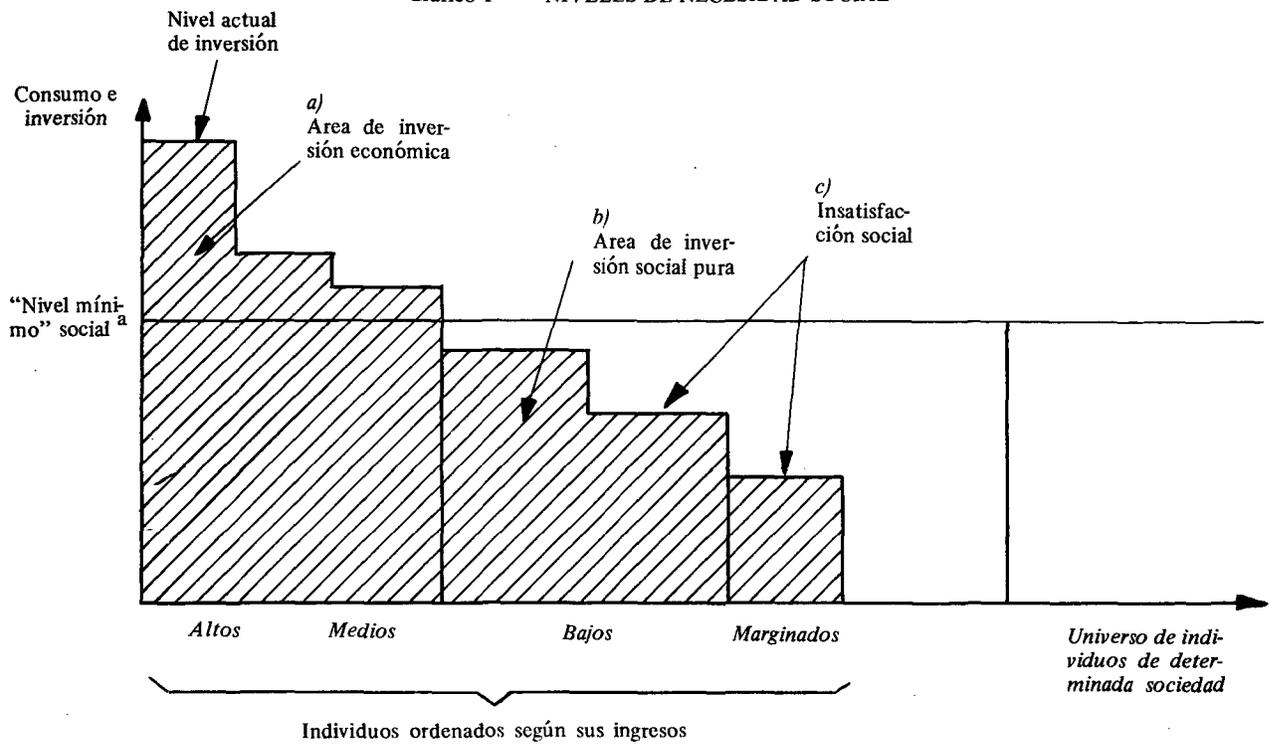
Es posible afirmar, por último, la existencia de un nivel mínimo de satisfacción de las necesidades de los miembros de una comunidad organizada, nivel que ayudaría a definir con mayor precisión el campo de las actividades sociales. No es fácil, sin embargo, ponerse de acuerdo sobre el valor cuantitativo de ese nivel con respecto a un momento y lugar determinados.

Del conjunto de elementos discutidos se desprende la posibilidad de definir como sociales *aquellos proyectos que produzcan servicios y que, a través de esta oferta de servicios, cubran un nivel mínimo de necesidades del hombre considerado en sociedad.* De esa forma se señala la responsabilidad institucional que corresponde a la ejecución de los proyectos sociales. Este concepto implica una definición previa —generalmente una definición política— sobre los niveles mínimos de necesidades que deben ser satisfechas en el marco de determinada sociedad. Con independencia del tipo de servicio, sería considerado social el que cubre las necesidades que están bajo ese límite. Si ese servicio estuviera por encima de los mínimos establecidos dejaría de ser social.

El gráfico 1 ejemplifica este concepto.

A juzgar por él, a una inversión en un sector (o actividad) aceptado como social (por ejemplo, salud) podría imputársele una parte social que correspondería a la contribución de esta inversión para alcanzar el nivel mínimo aceptado. El resto de la inversión, por encima de ese mínimo, sería considerada como proyecto de tipo económico.

Gráfico 1 NIVELES DE NECESIDAD SOCIAL



^a El nivel mínimo estaría fijado por decisiones políticas.

Cuadro 2

ALGUNOS RASGOS DIFERENCIALES ENTRE PROYECTOS SOCIALES Y ECONOMICOS

	<i>Proyectos sociales</i>	<i>Proyectos económicos</i>
¿A quién va dirigida la acción?	A los individuos directamente por su condición de miembros de la comunidad.	A los individuos.
¿Cómo se financia?	Se financia independientemente de la capacidad de pago del usuario.	Está relacionado con el mercado en términos de la capacidad de pago de los demandantes.
¿Cuál es la motivación?	Producir beneficios al individuo por formar parte de la comunidad (niveles mínimos de consumo social).	No busca necesariamente el beneficio del individuo como integrante de la comunidad.
¿Exige respaldo colectivo?	Exige alguna forma de respaldo colectivo (consenso social).	No necesariamente (consenso de la comunidad o iniciativa individual).
¿Cuál es el producto?	Servicios o conocimientos. ^a	Bienes, servicios o conocimientos. ^a
¿Cómo se genera la idea del proyecto?	Analizando una necesidad colectiva y la existencia de presión o consenso para satisfacerla.	Detectando necesidades (no necesariamente colectivas) o partiendo de insumos disponibles.
¿Cuál es la zona geográfica donde actúa el proyecto?	La misma donde se consume el servicio; no es importable.	Puede producirse fuera del área de demanda.

^a Los "conocimientos" serían el producto de gran parte de las investigaciones (véase el cuadro 1) cuyo resultado no podría clasificarse como bienes ni como servicios.

El análisis anterior es aún insuficiente para caracterizar los proyectos sociales y sus diferencias respecto a los proyectos económicos, lo que ha llevado a buscar otros elementos de caracterización, tales como: *i)* los servicios correspondientes a proyectos de tipo social se prestan directamente a individuos en su carácter de miembros de la comunidad; *ii)* el costo de prestación de estos servicios suele ser mayor que el costo pagado por el usuario; *iii)* los servicios producidos por proyectos sociales no serían importables.

El primero de estos elementos adicionales está directamente vinculado con la característica referente a los niveles mínimos de necesidades que deben satisfacerse en una comunidad, pero no debe confundirse con ella, y es paralelo a uno de los elementos definitorios de la infraestructura física. La segunda característica mencionada —diferencias entre costos reales y costos pagados—, lejos de parecer un elemento intrínseco a los proyectos sociales, está más bien relacionada con normas que fija la sociedad.

Se sostiene como regla general, por último, que los servicios no son importables. Puesto que los proyectos sociales sólo producen servicios, se les aplicaría dicha regla en su conjunto. Pueden darse casos marginales contrarios, tales como la situación de los becados —que estarían importando educación—, los tratamientos médicos especializados y la importación de profesores o médicos, aunque este último caso podría considerarse como una etapa de transición. También cabe pensar en la utilización de la televisión educativa supranacional, en campañas de vacunación regionales, etc.

El cuadro 2 resume los elementos que --tomados en conjunto-- servirían para diferenciar los proyectos económicos y los sociales. En él se ha querido señalar algunas de las dificultades que plantea la distinción entre ambas categorías de proyectos. Asimismo se reconoce en él, la necesidad de ciertos indicadores empíricos, que serían especialmente útiles en el momento de proceder a la evaluación.

3. Clasificación cruzada de proyectos

Los proyectos se pueden clasificar de diversas maneras, entre las cuales es interesante destacar la que se basa en el producto final obtenido. Sus categorías son:

- Proyectos de producción de bienes
- Proyectos de producción de servicios
- Proyectos de investigación

Esta clasificación no se contradice con la de proyectos económicos o sociales examinada anteriormente, sino que constituye otra manera de dividir el mismo universo de proyectos. Su superposición en forma de clasificación cruzada complementa la anterior y contribuye a perfeccionarla.

Los proyectos de producción de bienes, aunque se trate de bienes cuya aplicación está orientada hacia actividades sociales, caen en el

campo económico, *en cuanto proyectos*, al ser sometidos a la prueba del conjunto de elementos contenidos en el cuadro 2.

Los proyectos de investigación podrán relacionarse con proyectos sociales o ser englobados dentro de las clasificaciones económicas. En este caso se hallarían, por ejemplo, todos aquellos proyectos que conducen directamente a la producción de nuevos bienes o al mejoramiento de su técnica de producción y cuyo calendario y necesidad de recursos que no conducen directamente ni a bienes ni a servicios llevan a aumentar el conocimiento, aunque éste se oriente luego a uno de los dos campos, económico o social.

Capítulo II

PROYECTOS AGROPECUARIOS

Es oportuno recordar los propósitos generales perseguidos en la formulación de proyectos al abordar los del sector agropecuario, notoriamente distintos de los industriales. Ya se ha considerado la posibilidad de establecer para todo tipo de proyectos un patrón de formulación único que se construiría tomando como base la formulación de proyectos industriales. Ahora se trata de probar este patrón adecuándolo a otros tipos de proyectos, representativos de diferentes sectores de la economía.

No se piense que esta adaptación del patrón general pretenda establecer una pauta separada para la formulación y análisis de los *proyectos correspondientes* a cada uno de los sectores considerados. Ello sería dejar de lado la tesis, suficientemente probada a nuestro entender, de que es posible y conveniente trabajar a base de un patrón único. Tampoco implica forzar las características peculiares de ciertos proyectos dentro de un patrón rígido. El análisis de proyectos distintos a los industriales pretende probar la validez de este patrón a la vez que analizarlo y ampliarlo para dar cabida en él a las peculiaridades de otros tipos de proyectos.

En el sector agropecuario se ha elegido como proyectos representativos y de características más alejadas del proyecto industrial los que se relacionan con cultivos y con la cría de ganado. Los demás proyectos de este sector —proyectos de riego, agroindustriales, de drenaje, de asistencia técnica, de crédito, transporte etc.— se tratarán con patrones adaptados a los proyectos industriales, proyectos de servicios u otras modalidades que parezcan adecuadas.

¿Podría llegarse a una reagrupación de todos los proyectos en unas pocas categorías que serían tratadas en forma similar? Estos grupos no tendrían necesariamente que coincidir con la división tradicional de la economía en sectores. Así, un proyecto de cultivo de ostras tiene características industriales, mientras que la explotación de un bosque natural cabe dentro de la categoría extractiva, donde también se ubican los proyectos mineros, e incluso se podría llegar a unir algunos proyectos del sector salud con educación, etc. Estas categorías ni siquiera tendrían que identificarse nominalmente con determinados sectores en evitación de confusiones. Podrían ser denominadas simplemente categorías A, B, C, etc., de tal forma que el patrón de análisis de la categoría A sirviera indistintamente a técnicos que trabajan en el sector industrial, en el agropecuario, en minería, etc.

A. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS AGROPECUARIOS

Dentro del alcance de estas notas es difícil intentar una definición amplia de los proyectos agropecuarios. Esta denominación se aplica a

un conjunto heterogéneo de proyectos que concurren en último término a la conservación e incremento de la producción agropecuaria y a la obtención de determinados objetivos sociales en el área rural.

Para probar el patrón de análisis construido alrededor de los proyectos industriales¹, nos concentraremos en los proyectos de cultivos y de cría de ganado, usando el término agropecuario en este sentido restringido. De ahí que no corresponda aplicar las mismas pautas a otros proyectos que también se suele clasificar como agrícolas y que se relacionan con el sector a través del objetivo buscado, no por razones de contenido y modalidades especiales de preparación.²

En otras palabras, en este trabajo se consideran como casos especiales de proyectos agrícolas sólo el estudio de aquellas inversiones directamente destinadas a producir o incrementar la producción de bienes vinculados tradicionalmente a la tierra. Dentro de este grupo, el tipo de explotación que más se asemeja a una producción industrial —desde el punto de vista de las técnicas de formulación de proyectos— sería el de monocultivos permanentes (frutales, café, cacao, palma africana, etc.). Algunas modalidades de explotación ganadera podrían también ser asimiladas a esta categoría. Como lo que aquí interesa es examinar los proyectos que más se alejan del patrón industrial, este capítulo no se refiere a esos tipos de proyecto.

El objeto de estudio se circunscribe así a las unidades de producción que, no siendo monocultivos permanentes y explotaciones similares, pueden tratarse por fincas o formando conjuntos mayores. Tales conjuntos tendrían en común algunas características específicas, como la forma de explotación, elementos de localización geográfica, principales productos, área de influencia de mercados consumidores, aprovechamiento conjunto de recursos adicionales al factor tierra, etc.

De este grupo de proyectos se considerarán dos tipos específicos: a) proyectos prediales y b) proyectos agrícolas de desarrollo.

1. Proyectos prediales

Este tipo de proyectos tiene un paralelo formal con los proyectos industriales corrientes —la producción de un bien industrial mediante la instalación de una única planta— pero difiere de ellos por su importancia. En efecto, mientras que los proyectos industriales que comprenden una fábrica representan el grueso de los proyectos del sector, la situación de los proyectos agrícolas es inversa: los más significativos desde el punto de vista de la formulación de proyectos son los de desarrollo productivo que abarcan simultáneamente varias

¹ Véase Calderón y Roitman, *op.cit.*, especialmente el capítulo II.

² En otras palabras, un proyecto de viviendas rurales se formularía según las técnicas de los proyectos de vivienda, un proyecto de investigaciones de recursos siguiendo las normas para este tipo de proyectos, etc.

unidades de explotación, no los que sólo corresponden a un predio o finca.

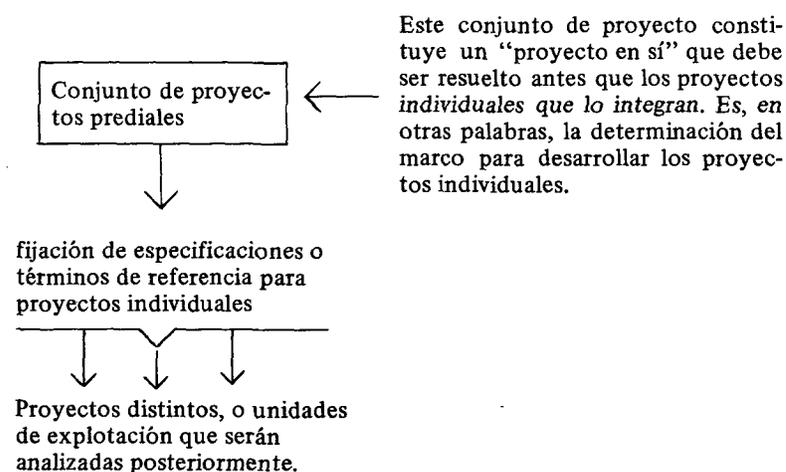
La necesidad de tratarlos en detalle obedece a que los proyectos agrícolas de desarrollo deben culminar necesariamente con la formulación de actividades productivas y de inversión por predios.

2. Proyectos agrícolas de desarrollo

Los elementos característicos de los proyectos de desarrollo agrícola son dos: en primer lugar —a diferencia de los proyectos prediales—, se trata aquí de un número más o menos elevado de empresas agrícolas; en segundo lugar —y este aspecto merece subrayarse—, un proyecto de desarrollo agrícola es función de dos factores que se interrelacionan: el recurso natural disponible y las medidas que lo movilizan despertando su potencialidad, mejorando su utilización u optimizando su aprovechamiento.

Este último elemento —la conjunción del recurso natural con medidas externas a él— está presente a lo largo de todo el proceso de formulación de este tipo de proyectos. Su tratamiento no sigue exactamente el modelo de análisis de los proyectos unitarios (proyectos prediales). Por otra parte, se hace necesario deslindar estos grupos o complejos de proyectos para diferenciarlos de los planes y programas, tema que excede a los alcances de este trabajo.

No es fácil establecer los límites dentro de los cuales cabe incluir los proyectos agrícolas de desarrollo, correspondan éstos a ciertos tipos de bienes o a regiones específicas³. El enfoque más apropiado parece ser el que considera la existencia (real o potencial) de un conjunto de unidades de explotación agrícolas —explotaciones prediales— y toma el conjunto de unidades como un proyecto en sí, con ciertas características que constituyen el elemento de cohesión.



La posibilidad de establecer reglas claras que permitan definir genéricamente proyectos complejos para diversos sectores económicos y que puedan ser tratadas dentro de una metodología común no ha sido suficientemente explorada. En el caso industrial se ha tomado ya una posición. En efecto, al definir proyectos constituidos por varias "actividades"⁴ se trataron realmente conjuntos de proyectos, pues cada una de tales actividades podía llegar a constituir un proyecto en sí. Tal es el caso de la industria siderúrgica, donde el proyecto parte de la definición de si conviene o no producir acero, aceptando éste como producto final; luego aparecen los "subproductos", que corresponden a cada una de las actividades dentro de la planta. Es decir, primero se define el marco y luego se fijan los proyectos subordinados.

Debido a que en el campo industrial un proyecto está definido por su *producto final* y que el conjunto de actividades subordinadas (o integración hacia atrás) corresponde a problemas de índole técnico-económica (técnica en cuanto a la necesidad de controlar calidad, asegurar suministros, programar la producción, etc. y económica en la medida en que se analicen las ventajas y desventajas de la autosuficiencia en el abastecimiento de insumos), no se presenta el problema de la delimitación de los grupos de proyectos. La posición adoptada en el campo industrial ha sido dejar de lado el estudio de aquellos conjuntos de proyectos que no concurren a un producto final común. De ahí que no se haya considerado, por ejemplo, el desarrollo de polos industriales, al cual se atribuye cada vez mayor importancia en la política económica de los países latinoamericanos. Sin embargo, en el campo agrícola existe un gran número de proyectos que no se definen a partir del producto final, sino a partir del recurso natural y de ciertas medidas que deben tomarse, con rigideces o restricciones distintas al campo industrial. Esto obliga a meditar sobre la metodología del tratamiento de *grupos* de proyectos.

En el caso de los proyectos agropecuarios, ante la dificultad de establecer una delimitación genérica que permita identificar los grupos de proyectos que serán tratados dentro de un patrón común de formulación, se ha optado por identificar determinadas categorías: desarrollo de cultivos específicos, factibilidad de nuevos rubros productivos, ampliación y mejora del recurso (donde se incluyen la asistencia técnica, la investigación y el relevamiento de recursos naturales), y proyectos especialmente vinculados a la comercialización. Parece útil precisar dentro de estas categorías ciertos casos que podrían considerarse como "ejemplos típicos" de los proyectos que interesa analizar. Así, entre otros, hay que tratar como proyectos de desarrollo agrícola los siguientes:

³ No es raro encontrar en los países proyectos o programas de desarrollo de un determinado cultivo, o de una zona integrada por un elevado número de fincas.

⁴ Véase Calderon y Roitman, *op.cit.*, especialmente el capítulo III.

– Proyectos de crédito agrícola diferenciados, cuyo propósito es financiar la creación, el aumento o la modificación de una o varias producciones agrícolas diferenciadas en una zona determinada. Como ejemplos pueden citarse:

- Programa de crédito para fomento ganadero de carne y/o leche; y
- Programa de crédito para producción de maíz.

– Desarrollo o creación de las condiciones para incorporar dentro de ciertas regiones nuevos tipos de bienes agrícolas que se utilizarán como materia prima para una planta industrial instalada o por instalar. Entre los casos más comunes pueden citarse:

- Desarrollo de la caña de azúcar como insumo de ingenios azucareros;
- Desarrollo de la remolacha o betarraga con el mismo fin;
- Cultivos oleaginosos, como lino, maní, girasol (maravilla), etc., para abastecer plantas aceiteras.

– Proyectos de ampliación, mejoramiento, intensificación y optimización del uso de recursos naturales y de comercialización de la producción, relacionados con la puesta en marcha de alguna otra iniciativa, corresponda o no a una inversión física. Las iniciativas más corrientes parecen agruparse en las siguientes clases:

- Mejoramiento en el volumen y la seguridad del abastecimiento de agua, especialmente a través del riego, así como del correcto drenaje de las aguas (canalización, desecación, etc.);
- Mejoras en las condiciones de conservación -y por ende de comercialización- de los productos a través de la oferta de almacenamiento en forma de silos, elevadores de granos, cámaras frigoríficas, etc.;
- Mejoras en las condiciones de producción a través de programas localizados de sanidad animal, oferta permanente de semillas mejoradas, etc., o de formas de propiedad y/o administración y/o comercialización. Asistencia técnica, investigación, relevamiento de recursos naturales, suministro de maquinaria agrícola, etc.

3. Algunas diferencias importantes entre los proyectos agrícolas y el patrón de análisis industrial

Antes de analizar en detalle la formulación de cada uno de los grupos definidos en las páginas anteriores conviene hacer algunas reflexiones de aplicación general.

Como es sabido, la formulación de cualquier proyecto se centra en el análisis y selección de alternativas (de procesos técnicos, de localización, de tamaño, etc.). Para el caso agrícola, se ha explorado la posibilidad de redefinir estas alternativas dándoles un contenido más

específico. Tómense como ejemplo los procesos técnicos. Estos se expresan, con respecto a cada actividad, por las funciones de producción que los caracterizan.

Los proyectos de producción agrícola, pese a su diversidad, constituyen una materia más homogénea que los industriales. De ahí la posibilidad de plantear una clasificación de procesos, aplicable a todos ellos, que surge al analizar el tipo de alteraciones que podrían dar lugar a procesos diferentes. Así, se puede hablar de tres tipos de alteraciones, a saber: *a)* en la técnica del cultivo (sin alteración en los insumos principales); *b)* en el medio físico, y *c)* en la utilización de insumos. Estos tipos darían lugar a su vez a tres categorías de procesos, que no son necesariamente alternativas y bien podrían complementarse: *la utilización del agua*, como alteración del medio físico; *el grado de tecnificación*, como forma de alteración en el uso de insumos (introducción o acentuación del uso de fertilizantes, pesticidas, etc.) o en la técnica agrícola (podas, distribución racional de los cultivos en el tiempo y en el espacio); *el grado de mecanización*, como forma de modificar la función productiva en cuanto a la ponderación que en la misma tienen los diferentes factores (cambios en la proporción en que se utilicen trabajo y maquinaria, por ejemplo).

Otras características particulares parecen tener validez general para los proyectos agrícolas. Una de ellas es la rigidez temporal que el proceso biológico de producción agrícola impone a la asimilación más o menos rápida de enseñanzas derivadas de la experiencia y de los resultados de la producción. En efecto, en los procesos industriales la frecuencia de los ciclos repetitivos de cada operación y la forma inmediata en que se producen los resultados permiten modificar las acciones para corregir y mejorar los resultados futuros. El calendario agrícola, en cambio, aunque no elimina esta acción, dilata en el tiempo la posibilidad de repetir, mejorado, el proceso. Otra característica especial de los proyectos agrícolas es la importancia que tienen las inversiones en asistencia técnica, las inversiones sociales en el área rural (vivienda, saneamiento y educación), la infraestructura del transporte, etc., cuya incidencia se extiende más allá de lo que normalmente comprenden las llamadas instalaciones e inversiones adicionales en el caso de los proyectos industriales.

B. ETAPAS EN LA FORMULACION DE LOS PROYECTOS AGRICOLAS

En las páginas siguientes se seguirá el esquema de formulación por etapas presentado en las *Notas sobre formulación de proyectos*. Estas etapas serán tratadas no señalando sino las diferencias sustantivas que presenten respecto al modelo industrial. Se presentarán en forma separada las etapas correspondientes a proyectos prediales y las etapas del proyecto agrícola de desarrollo.

I. Proyectos prediales

1. La identificación de la idea⁵

La identificación de la idea en un proyecto predial difiere del proyecto industrial, puesto que este último comienza definiendo el o los productos finales que se trata de producir, mientras que el primero arranca de la existencia del recurso tierra.⁶ Dicho de otra manera, mientras que en el proyecto industrial las preguntas que se plantearán son cómo, con qué tamaño de empresa y para quién producir tal cosa, en el caso del proyecto agrícola y especialmente en el proyecto predial, la interrogante inicial es ¿qué se puede hacer con el recurso disponible y qué mercado tiene su producción?⁷ La contestación a esta pregunta está directamente relacionada con la producción que se trata de obtener. De ahí que esa interrogante conduzca a la definición de un cierto número de productos para los cuales el recurso natural tiene aptitudes especiales. Sólo desde ese punto hay cierto paralelismo entre la identificación de la idea en un proyecto predial y en un proyecto industrial.

En el cuadro 3 se muestra un resumen muy apretado del proceso paralelo de la identificación de la idea en un proyecto industrial y en un proyecto predial. Los puntos de diferencia más salientes son: *a)* el proyecto agrícola surge del recurso natural y sólo a partir de éste se determina un conjunto de productos que ofrecer; *b)* el proceso de identificación de la idea —salvo casos especiales— no está sujeto a rechazos en el caso de los proyectos agrícolas, ya que por su propia naturaleza se trata de optimizar la utilización de un recurso natural. Los productos que se obtendrán son un resultado de esa optimización y no

⁵ Recuérdese que la etapa de identificación de la idea es una prueba de viabilidad y no una metodología para generar ideas de proyectos. Estas ideas pueden provenir de diversas fuentes, tanto de la planificación como de la iniciativa empresarial. Los métodos de traducción de metas globales o de necesidades no específicas en listas de ideas escapa a las técnicas propias de formulación de proyectos.

⁶ El término “producto final” no significa aquí un producto de consumo final, sino que se refiere al producto que es en última instancia el objetivo del proyecto, tanto si se destina directamente al consumo como si representa un insumo intermedio.

⁷ Hay proyectos industriales en los cuales la interrogante inicial es también qué hacer con el recurso disponible. Sin embargo, por lo general se trata de formular un proyecto alrededor de un recurso preexistente (un bien de capital, por ejemplo) que por algún motivo —por ejemplo, la falta de mercado sobreviniente— ha de utilizarse o adaptarse para otra producción. El ejemplo más típico de esta situación es el de la reconversión industrial.

Cuadro 3

IDENTIFICACION DE LA IDEA: COMPARACION ENTRE PROYECTOS INDUSTRIALES Y PROYECTOS PREDIALES

	<i>Proyectos industriales</i>	<i>Proyectos prediales</i>
<i>1. Definición de la idea</i>		Partiendo del recurso natural; proceso de búsqueda de posibilidades de producción, llegando hasta:
	Partiendo del producto final	Productos finales (gama de alternativas de productos técnicamente factibles, incluyendo en el análisis elementos mínimos de cálculo económico)
<i>2. Elementos de aceptación o rechazo</i>	Tamaño vs. demanda	La aceptación o rechazo no rige con respecto al proyecto –como en el caso de los industriales– sino con relación a un subconjunto de las alternativas de productos técnicamente factibles.
	Tecnología	Para este subconjunto de alternativas, tienen vigencia los mismos elementos que en el proyecto industrial, aunque con jerarquizaciones distintas: por ejemplo, la disponibilidad de insumos es una condición menos rígida; asimismo el monto de la inversión tiene una importancia relativa, por la flexibilidad del proyecto agrícola para acceder en forma paulatina a nuevos niveles de inversión (menor incidencia de las indivisibilidades de escala)
	Disponibilidad de insumos	
	Monto de inversión	
	Factores institucionales	
<i>3. Decisión</i>	Aceptar o rechazar la idea; en el primer caso señalar las tendencias del o de los anteproyectos preliminares	Plantear, para el anteproyecto preliminar, una primera selección de productos; esto implica justificar los rechazos

su condicionante;⁸ c) como corolario de lo anterior, una vez identificada una idea (es decir, una vez definido lo que puede hacerse con el recurso natural), es automático el paso a la etapa del anteproyecto preliminar.

2. El anteproyecto preliminar

En los proyectos agrícolas de alcance predial, el anteproyecto preliminar es una etapa para afirmar, a la luz de un cálculo económico más refinado que las estimaciones elementales hechas en la identificación de la idea, la factibilidad de cierto programa de producción predial, lo cual se mostrará principalmente a través de su rentabilidad.

La factibilidad reflejada a través de la rentabilidad marca una de las dos diferencias más importantes respecto al proyecto industrial. Para el proyecto industrial, el anteproyecto preliminar representa la oportunidad de estudiar —con grado de profundidad variable— elementos tales como el mercado y la disponibilidad de insumos, que son cruciales para definir su continuidad. El proyecto predial, en cambio, no requiere análisis de mercado afinados, puesto que en general su oferta será marginal frente a la demanda. También puede aceptarse como norma general que la disponibilidad de insumos será decisiva para aceptar o rechazar un programa de producción dado. De ahí que haya aceptado el cálculo de rentabilidad como elemento principal de decisión en estos anteproyectos preliminares.

La segunda diferencia es que en los proyectos prediales no existen distintas “soluciones”, tal como fueron definidas en el modelo industrial.⁹ El agrupamiento de las alternativas en distintos conjuntos que tengan un elemento común de identidad no es posible en este tipo de proyectos. Por eso es necesario examinar en esta etapa cada alternativa y no un conjunto homogéneo, como en el caso industrial.

Este primer análisis de alternativas comprende un estudio simultáneo de los elementos de localización, tamaño y proceso.

a) *La localización*, ligada como está a un recurso natural fijo, es en los proyectos prediales un dato, salvo el problema locacional del o de los probables mercados de la producción.

⁸ Los casos especiales a los que se hace referencia en el texto podrían ser, por ejemplo, el rechazo de *todos* los productos —complementarios o alternativos— para los cuales el recurso natural específico es apto, debido a la falta de demanda, al costo de explotación muy por encima del promedio nacional o internacional, etc. Parece muy remota la posibilidad de que así ocurra.

⁹ Véase Calderón y Roitman, *op.cit.*, pp. 37 ss. Conviene asimismo tener en cuenta las observaciones en torno al concepto de “soluciones” que se hacen más adelante en los capítulos relativos a proyectos de energía y proyectos de transporte.

b) *El tamaño* es también un dato al que deberán acomodarse y definirse como factibles los programas de producción del predio que se proyecten. A diferencia de los proyectos industriales, el predio preexiste al proyecto y le impone un máximo de tamaño a la explotación. No es el caso, por consiguiente, de encontrar un tamaño óptimo, sino de optimizar la producción (o la rentabilidad de la misma) partiendo del tamaño dado de un recurso determinado. Esto no implica desconocer los problemas inherentes al tamaño de cada explotación, problemas que tienen una dimensión tanto económica como social y política. Se piensa más bien en la integración del análisis de estos tipos de proyectos (de alcance predial) dentro de programas más amplios, donde efectivamente esas dimensiones han de ser tenidas en cuenta.

Con respecto al análisis del mercado, ciertas conclusiones son de validez general para los proyectos prediales. Más que el análisis del mercado desde el punto de vista de la demanda —elasticidades, extrapolación histórica del consumo, etc.—, interesa analizar las formas de comercialización, porque cada uno de estos proyectos afecta

Cuadro 4

PROYECTOS PREDIALES: CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS PARA EL ESTUDIO DE MERCADO

Características	Tipo de consumo	Destino			
		Consumo interno		Exportación	
		Zonal	Nacional		
Productos agrícolas	Percibibles	Humano	x	x	x
		Animal	x ^a		
		Industrial	x	x	x ^b
		Semilla	x	x	x
	No percibibles	Humano			x
		Animal		x	x
		Industrial		x	x
		Semilla		x	x

^a En general este tipo de producto no se estudiaría, pues es difícil que se transe normalmente en el mercado. Suelen aparecer como producción marginal o utilización de subproductos agrícolas (hojas de remolacha, etc.) dentro del mismo predio.

^b Se trata de estudiar aquellos productos agrícolas que se utilizan como insumos en la elaboración industrial y que se sabe que irán al exterior.

marginalmente el volumen total de oferta y porque sus escollos principales serán no la posible escasez o saturación de la demanda, sino la posibilidad de llegar a ella. La existencia de demanda es un requisito previo indispensable para formular y aceptar un cierto programa de producción predial; pero la misma condición de ofertante marginal hace que para el estudio de esta demanda —diferenciado del de comercialización— no haya que recurrir a instrumentos y datos económicos demasiado afinados.

El cuadro 4 muestra un resumen del tipo de análisis de mercado (análisis de demanda), que cubre en forma agregada los posibles productos que deben tenerse en cuenta.

Nótese que gran parte de este análisis, si bien aparece incluido en la etapa del anteproyecto preliminar, debe haberse hecho ya en la identificación de la idea, al definir globalmente el grupo de productos que serán producidos con el recurso natural disponible. Por eso puede afirmarse que en el anteproyecto preliminar se reducirá al mínimo el análisis de mercado y deberá concentrarse en la búsqueda de un programa de producción predial económicamente justificable. Los aspectos específicos de comercialización y los inherentes a la afinación del calendario de producción corresponden a la etapa siguiente.

c) Finalmente, con referencia a los *procesos de producción*, cabe recordar lo expuesto en páginas anteriores sobre la desagregación de procesos dentro de los proyectos agrícolas en general.

3. El anteproyecto definitivo

El anteproyecto definitivo tiene por objeto optimizar la alternativa rentable desarrollada en el anteproyecto preliminar, lo que requiere un proceso continuo de perfeccionamiento de la información, además del análisis de aquellos puntos que se dieran por sobrentendidos en la etapa anterior (problemas de comercialización y de calendario, flexibilidad de los programas con respecto a la capacidad financiera del predio, etc.).

a) Mercado

Una relación de los puntos que deberán tenerse en cuenta al estudiar la parte de mercado en el anteproyecto definitivo (fundamentalmente comercialización¹⁰) es la siguiente (el orden establecido en dichos puntos no significa jerarquización de los mismos):

- Calidad del o de los productos y sus precios en función de la demanda (en mercados definidos), o política oficial de precios.
- Presentación diferencial del producto (grado de elaboración y empaque).

¹⁰ La comercialización comprendería todas las actividades que se desarrollan entre la puerta del predio y la puerta del consumidor para permitir el flujo normal de la producción predial.

- Características del primer comprador
- Formas tradicionales de comercialización
- Posibilidad de cambiar las formas de comercialización
- Formas de almacenamiento
- Modalidades de fijación de precios
- Calendario de demanda y variaciones de precios frente a estacionalidad o calendario de producción; proyecciones de la demanda en el tiempo (aumento de exigencias en materias de nivel de calidad) y formas de acomodarse frente a esta evolución.
- Problemas de los cultivos nuevos cuando existe mercado¹¹
- Posibilidades de colocación (para usos inmediatos y distintos) de calidades diferentes, con sus precios, así como de subproductos y productos secundarios
- Transporte
- Factores institucionales y políticos

b) Procesos

También debe indicarse hasta qué punto y con qué profundidad estudiar los procesos técnicos en el anteproyecto definitivo. Es útil ejemplificar, mediante cuadros resumidos, el alcance que habría de tener ese análisis. Los cuadros 5 y 6 corresponden a perfiles de cultivos anuales y permanentes. Sólo se anotan en ellos algunas de las operaciones tipo y en forma agregada, puesto que no se trata más que de ejemplificar el análisis de alternativas de proceso.

Se denominan “operaciones” al conjunto de acciones que conducen a un cambio (sea de naturaleza, de ubicación, para mejorar la manipulación, etc.) del elemento que se está tratando. Toda “actividad” estaría constituida por una o más operaciones.

Debe indicarse en el cuadro la combinación de procesos (intensidad y tipo de utilización del agua, grado de mecanización, etc.) con que se llevará a cabo cada operación, dando por supuesto que algunas operaciones requerirán la utilización de varios procesos.

La elección de los procesos estará fuertemente condicionada por la mayor o menor rentabilidad que arrojan. De ahí la conveniencia de que los cuadros incluyan estimaciones cuantitativas del costo y resultado de cada operación con respecto a los distintos procesos.

c) Tamaño

El tamaño es un dato en los proyectos agrícolas de alcance predial. Por lo tanto, la disponibilidad de insumos en la generalidad de los casos

¹¹ ¿En qué medida una innovación tecnológica (la introducción de abonos, pesticidas, etc.) que aumente una producción ya existente, mejore su calidad, etc., constituye realmente un proyecto? Parece que, sin constituir un proyecto en el sentido aquí tratado, debería dársele el tratamiento propio de un proyecto, a fin de acoplar a la decisión técnica el análisis económico correspondiente.

Cuadro 5

CULTIVOS ANUALES

<i>Operaciones</i>	<i>Combinaciones de alternativas</i>		
	<i>Grado de utilización del agua</i>	<i>Grado de mecanización</i>	<i>Grado de tecnificación</i>
Suelos y preparación			
Abonamiento			
Siembra			
Labores culturales			
Aplicación de pesticidas			
Cosecha			

Cuadro 6

CULTIVOS PERMANENTES

<i>Operaciones</i>	<i>Combinación de alternativas</i>		
	<i>Grado de utilización del agua</i>	<i>Grado de mecanización</i>	<i>Grado de tecnificación</i>
Elección de semilla			
Germinación y viveros			
Trasplante			
Mantenimiento y podas – abonos y pesticidas			
Cosecha			

Cuadro 7

COSTO TOTAL POR HECTAREA EN LA PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA DE ARROZ

Valores en unidades monetarias

	Labores de cultivo							Costos de comercialización		Costos de administración	Total	
	Preparación del terreno	Siembra	Control de malezas	Control fitosanitario	Fertilización	Riego y drenaje	Pajareo	Cosecha	Tratamiento de semillas			Otros costos de comercialización
1. Categorías de proceso												
A. Grado de tecnificación												
Semillas		484.00										484.00
Fertilizantes					551.20							551.20
Herbicidas				300.00								-
Pesticidas				300.00								300.00
Personal técnico ^a	32.70	32.70	32.70	32.70	32.70	65.40		32.70	65.40			327.00
Subtotal	32.70	516.70	32.70	332.70	583.90	65.40	-	32.70	65.40	-	-	1 662.20
B. Grado de mecanización												
Mano de obra	7.50	10.00	240.00	80.00	34.00		60.00	42.50				474.00
Depreciación de la maquinaria agrícola y de los edificios para el resguardo de la maquinaria	80.00	28.60						92.10				200.70
Reparación y mantenimiento	34.00	6.70						36.30				77.00
Combustibles y lubricantes	21.75	10.80						17.10				49.65
Seguros	13.55	2.10						11.30				26.95
Subtotal	156.80	58.20	240.00	80.00	34.00	-	60.00	199.30	-	-	-	828.30
C. Grado de utilización del agua												
Mano de obra						73.80						73.80
Depreciación						304.30						304.30
Reparación y mantenimiento						77.90						77.90
Combustibles y lubricantes						116.20						116.20
Seguros						8.35						8.35
Subtotal	-	-	-	-	-	580.55	-	-	-	-	-	580.55
2. Costos de comercialización												
Tratamiento de semillas									1 088.00			1 088.00
Sacos, transportes y varios										786.50		786.50
Subtotal	-	-	-	-	-	-	-	-	1 088.00	786.50	-	1 874.50
3. Costos de administración												
Sueldos de los empleados											79.00	79.00
Depreciación											87.10	87.10
Reparación y mantenimiento											18.40	18.40
Seguros											8.70	8.70
Subtotal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193.20	193.20
Total	189.50	574.90	272.70	412.70	617.90	645.95	60.00	232.00	1 153.40	786.50	193.20	5 138.75

^a La distribución de los costos del personal técnico por labores de cultivos es arbitraria.

Cuadro 8

COSTOS DE PRODUCCION EN LA GANADERIA DE CARNE POR CATEGORIAS DE PROCESO Y LABORES

Valores monetarios correspondientes a un año

Categorías de proceso	Labores y manejo							Total
	Siembra	Fertilización	Control fitosanitario	Riego y drenaje	Alimentación	Sanidad animal	Manejo general del ganado	
A. Grado de tecnificación								
1. Alimentos concentrados					255 240			255 240
2. Subproductos industriales (melaza)					12 710			12 710
3. Sales minerales					15 930			15 930
4. Depreciación de la inversión en pastizales:								
a) Semillas	70 800							70 800
b) Fertilizantes		106 200						106 200
c) Pesticidas			70 800					70 800
d) Otros rubros							284 200	284 200
5. Mantenimiento de pastizales:								
a) Fertilizantes		486 000						486 000
b) Pesticidas			324 000					324 000
6. Vacunas y medicinas						38 740		38 740
7. Parasiticidas						5 800		5 800
8. Depreciación de cercas, corrales, establos, baños garrapaticidas							233 700	233 700
9. Mantenimiento de cercas, corrales, establos, baños garrapaticidas							116 850	116 850
10. Depreciación de la inversión en ganado								
11. Sueldos de veterinarios							97 200	97 200
Subtotal	70 800	592 200	394 800		283 880	44 540	731 950	2 118 170
B. Grado de mecanización								
12. Mano de obra (vaqueros)					23 100	8 200	291 500	322 800
13. Mantenimiento de pastizales:								
a) Mano de obra							454 000	454 000
Subtotal					23 100	8 200	745 500	776 800
C. Grado de utilización del agua								
14. Mano de obra								314 000
15. Depreciación de las inversiones:								
a) Canales de riego								288 600
b) Equipo de riego								194 700
16. Mantenimiento de las inversiones:								
a) Canales de riego								141 600
b) Equipo de riego								53 100
17. Otros costos asociados al uso del agua								70 000
Subtotal								1 062 000
Total	70 800	592 200	394 800	1 062 000	306 980	52 740	1 477 450	3 956 980

no aparece como elemento condicionante. Lo mismo ocurre con el mercado. El único requisito, que parece obvio, es que el tamaño de la explotación alcance a producir excedentes significativos para el mercado.

d) Localización

Como ocurre con el tamaño, las alternativas de localización son por lo general inexistentes, salvo en los contados casos en que es posible elegir libremente el terreno. En esos casos, el análisis sería similar al de los proyectos industriales, agregando especificaciones de las condiciones productivas (tipos de suelo, clima, régimen fluvial, topografía, etc.) necesarias para el bien o conjunto de bienes de que se trata. Estas especificaciones constituirían una rigidez más.

II. Proyectos de desarrollo

1. La identificación de la idea

En esta etapa el proceso de los proyectos agrícolas de desarrollo es formalmente similar al de los proyectos industriales. La idea corresponde en este caso a un complejo de factores que engloba la disponibilidad de un recurso natural y una determinada demanda que se satisfará con la existencia "simultánea" de una acción.¹² Esta acción puede ser el riego, la producción industrial de cierto tipo de bienes, el fomento de ciertas producciones, etc.

Los puntos que deberán ser analizados en esta etapa se detallan a continuación.

a) Tamaño y demanda

Se llegará sólo hasta la fijación de órdenes de magnitud, pero hay que tener en cuenta, en relación a este punto, que los proyectos agrícolas de desarrollo se sitúan en una posición intermedia entre los proyectos industriales y los proyectos prediales. En estos últimos casi no existe el problema de tamaño frente a la demanda, mientras que en los primeros es fundamental. Más aún, en los casos de desarrollo agrícola pueden darse condiciones que determinen el rechazo de un proyecto a causa del tamaño; un ejemplo de ello sería concluir que determinada zona es inadecuada para abastecer de remolacha a una planta azucarera debido al tamaño de ésta.¹³

¹² La simultaneidad puede no ser tal, aunque mientras no se manifiesten ambos elementos no habrá proyecto.

¹³ Deben tenerse presente las limitaciones de este ejemplo; puede notarse fácilmente que se trata de una idea subordinada al recurso natural (tierra) *localizado*. Si ese no fuera el caso —y así puede suceder con otros ejemplos de desarrollo agrícola—, la idea en sí no tendría por qué ser rechazada necesariamente.

b) Tecnología

Es difícil que la tecnología pueda constituirse en una condición de rechazo en este caso, pues, tratándose de proyectos agrícolas podría sostenerse que en general es perfectamente asimilable. Deben recordarse a este propósito las observaciones hechas al comenzar este capítulo acerca de la limitación que el proceso de producción –como proceso biológico– impone a la asimilación rápida de enseñanza. A veces, además, vienen a agregarse factores de tipo sociológico que pueden hacer más lento el proceso de asimilación tecnológica.

c) Monto de la inversión

El monto de la inversión puede constituir un factor limitativo para el proyecto, pero debe recordarse que en la agricultura las rigideces de este tipo son menores que en el campo industrial, pues la producción agrícola tiene mayor flexibilidad y la que podría denominarse “maquinaria productiva” mayor capacidad de subdivisión. Aun así, hay límites mínimos que deben ser respetados.

d) Insumos

El problema de los insumos no es en general factor de rechazo. Deben tenerse en cuenta, sin embargo, eventuales problemas de mano de obra, si es que se fuerza la definición de insumos hasta incluir en ella uno de los factores de la producción.

e) Factores institucionales

Las limitaciones que impone el marco institucional pueden convertirse en factores de rechazo; tal sería el caso si hubiera problemas de tenencia de la tierra que afectasen los latifundios, los minifundios, o políticas oficiales sobre el uso de la tierra.

En la enumeración de estos puntos y en su mayor o menor importancia para la aceptación o rechazo de la idea identificada, se han incluido sólo los primeros dos factores de la combinación: recurso natural-demanda-acción. La concepción implícita en esta posición es que en los proyectos de desarrollo agrícola, la *acción* interviene como un factor catalizador, orientando la utilización del uso del recurso. Aunque esta posición no sea siempre la más correcta –especialmente en la evaluación no se deben tomar por separado ambos factores, sino que conviene analizarlos en conjunto–, parece indudable su valor práctico durante la formulación del proyecto. Esta observación no sólo es válida para la etapa de identificación de la idea, sino también para las etapas posteriores.

2. El anteproyecto preliminar

En el anteproyecto preliminar debe tratarse el análisis de las posibles “soluciones” y alternativas. Si existen soluciones distintas, debería haber más de un anteproyecto preliminar. El primer punto que debe ser aclarado, por lo tanto, es si en este tipo de proyectos pueden efectivamente existir “soluciones” distintas.

Parecería que la combinación recurso natural-acción permite la existencia de "soluciones" distintas, siempre que se considere fijo uno de los elementos de binomio y se haga variar el otro. Así, por ejemplo, si el recurso natural (el recurso tierra localizado) es un dato del problema y su potencial productivo es apropiado para la cría de ganado, cabe pensar en diversas acciones posibles que ayuden a movilizar ese recurso (por ejemplo: establecimiento de una planta procesadora y frigorífica en la zona; mejora de las condiciones del suelo; programa crediticio especial, etc.). Cada una de las combinaciones resultantes daría como resultado una "solución".

Si se parte de una acción determinada (instalación de un ingenio azucarero a base de remolacha, por ejemplo) el estudio de las diversas calidades de suelo regionales daría lugar a varias soluciones y por ende a anteproyectos preliminares separados.

El proceso de análisis se muestra en el gráfico 2.

El anteproyecto preliminar debe llegar a la combinación rentable (que en este caso podría ser un *óptimo probable*) de las variables (por ejemplo: recurso 3 + acción: γ conduce a la obtención de $A + C$). Puede suceder que el recurso natural sea el elemento fijo (por ejemplo, 1), en cuyo caso habrá que decidir entre las diferentes combinaciones de 1 con las diferentes posibilidades de acción ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$). Se supone, para simplificar, que las posibilidades de acción ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) son excluyentes, aunque también cabría plantear combinaciones entre ellas.

Con respecto a las alternativas a estudiar, las posibilidades son dobles: si la idea admite soluciones distintas, habría que buscar una alternativa —dentro de la solución aceptada— que conduzca a un óptimo relativo; si no cabe más de una solución, la alternativa no tendrá porqué ser necesariamente la óptima. En cualquiera de ambos casos se trata de alcanzar una alternativa factible, para lo cual los elementos en estudio son: tamaño, localización, proceso y calendario.

a) Tamaño

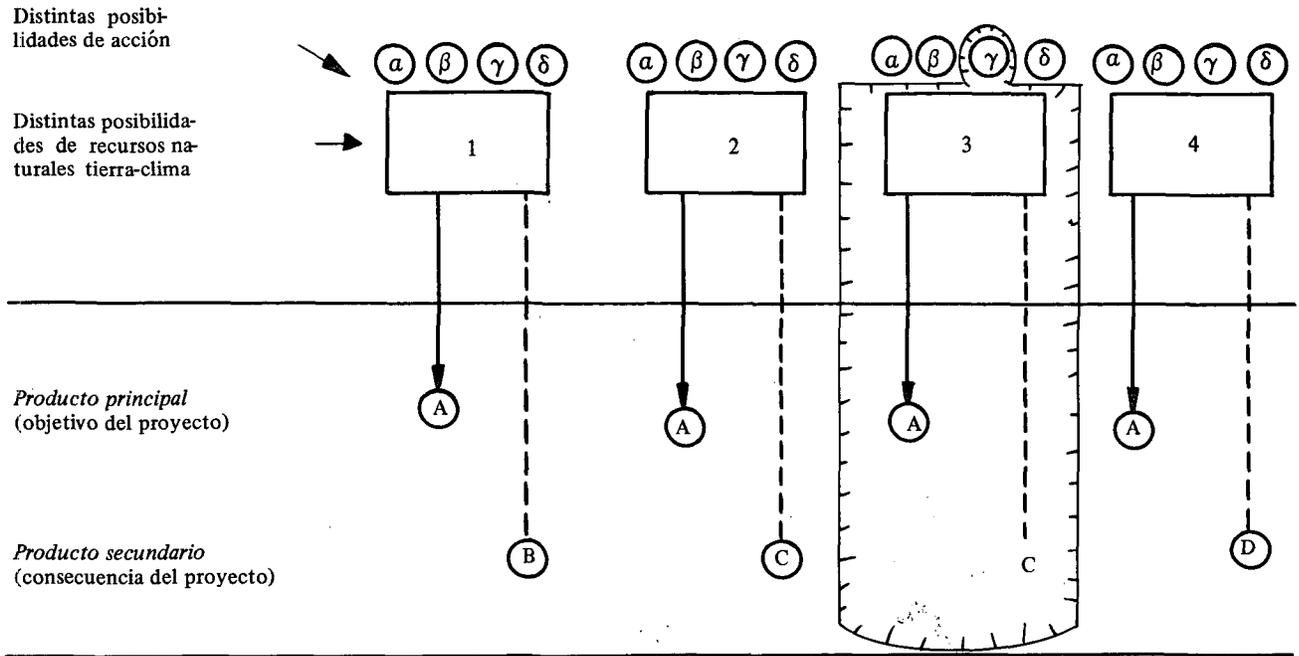
En cuanto al tamaño, debe tenerse en cuenta que las opciones que se presentan son varias, pero se ven limitadas parcialmente por condicionantes derivadas de la acción (trátase de instalar una fábrica, de una obra de riego, de un programa de crédito regionalizado, etc.). La limitación es parcial porque la acción así considerada sólo fija topes máximos y mínimos, dentro de los cuales permite un elevado margen de flexibilidad.

b) Localización

En punto a localización, el estudio de alternativas tendrá lugar cuando la situación del recurso natural sea independiente frente a la acción, es decir, cuando la idea de la acción, preexistente, conduzca a analizar distintas posibilidades de localización geográfica del proyecto agrícola de desarrollo. Un ejemplo de ello sería la existencia de fondos disponibles —y la voluntad de utilizarlos— para mejorar los sistemas de riego, en cuyo caso el análisis de las alternativas del proyecto agrícola

Gráfico 2

EJEMPLO DE COMBINACIONES POSIBLES QUE CONDUCE A UNA SOLUCION



en materia de localización equivaldría al estudio de aquellos suelos que permitieran usar más eficazmente el agua.

c) Procesos

Los problemas de procesos en los proyectos agrícolas de desarrollo son similares a los que fueron discutidos al tratar los proyectos prediales, porque este punto corresponde a la implementación directa de la explotación.

d) Calendario

Como alternativa, el calendario corresponde especialmente al ritmo de desarrollo en el tiempo del proyecto, dadas las características de la acción, la disponibilidad financiera, etc.

Todos estos elementos, homogeneizados a través de una cuantificación en costos e ingresos estimativos, permitirán llegar a una alternativa factible, que se habrá de desarrollar en el anteproyecto definitivo.

3. El anteproyecto definitivo

a) Alternativas técnicas

Las alternativas de producción agrícola correspondientes al proceso productivo se resolverán con respecto a cada predio. Sin embargo, deben considerarse las alternativas técnicas posibles en el contexto global del proyecto que comprende el conjunto de predios y la acción orientada a materializar los objetivos del proyecto.

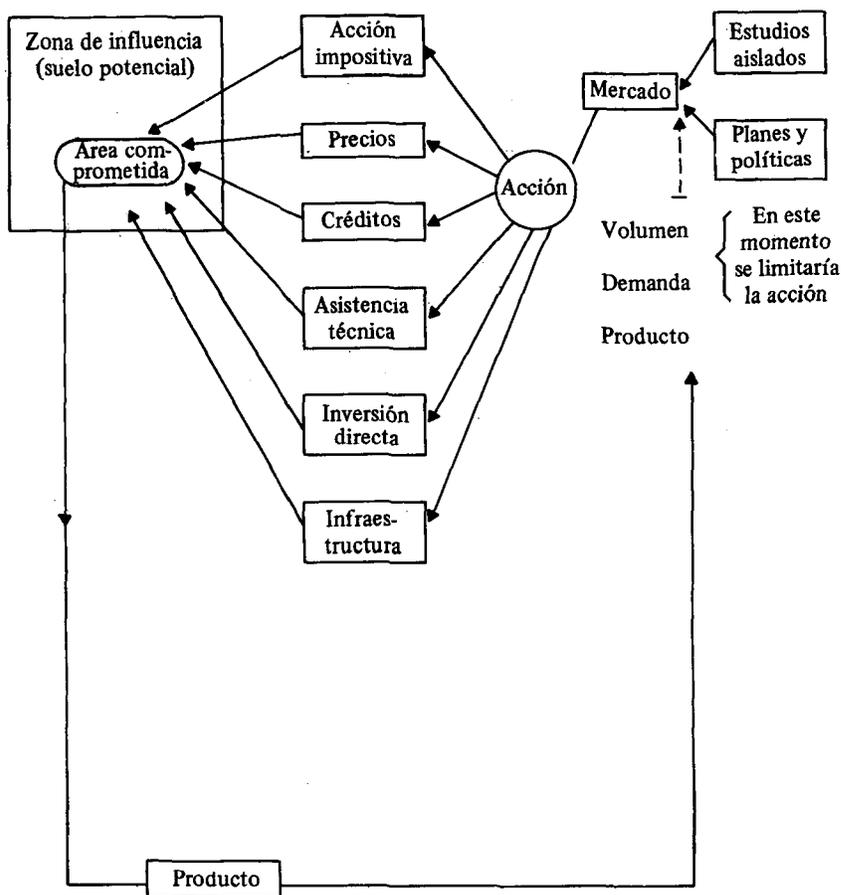
La parte correspondiente a la "acción" en el proyecto agrícola de desarrollo da una pauta global para el desarrollo predial pero sin definir directamente la participación de cada predio. Esta orientación se puede traducir en la fijación de precios, créditos, asistencia, etc. (si la acción consiste, por ejemplo, en una instalación industrial que procese los productos), para alcanzar un determinado tamaño preestablecido del proyecto agrícola. Una vez alcanzado el objetivo de compromiso productivo o de participación predial en un nivel que asegure el volumen y la variedad de productos perseguidos por el proyecto, puede considerarse superada la etapa de ejecución en la parte correspondiente a la acción predial.

En el gráfico 3 se muestran las distintas formas cómo la acción puede influir en el proyecto agrícola de desarrollo y en los predios incluidos en dicho proyecto. Los instrumentos que se proponen en el gráfico se presentan sólo a título ilustrativo.

Es importante destacar que este tipo de proyectos se limita solamente a los aspectos productivos. Quedan fuera de su alcance todos los aspectos sociales, así como los que se relacionan con servicios u otras actividades situadas físicamente en la región. En ello radica la diferencia entre los proyectos agrícolas de desarrollo y los programas zonales.

Gráfico 3

INFLUENCIA DE LA ACCION^a SOBRE EL PROYECTO AGRICOLA DE DESARROLLO



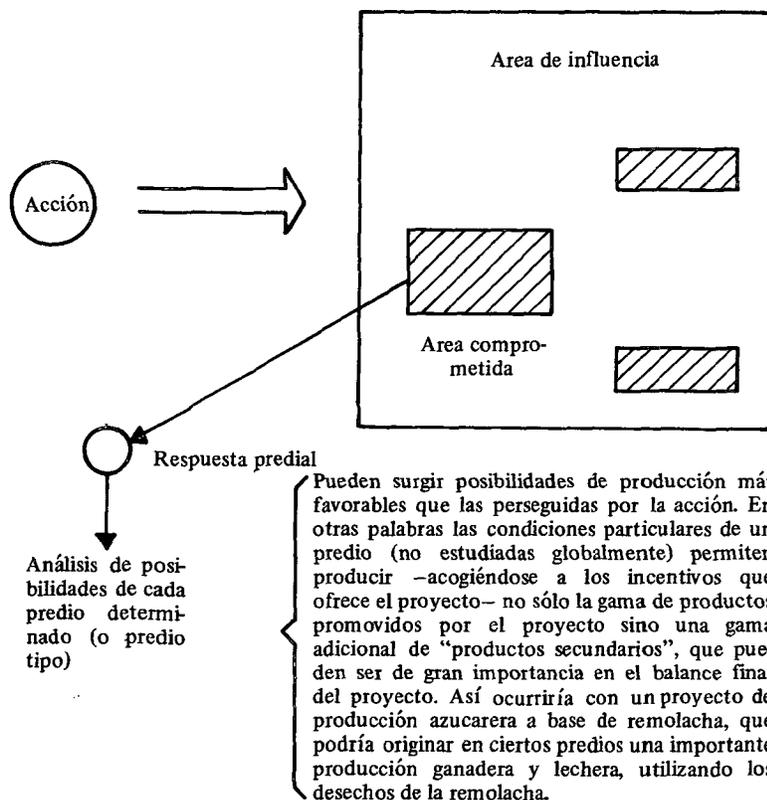
^a Según el tipo de acción de que se trate, ésta podría representar la demanda total del proyecto o por lo menos de sus productos más importantes. Tal sería el caso de una planta aceitera, azucarera, procesadora de cítricos, etc.

En este tipo de proyectos, existen en general dos procesos perfectamente diferenciados:

- a) *La acción sobre un área determinada* (área de influencia). Implica la puesta en marcha o implantación de diversas obras o actividades, cuya oferta e influencia queda limitada a un área determinada, bajo ciertas "reglas del juego" que persiguen materializar el objetivo del proyecto.
- b) *Actividad individual de las unidades prediales para acogerse a las nuevas condiciones* (área comprometida). La actividad individual estará inducida por instrumentos indirectos o será llevada a concurrir a los objetivos más globales del proyecto a través de medidas directas de política económica. Este aspecto del proceso está ligado a la situación general del país o región de que se trata. El gráfico 4 muestra ambos procesos.

Gráfico 4

LOS PROCESOS A NIVEL DE AREA Y DE PREDIO

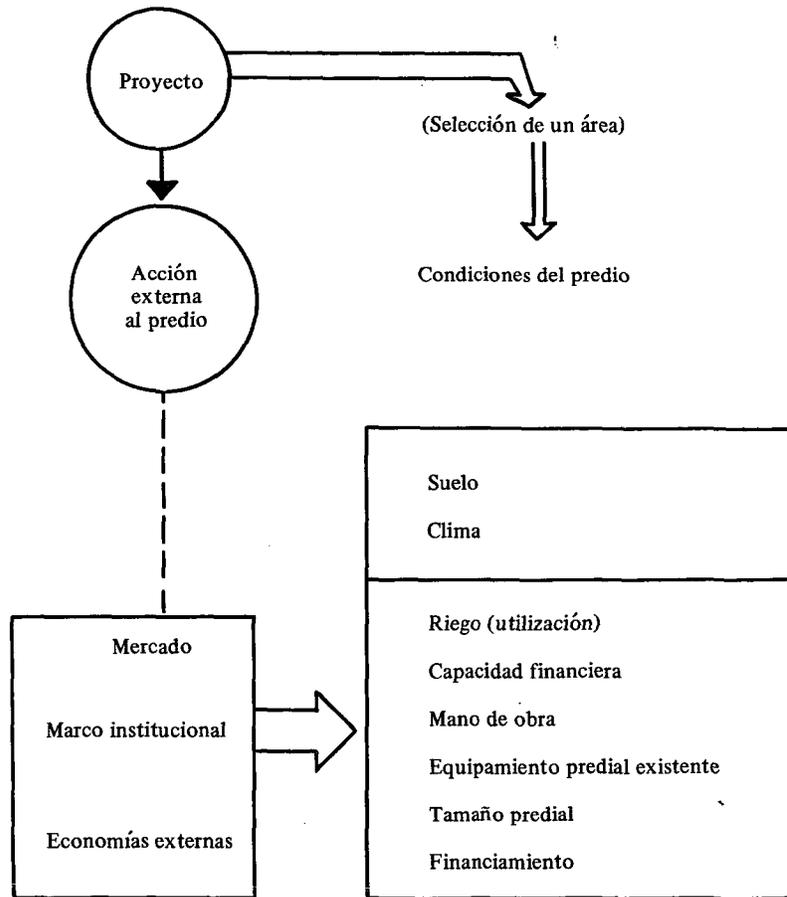


El producto predial puede considerarse función de tres tipos de elementos:

- i) Variables exógenas, entre las que cabe señalar el marco institucional, el mercado y las economías externas. Estas variables podrían ser modificadas de alguna forma por la acción del proyecto.
- ii) Factores climáticos y en algunos casos la calidad de los suelos, que constituyen la parte no controlable ni modificable.

Gráfico 5

ELEMENTOS QUE ACTUAN SOBRE EL PROYECTO PREDIAL



iii) Factores endógenos de la empresa predial, entre los que se pueden contar la utilización del riego, ciertos condicionamientos de suelos, el equipamiento predial, la capacidad empresarial, la mano de obra, el conocimiento técnico, la capacidad financiera y el tamaño predial. Estos factores serían modificables por decisión del empresario si existieran los estímulos necesarios, o a través de la acción directa del proyecto agrícola de desarrollo.

El proyecto estará bien resuelto en la medida en que el aumento del producto perseguido sea óptimo en relación al esfuerzo necesario.¹⁴ Esto dependerá de decisiones correlacionadas con los dos procesos antes mencionados:

i) Óptima determinación del área y del producto, es decir, aquella zona donde las condiciones naturales y el equipamiento existente se acerquen más a las condiciones necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto.

ii) Diseño de la acción para que sea óptimo su rendimiento (materializado en las unidades de explotación), es decir, para que sea máximo el aumento de producción inducido o impuesto por la acción.

Obsérvese que el concepto restringido de "actividad", aceptado para los proyectos industriales, es aplicable aquí. En efecto, hay que considerar el proyecto global de desarrollo agrícola como constituido por una red de actividades. Tal consideración es interesante para la evaluación del proyecto, ya que su rentabilidad no implica necesariamente rentabilidad de cada una de sus actividades. Tal es el caso de la producción azucarera en zona remolachera, donde la producción de azúcar puede no ser rentable pero sí la actividad agrícola y pecuaria en conjunto.

b) Tamaño

El tamaño depende sobre todo del mercado y de la capacidad financiera. En estos proyectos, sin embargo, debe prestarse atención al "calendario de tamaño" que tiene que ver con la "velocidad de desarrollo", es decir, a un ritmo de crecimiento hasta alcanzar el tamaño previsto.¹⁵ Aun dándose todas las condiciones necesarias, este ritmo de ejecución del proyecto no sería absolutamente controlable por el proyectista, porque intervienen en él, además de elementos económicos e institucionales, factores biológicos.

¹⁴ Se presenta aquí un problema que deberá dilucidarse en la parte correspondiente a evaluación, ya que el aumento del producto es función, tanto del costo de la acción como del esfuerzo económico de los empresarios que han decidido participar en el proyecto (o que han sido inducidos a ello).

¹⁵ Podría tratarse de extender con el tiempo el área geográfica del proyecto o de aumentar el rendimiento por unidad de tierra de una extensión dada.

c) Localización

Este punto se refiere a la ubicación de la zona donde el proyecto será ejecutado y ya se trató de él a propósito del anteproyecto preliminar. Los problemas de localización con respecto a los predios son un afinamiento en el análisis de la localización global. De este afinamiento forma parte también el "calendario de localización", hasta cubrir toda el área necesaria para alcanzar los objetivos del proyecto dentro de su zona de influencia. Los efectos ambientales negativos, señalados en el patrón general del análisis, se relacionan fundamentalmente con problemas ecológicos.

d) Obra física

Las alternativas de obra física serán tratadas al desarrollar los proyectos prediales o bien al analizarse los proyectos de tipo industrial que se incorporen al proyecto de desarrollo agrícola en forma de "actividades".

e) Organización

Existe un doble problema de organización según se trate de la ejecución o de la operación. En la ejecución se plantea el problema de coordinar las diversas organizaciones que normalmente intervienen en este tipo de proyectos. Este primer aspecto del problema se refiere a la acción, que se presenta como el cuello de botella del proyecto y de la cual depende su éxito o su fracaso.

Con respecto a la organización para la operación, es aplicable lo que se dijo a propósito de los proyectos industriales, aunque con mayor énfasis. Hay que tratar también otras modalidades de organización que pasan a ser muy importantes, por las características del sector: tratamiento de minifundios, organización de cooperativas, etc.

f) Análisis del riesgo, errores y omisiones

Al examinar la aplicabilidad del análisis del riesgo hecho en el planteamiento general, deben considerarse algunas de las diferencias sustantivas que existen entre un proyecto industrial y un proyecto de desarrollo agropecuario. Estas diferencias son sobre todo las siguientes:

a) La producción agropecuaria depende de condiciones naturales: clima, suelo y factores biológicos, que crean un conjunto que no obedece la voluntad del empresario. Entre estas condiciones, puede que el suelo sea el factor más fácilmente controlable. Los ciclos de gestación biológica y las condiciones climáticas escapan a la manipulación empresarial.

b) Las rigideces inherentes al factor humano en el campo. Estas rigideces pueden ser las siguientes:

i) Rigidez de movilidad de la mano de obra. La concentración urbana ofrece a la actividad industrial una oferta elástica en cantidad y calidad, lo que en general tiende a ser más rígido en el campo, donde se debe contar en el corto plazo con un contingente relativamente fijo de mano de obra.

- ii) Posibilidad o práctica de autoproducción de alimentos del grupo familiar, que limita o diferencia sustantivamente las relaciones y negociaciones laborales (o tipo de unidad productiva).
- iii) Limitación de la preparación técnica en el empresario agrícola.

c) En general, dentro del área del proyecto se pueden considerar como inexistentes las economías externas, que en un núcleo urbano se ofrecen normalmente a la actividad industrial; esta situación obliga a considerar, en la formulación del proyecto agrícola una serie de servicios que son brindados normalmente como economías externas en los proyectos industriales.

La simple aplicación del esquema de análisis de riesgos planteado para la actividad industrial subestimaría los factores indicados.

Con respecto a los factores naturales independientes de la voluntad del empresario es necesario conocer su rango de variación y su periodicidad. No es posible considerarlos simplemente como "imprevistos", sino que deben tratarse como holguras. Las posibilidades de error en el tratamiento de este problema se ven acentuadas por la insuficiencia de información o por carecer de ella.

El riego merece también una atención especial, que podría estudiarse a través de la "seguridad de riego". Se trata de conocer el número de años —en términos probabilísticos— durante los cuales se puede contar con riego seguro en relación con el total de años considerados. Aumentar la seguridad de riego requiere inversiones por hectárea, que pueden no guardar proporción con el incremento de seguridad conseguido.

En cuanto a las rigideces en la oferta de mano de obra, el riesgo que este elemento implica en función de las metas está en relación directa con el sistema de organización social de la producción. Si éste se basa en la utilización de mano de obra asalariada, por ejemplo, la posibilidad de recurrir a la huelga —considerada como un imprevisto en el caso industrial— significaría una situación crítica para el proyecto agrícola, ya que la dependencia de la producción de un proceso biológico y climático hace irrecuperable cualquier daño, al menos en ciertos períodos (época de siembra, de cosecha, riegos artificiales, desinfecciones, etc.). Esta vulnerabilidad será variable según el tipo de cultivos, pero se acentúa por la condición de posible autoabastecimiento de alimentos de parte de los trabajadores y de la dificultad para conseguir un contingente de reemplazo. Todo ello da a la huelga una característica muy diferente del caso industrial.

En relación con posibles omisiones en la formulación del proyecto, hay que llamar la atención sobre la actividad de asistencia técnica (enseñanza de nuevas técnicas o introducción de nuevos cultivos), la cual es un costo imputable a la "puesta en marcha".

Con respecto al grado de autosuficiencia del proyecto agrícola de desarrollo, es frecuente descuidar la inclusión de obras auxiliares, de infraestructura predial y sus gastos de mantenimiento (por ejemplo: talleres para el mantenimiento de tractores y otros equipos mecáni-

zados, mantenimiento invernal de caminos vecinales, puentes, limpieza de canales, etc.). Es también importante contabilizar correctamente los insumos producidos dentro del predio, para no incurrir en duplicaciones u omisiones.

Otro problema que debe ser previsto son las posibles sobreproducciones, analizadas conforme al tipo de producto, según sea perecible o almacenable.

g) Utilización de los conceptos de proceso en los estudios de costo

Parece posible utilizar el concepto de proceso técnico —y las alternativas que permite dicho proceso— en el caso de los proyectos agrícolas.

El análisis de alternativas, sobre todo en el anteproyecto definitivo, debe conducir a conclusiones operativas que reflejen cuantitativamente sus ventajas relativas. Para este análisis, el uso de las categorías de proceso puede ser especialmente útil. En efecto, el análisis de costos de la actividad agropecuaria se ordena en función de esas categorías y el mayor o menor énfasis en el uso de los elementos que las conforman¹⁶ se reflejará en variaciones en los costos, así como en probables variaciones de la producción.

Los cuadros 7 y 8, basados en proyectos reales y preparados conforme a las ideas señaladas, muestran el resultado posible de este análisis.¹⁷ Así, en el proyecto de producción de semilla certificada de arroz, por ejemplo, el grado de mecanización influye en el volumen y el tipo de la producción.

Con un análisis de este tipo puede llegarse a definir los volúmenes de producción deseados, en función de los tipos de procesos a utilizar y de sus costos.

¹⁶ Grado de tecnificación, grado de mecanización y grado de utilización del agua.

¹⁷ Estos cuadros fueron preparados por los participantes en el Seminario de Entrenamiento en Servicio para la Formulación y Análisis de Proyectos, que realizó el ILPES en 1970.

Capítulo III

PROYECTOS EXTRACTIVOS

A. DEFINICION Y CLASIFICACION

Entre los diferentes tipos de proyectos hay un grupo cuya característica común es que su origen se encuentra en la explotación de un recurso natural en su estado original. Tal circunstancia hace recomendable su análisis como un conjunto separado, bajo la denominación de proyectos extractivos.

1. Clasificación de los proyectos extractivos

Como criterio de clasificación de los proyectos extractivos se ha adoptado el grado de conservación del recurso natural. En este sentido se pueden distinguir tres categorías distintas:

a) No renovables, donde se agrupan aquellos que agotan el recurso natural; proyectos mineros, explotación indiscriminada de bosques naturales, etc.

b) Renovables sin participación activa del hombre (conservación): manejo silvícola en bosques naturales, conservación del recurso marino, conservación del suelo, etc.

c) Renovables con participación activa del hombre (multiplicación): tierra agrícola, bosque artificial, piscicultura, ostricultura. La explotación de un recurso no renovable da origen a un proyecto con período de vida determinado que utiliza el recurso en el estado en que se encuentra en la naturaleza hasta su total agotamiento. La explotación de un recurso renovable, por el contrario, permite toda una serie de proyectos, en encadenamiento continuo. Esta es una diferencia sustantiva que introduce alteraciones en la formulación de proyectos. Es importante sobre todo en el diseño de las instalaciones auxiliares y el requerimiento de economías externas, que en el caso de los recursos no renovables ha de amortizarse dentro del período de vida útil del proyecto. Al tratarse de recursos renovables, este tipo de inversiones auxiliares podría ser considerado dentro de la cadena de proyectos que se generaría alrededor del recurso natural renovable y que tendrían una vida útil y una difusión en su aprovechamiento bastante mayor, pudiendo alcanzar el carácter de infraestructuras.

El carácter de renovable en el segundo grupo esta dado por la conservación del ciclo vital. Este debe traducirse en el equilibrio entre la cantidad de recurso extraído y el aumento de volumen vegetativo del mismo. Tal característica exige una clara política de conservación, ya que el simple criterio económico de rentabilidad en el corto plazo podría forzar una explotación acelerada del recurso que condujera a su agotamiento. Ello es notorio en el caso de maderas duras o nobles que requieren de muchos años para llegar a la madurez.

Obsérvese que en esta clasificación los bosques naturales, considerados generalmente como no renovables, se incluyen dentro de la categoría de “renovables sin participación activa del hombre”. A ellos se agregan la conservación de suelos y los recursos marinos. En todos estos casos hay una capacidad de autorrenovación independiente de la acción del hombre, siempre que la explotación se limite, a fin de conservar la riqueza básica del recurso. Más allá de ese límite, la explotación produce el agotamiento o la detención del ciclo reproductivo. En esta categoría definimos la acción humana como de carácter pasivo, puesto que se autolimita el ritmo de la explotación para mantener la riqueza básica intacta.

Los proyectos renovables con participación activa del hombre no son propiamente extractivos, ya que no utilizan el recurso natural en su forma original sino como factor de producción. Este tipo de proyectos se aproxima más a los proyectos agrícolas e industriales que a los extractivos.

2. Alcance de los proyectos extractivos

No es fácil determinar el alcance de los proyectos que deben incluirse en el grupo de extractivos. En efecto sólo se especifica el punto inicial del proceso de transformación, no existiendo consenso sobre el grado de transformación a que se someterá el recurso natural dentro de los llamados procesos extractivos.

El punto inicial de un proyecto extractivo es el recurso natural en su estado original, a lo cual siguen una serie de etapas de transformación encadenadas hasta llegar al producto de consumo final. Es necesario delimitar además, el número y el tipo de las etapas de transformación posteriores que pueden incluirse como parte de estos proyectos.

El concepto de “actividad”¹, considerada como el conjunto de acciones necesarias para producir un bien de características comerciales, puede servir como criterio para establecer esta delimitación. De acuerdo con él, serían proyectos extractivos aquellos que, partiendo del recurso natural en su estado original, comprenden todo el conjunto de acciones que permiten transformarlo hasta alcanzar las características de un primer bien comerciable. Se trata, por lo tanto, de aquellos proyectos que completan la primera “actividad”.

3. Concepto de “bien comerciable” y separación entre “actividades”

El “bien comerciable” estaría definido por dos características:

a) La naturaleza intrínseca del bien, que se traduce en sus especificaciones técnicas y que lo hace potencialmente transable en el

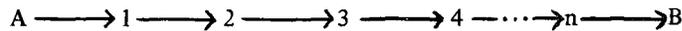
¹ Véase Calderón y Reitman, *op.cit.*, pp. 61 y 101.

mercado. Estas especificaciones tienen validez con independencia de las condiciones locales donde el bien se obtiene.

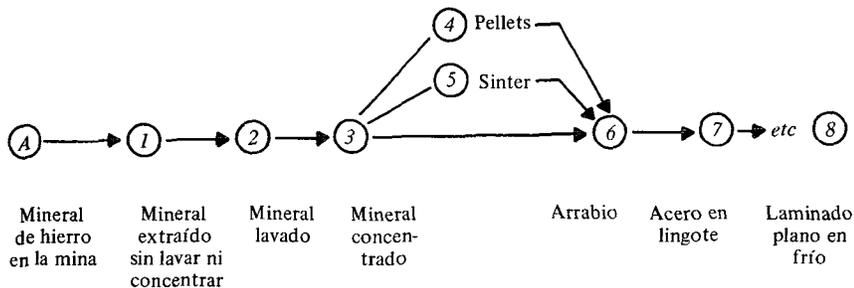
b) Las condiciones propias del medio donde se va a producir el bien, especialmente la existencia de un mercado en el tiempo y el espacio para este tipo de bienes.

Ambas características son complementarias y ninguna de ellas basta por sí sola para definir los límites de una actividad extractiva. Los límites que determinan estas características no siempre coinciden. En efecto, se puede dar el caso de un bien con características comerciales (a) que no tenga mercado inmediato (b) en el medio donde se localiza el proyecto. Para ilustrar el manejo de estos conceptos es útil examinar un ejemplo.

Considérese un bien que pasa por varias etapas de transformación (1,2,3, . . .etc), desde el recurso natural A hasta llegar a su forma final B.



Los bienes que aparecen al final de cada una de esas etapas de transformación tienen cualidades propias definidas, independientes de las condiciones del medio. Así, la producción de laminados planos en frío partiendo del mineral de hierro (recurso natural) deberá pasar las siguientes etapas:



En este ejemplo los productos de las etapas 1 ó 2 ya podrían ser bienes comerciales (lo que depende de la ley propia del mineral), si sólo se considera la primera de las características mencionadas anteriormente. Sin embargo, para definir los límites del proyecto habrá que examinar también la segunda característica, es decir, en cuál de estas etapas de transformación se materializa un mercado. Si ambas características no coinciden para el producto de las primeras etapas de transformación, tal vez sea necesario agregar a la etapa puramente extractiva una actividad

industrial para poder contar con un “bien comerciable”. En ese caso sería el conjunto resultante el que debería ser estudiado en el proyecto.²

4. Punto de partida del proyecto

Es conveniente abordar un problema que suele presentarse en la práctica y puede llevar a confusiones. Se trata de la forma de establecer el punto de partida del proyecto y de los efectos que tal determinación puede tener sobre aspectos como el tamaño, la localización, los costos de producción, etc.

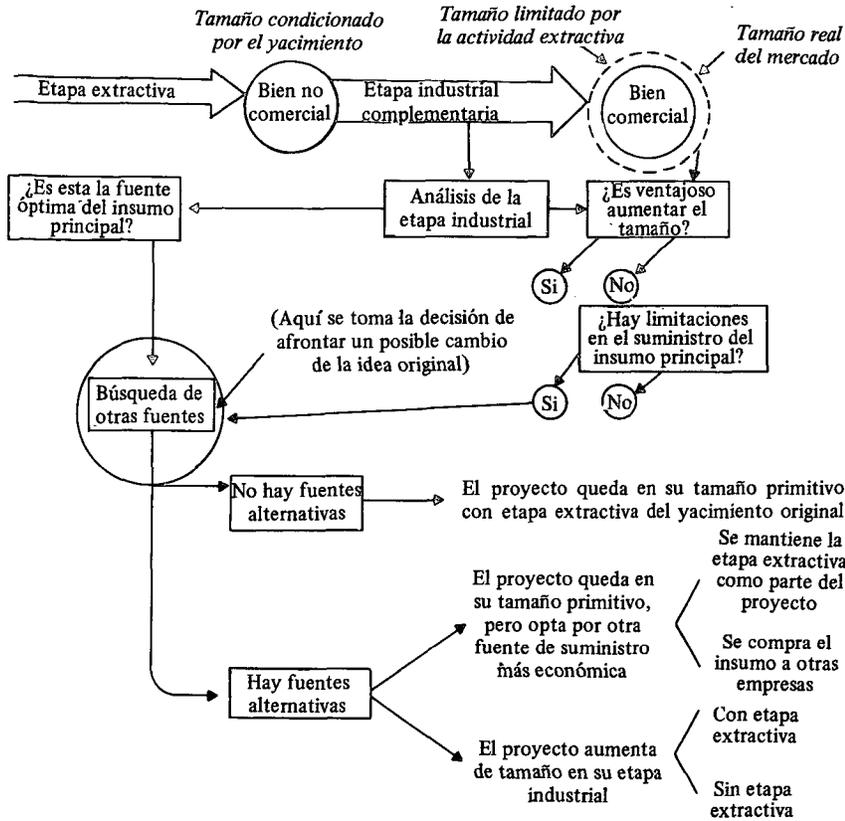
El razonamiento lineal, en el caso de un proyecto extractivo, sería del siguiente tipo: la existencia de un recurso natural dado, cuyo volumen es conocido, da origen a un proyecto de extracción definido hasta obtener un “bien comerciable”. Este “bien comerciable”, en la gran mayoría de los casos, corresponde a un insumo intermedio, por lo cual es preciso seguir con una actividad manufacturera hasta lograr un bien final de tipo industrial. Es lógico pensar que en el proyecto extractivo se ha estudiado la existencia de capacidad industrial suficiente para procesar el bien que se trata de ofrecer o que, si no existe o es insuficiente la capacidad instalada, se ha previsto la instalación o ampliación de plantas procesadoras. En este caso cabe pensar que el tamaño de la nueva planta o la ampliación de las plantas existentes dependerían del tamaño de producción del proyecto extractivo o al menos estarían relacionadas con él.

También es posible concebir como punto de partida del proyecto extractivo la necesidad de utilizar el recurso natural como insumo de una planta industrial. En este caso, en vez de considerar la etapa industrial como parte del proyecto extractivo, se partiría del proyecto industrial, para el cual el producto de la etapa extractiva no es más que una de las posibilidades de obtención de su insumo principal. Dentro de este enfoque es lícito preguntarse si dicha posibilidad de insumo es realmente la mejor para la actividad industrial. ¿Por qué no buscar otras fuentes de abastecimiento, ya que la creación de esta actividad industrial podría dar carácter comercial a productos extractivos similares de otras fuentes? Más aún, acaso fuera posible que el condicionamiento del tamaño del proyecto industrial se independizara del tamaño explotable del yacimiento.

El gráfico 6 plantea las alternativas a que conduce esta otra línea de razonamiento e ilustra la situación en que la etapa industrial podría ser

² Cuando el proyecto extractivo tenga más de una actividad, muchas veces será necesario mantener la división por actividades para algunos estudios parciales. Así, por ejemplo, en el caso de los proyectos mineros los costos del mineral extraído son siempre estudiados, aun cuando el proyecto contenga las etapas siguientes de concentración.

Gráfico 6 LIMITES DE LA ETAPA EXTRACTIVA Y DE LA INDUSTRIAL



mayor que el tamaño del proyecto extractivo. El razonamiento para el caso en que la planta industrial se quisiera o se debiera diseñar por debajo del tamaño de la etapa extractiva sería similar.

Este análisis sobre el punto de partida del proyecto sólo se presenta para evitar confusiones en el tratamiento de los proyectos extractivos. En el presente capítulo se trata de analizar el caso en el cual la existencia de un recurso natural —y la intención de llevar ese recurso hasta el estado de “bien comerciable”— es el elemento básico e inicial del proyecto.

5. Ejemplos relativos a la definición de proyectos extractivos

Para examinar los problemas de definición que suelen presentarse en los proyectos extractivos, ofrecen interés los proyectos mineros, que son los que presentan mayor número de etapas.

Una explotación minera se compone en general de las siguientes operaciones hasta completar la primera "actividad":³

- Prospección (reconocimiento geológico con diversos grados de profundidad);
- Muestreo (perforaciones, túneles de cateo, etc., para tomar muestras en el cuerpo mineralizado);
- Desarrollo de la mina (obras físicas de infraestructura, instalaciones auxiliares, etc.);
- Acceso al mineral (remoción superficial de material o preparación de galerías hasta llegar al depósito minero);
- Instalaciones auxiliares para el drenaje, ventilación, iluminación y seguridad en la mina;
- Operación de ruptura (ruptura del cuerpo mineralizado, ya sea por corte, excavación o por explosivos);
- Remoción y transporte (remoción y extracción del mineral y transporte interno hasta la "boca de la mina")⁴

Al término de esta última operación el mineral podría alcanzar las características que permitieran completar en este punto el proyecto extractivo. Sin embargo, aún quedan otras fases de transformación como son la clasificación y la concentración de los minerales extraídos. Si se examina el caso de las grandes minas de cobre donde normalmente –al término de la remoción– se tiene un mineral en la "boca de la mina" con un 2 por ciento máximo en contenido de cobre (que no es comerciable), se puede observar la necesidad de agregar otra etapa de concentración más para llegar a un primer producto (que pueda ser económicamente transportable para servir de insumo a otras actividades de transformación, que no están ligadas necesariamente a la misma empresa extractiva). En este caso, el proyecto extractivo sería el conjunto de las operaciones descritas anteriormente *más* la concentración. Si existe en la zona o a distancia económica una planta de concentración del mineral, éste podría adquirir sus características de bien comerciable con la sola extracción.

En el caso de la minería del hierro, en la mayoría de las minas la extracción proporciona ya un mineral de alta ley, que podría alcanzar características comerciales sin necesitar una etapa de concentración.

Caso distinto es el de la explotación del salitre, donde el producto de la extracción (caliche) no suele ser comerciable. Adquiere esta característica después de una etapa de transformación que es propia de la industria química.

³ Una buena descripción de estas operaciones es la de George I. Young, *Elements of Mining*, Nueva York, Mc-Graw-Hill.

⁴ La expresión "boca de la mina" se usa en sentido amplio para indicar la situación del mineral removido, colocado en un lugar inmediato a la faena extractiva. Por extensión se usa también en minas o depósitos abiertos donde el concepto de "boca" no tiene significado real.

El caso de la pesca presenta también algunos ejemplos interesantes. Si la primera transacción mercantil se realiza al llegar la pesca a tierra (pescado fresco), el proyecto extractivo termina allí. Si no sucede así y es necesario agregar una etapa de transformación (por ejemplo, conservación, fileteado, etc.), debería considerarse todo el conjunto como una sola unidad-proyecto.

Para enfrentar este tipo de indefiniciones se pueden usar dos criterios diferentes:

a) Considerar la actividad extractiva como un conjunto de operaciones de características físicas definidas que llegarían hasta la colocación del mineral en la “boca de la mina” (o su equivalente en pozos petroleros, minas abiertas, etc.)

b) Considerar el concepto de “actividad”, o sea el conjunto de operaciones que permite un primer bien comerciable.

El primer criterio es el más aceptado por los tratados de minas y facilita la comparación entre proyectos mineros distintos al incluir explícitamente la determinación del costo del mineral en la boca de la mina. Es insuficiente, sin embargo, para definir la unidad-proyecto. Aunque se acepte la necesidad de llevar a cabo un análisis independiente del costo del mineral una vez situado éste en la boca de la mina, hay que agregar el concepto de “actividad” –ligado al de bien comerciable– para definir totalmente el proyecto extractivo. De esa manera se podría considerar, por un lado, como actividad extractiva el conjunto de las operaciones correspondientes a la explotación minera cuando den por resultado un bien comerciable, y por otro, como etapa industrial las subsiguientes operaciones de transformación. Si la explotación minera en sí misma ofrece como resultado un bien no transportable (y por lo tanto no comerciable como tal), la etapa de concentración u otras similares entrarían a formar parte de la actividad extractiva.

B. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS EXTRACTIVOS

1. Características generales

Aunque a la definición y clasificación anteriores se han incorporado las características generales de este tipo de proyectos, es importante destacar ciertas particularidades de ellas.

El producto final de la mayor parte de los proyectos extractivos consiste en bienes intermedios que son insumidos por otras actividades de transformación.⁵ Esta característica define el tipo de estudio de mercado necesario.

⁵ Pueden constituir excepciones aquellos proyectos extractivos que producen bienes finales. Tales serían, por ejemplo, la pesca artesanal, la extracción de sal, ciertos carbones, el mármol y la caliza utilizada como abono.

Antes de iniciar un proyecto extractivo debe existir un campo de actividades correspondiente a la investigación y reconocimiento de la existencia de recursos naturales. Este campo debe ser cubierto por proyectos de investigación, cuyo resultado es básicamente conocimiento. El proyecto extractivo, por consiguiente, debe iniciarse al término de un proyecto de investigación y concluir en la explotación material del recurso.

Lo dicho presupone la existencia de una actividad —que podría incluirse dentro del concepto general de preinversión— cuyo objetivo sería la identificación de recursos naturales o la aplicación de políticas de incentivos para producir esta identificación.⁶ Tal sería el caso de las instituciones dedicadas al estudio de recursos pesqueros, hidráulicos, minerales de distinto tipo, etc.

2. Relación entre el recurso natural, su forma de explotación y el producto final

No siempre un recurso natural determinado dará origen a un solo producto final: es posible que permita obtener varios productos distintos. Así, por ejemplo, la explotación de un bosque podría originar un aserradero para madera de construcción, la simple explotación de leña, fabricación de cajones, fabricación de celulosa, fabricación de planchas aglomeradas, etc. Dentro de este abanico, lo único fijo para el proyectista sería la existencia del bosque. La determinación del producto deberá examinarse como posibilidades diferentes, de las cuales derivarían tantos proyectos distintos como productos principales se desee obtener.

En muchos casos las características del producto final condicionan la actividad extractiva. Así se ve claramente en el caso de las canteras de carbonato de calcio. Si el destino final de la cantera de caliza (de buena calidad) es la obtención de mármol, el proceso extractivo debe seguir una técnica bien definida, cortándose los bloques en determinada forma, a fin de obtener un producto de calidad uniforme. Pero si esta misma cantera no tiene mercado para el mármol, la caliza se podría utilizar como materia prima para una planta de cemento, en cuyo caso el sistema de extracción sería diferente.

Otro ejemplo es el de ciertas minas de carbón, destinadas a la producción final de coque. En ese caso es preciso hacer separar los carbones con bajo contenido de azufre, lo que sería innecesario si el carbón no fuera destinado a la coquificación. Aunque este ejemplo no

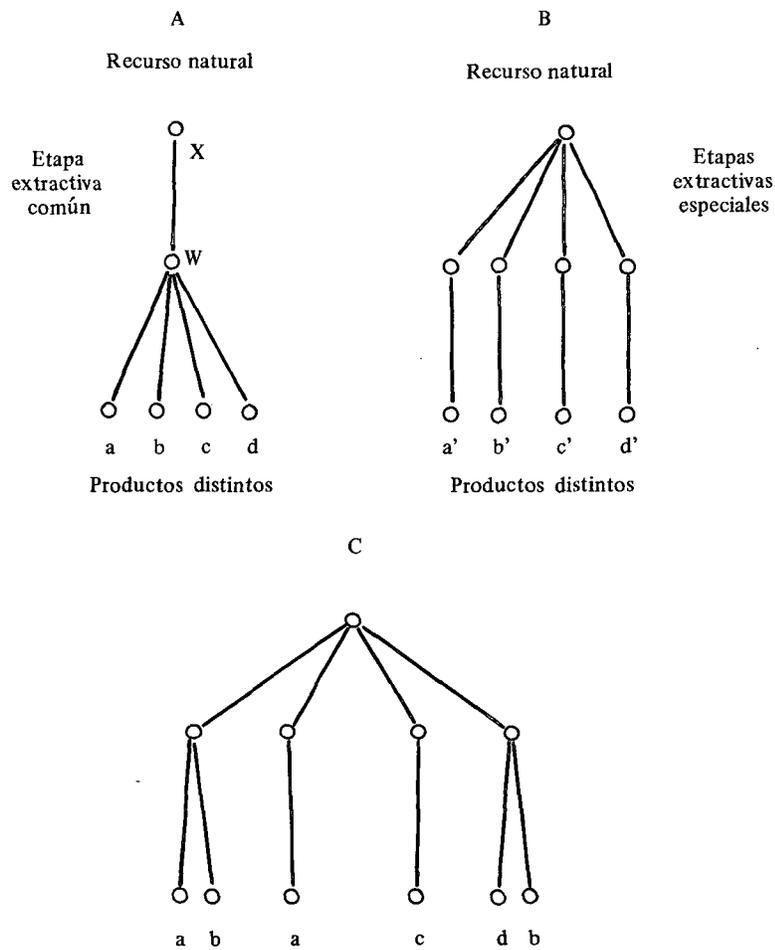
⁶ Véase Raúl Prebisch, *La función de preinversión del PNUD en la programación por países*, informe presentado a la Junta Consultiva del PNUD (ILPES, octubre de 1971; mimeografiado), capítulos I y II.

muestra un cambio sustantivo en el proceso extractivo mismo, sino un encarecimiento debido al proceso de selección, señala una alteración del proyecto extractivo en su conjunto.

La obtención de varios productos distintos a partir de un mismo recurso natural puede darse en dos formas genéricas diferentes; la actividad extractiva común y las actividades extractivas especiales. Ambas situaciones se ilustran en el gráfico 7.

Gráfico 7

PROYECTOS EXTRACTIVOS: POSIBILIDADES DE OBTENCION DE PRODUCTOS A PARTIR DE UN RECURSO NATURAL

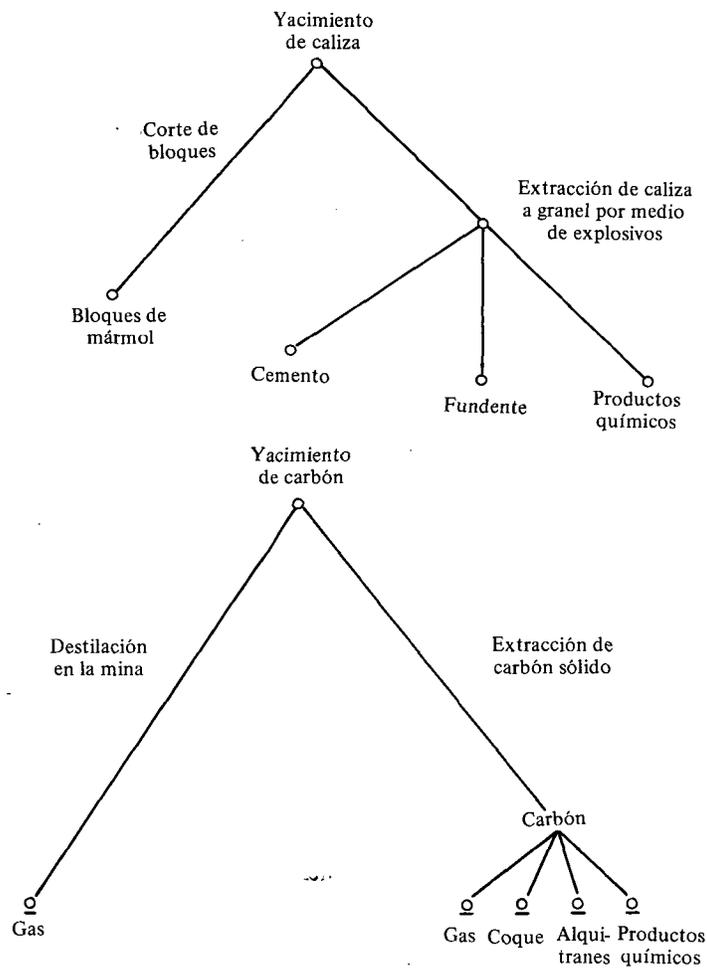


misma cantera no tiene mercado para el mármol, la caliza se podría utilizar como materia prima para una planta de cemento, en cuyo caso el sistema de extracción sería diferente.

Otro ejemplo es el de ciertas minas de carbón, destinadas a la producción final de coque. En ese caso es preciso hacer separar los carbones con bajo contenido de azufre, lo que sería innecesario si el carbón no fuera destinado a la coquificación. Aunque este ejemplo no

Gráfico 8

PROYECTOS EXTRACTIVOS: OTRAS POSIBILIDADES DE OBTENCIÓN DE PRODUCTOS



A las dos situaciones típicas A y B se puede agregar la tercera, C, que resulta de la combinación de las dos primeras.

En el caso A se parte de un recurso natural X y mediante una “actividad” extractiva única se llega a un determinado producto (comercial) W , a partir del cual se pueden producir una serie de bienes o productos diferenciales, a, b, c, d , etc., sin que éstos tengan influencia determinante en el proceso de extracción. Como ejemplo de este caso se puede mencionar la extracción del petróleo. En un determinado yacimiento, la etapa de extracción produce petróleo crudo cuyos usos diversos no afectan la actividad extractiva.

En el caso B la operación extractiva se ve condicionada fuertemente por el tipo de bien de uso final, puesto que éste necesita como insumo el producto de la actividad extractiva obtenida en forma diferenciada. El caso de la cantera de caliza –ya mencionado– ilustra perfectamente esta situación. Las posibilidades en este caso podrían ser las que muestra el gráfico 8.

Algunos yacimientos de carbón sirven para ilustrar el caso C, que reúne las características combinadas de las dos clases anteriores. En estas minas se puede presentar la alternativa de hacer su destilación directamente en el yacimiento sin extraer el carbón sólido, para recuperar el gas, o bien extraer el carbón sólido, el cual puede servir, entre otros usos, para la producción de gas.

C. ETAPAS EN LA FORMULACION DE PROYECTOS EXTRACTIVOS

1. Identificación de la idea

a) Origen de la idea

La idea puede originarse tanto en el conocimiento de la existencia del recurso natural como en la existencia de mercados para los productos que se obtendrán al término de la primera etapa de transformación. La primera de esas fuentes es bastante obvia, pero el origen de la idea basado en la existencia de demanda no es tan claro cuando se trata de proyectos extractivos. Algunos ejemplos ilustrarían esta segunda situación.

Un caso podría ser el de la industria siderúrgica que ve agotarse sus fuentes habituales de suministro de mineral de hierro. Ante esta circunstancia y frente a un mercado estable, hay que estudiar nuevas alternativas de suministro, las cuales podrían dar origen a uno o más proyectos extractivos.

Otro ejemplo es la explotación de la anchoveta en el norte de Chile. La idea se habría generado, al observar el éxito de esta actividad en el Perú, conociendo la magnitud del mercado y suponiendo que las condiciones del mar chileno –en la zona contigua al Perú– podrían proporcionar el mismo recurso natural. En la misma situación están todos aquellos proyectos basados en recursos naturales sin valor

económico actual —es decir, que son de libre acceso y no relativamente escasos—, tales como el aire, las piedras, el agua de mar, etc. Así, por ejemplo, la fabricación de oxígeno o de nitrato sintético a partir del aire están evidentemente basados en una demanda perfectamente identificada y no en la existencia del recurso.

b) Elementos de análisis de la etapa

Para esta etapa se utilizan los mismos elementos del patrón general de análisis indicado en *Notas sobre formulación de proyectos*, considerando en primer término la disponibilidad de insumos, dado su carácter definitorio en este tipo de proyectos. Los elementos que deberían analizarse son los siguientes: disponibilidad de insumos, tamaño y mercado, tecnología, monto de la inversión y marco institucional.

i) Disponibilidad de insumos. El grado de conocimiento del recurso natural —correspondiente en este caso al insumo principal— debe ser mucho más profundo que el conocimiento de los insumos necesarios que suele requerirse para la misma etapa en los proyectos industriales.

La disponibilidad del recurso⁷ se caracteriza por la cantidad, la calidad y las técnicas conocidas y aplicables para su obtención. Los conceptos de cantidad y calidad tienen el mismo significado que en los proyectos industriales, pero las técnicas de obtención aparecen aquí como una nueva restricción.

Es normal que la naturaleza no presente los elementos o materiales requeridos por la industria en su forma final, sino que se encuentren en forma de combinaciones químicas o biológicas complejas. Así ocurre con la mayoría de los metales, la celulosa, los compuestos químicos orgánicos, etc. Por ejemplo, un metal común como el magnesio abunda en forma de sulfato de magnesio, pero no se conocen técnicas industriales económicas para separar el magnesio en este compuesto. De ello resulta que la condición de recurso natural del sulfato de magnesio —como fuente de magnesio puro— se encuentra limitada por su tecnología de extracción. Lo mismo se puede decir del cobre que contiene el agua de mar. Otro ejemplo de este mismo problema es la dificultad para utilizar el bosque tropical (natural) como fuente de celulosa, aun siendo cuantiosas las reservas en dichos bosques.

En la mayoría de los casos esta limitación tecnológica no representa una restricción absoluta. Señala más bien la existencia de otros tipos de recursos cuyas características permitirían una extracción más económica del bien que se desea obtener. En el momento en que dichas

⁷ Los recursos naturales no están exclusivamente destinados a la producción de bienes. Parte considerable de ellos se destinan al entretenimiento, dentro de una amplia política de conservación ambiental (por ejemplo, parques nacionales).

fuentes alternativas se hicieran difíciles de aprovechar, aumentaría la necesidad de nuevos procedimientos para el aprovechamiento económico de recursos cuya explotación no es actualmente posible por falta de tecnología adecuada. Esta situación es fácilmente explicable si se piensa que la escasez de un determinado recurso llevaría a modificar sus precios, circunstancia que podría convertir en rentables otras técnicas hasta ahora no utilizadas o llevaría a incrementar las investigaciones para obtener nuevos sistemas de extracción.

ii) *Tamaño, mercado y tecnología.* El tamaño está condicionado por el tipo y la disponibilidad de recursos, por el mercado y por el proceso de explotación. Este condicionamiento es diferente según se trate de proyectos extractivos no renovables o de proyectos extractivos renovables sin participación activa del hombre.⁸

En aquellos proyectos que actúan sobre recursos no renovables, la disponibilidad del recurso fija la relación entre tamaño y plazo total de explotación, hasta llegar al agotamiento total. En el segundo grupo de proyectos, en los cuales el carácter renovable del recurso requiere de una acción pasiva del hombre, la disponibilidad del recurso fija también el tamaño al determinar el ritmo de explotación anual compatible con la conservación del recurso. El tamaño condicionado por la disponibilidad del recurso corresponde a una primera aproximación del volumen de producción, el cual debe ser comparado con las restricciones de mercado y con las restricciones del proceso de explotación.

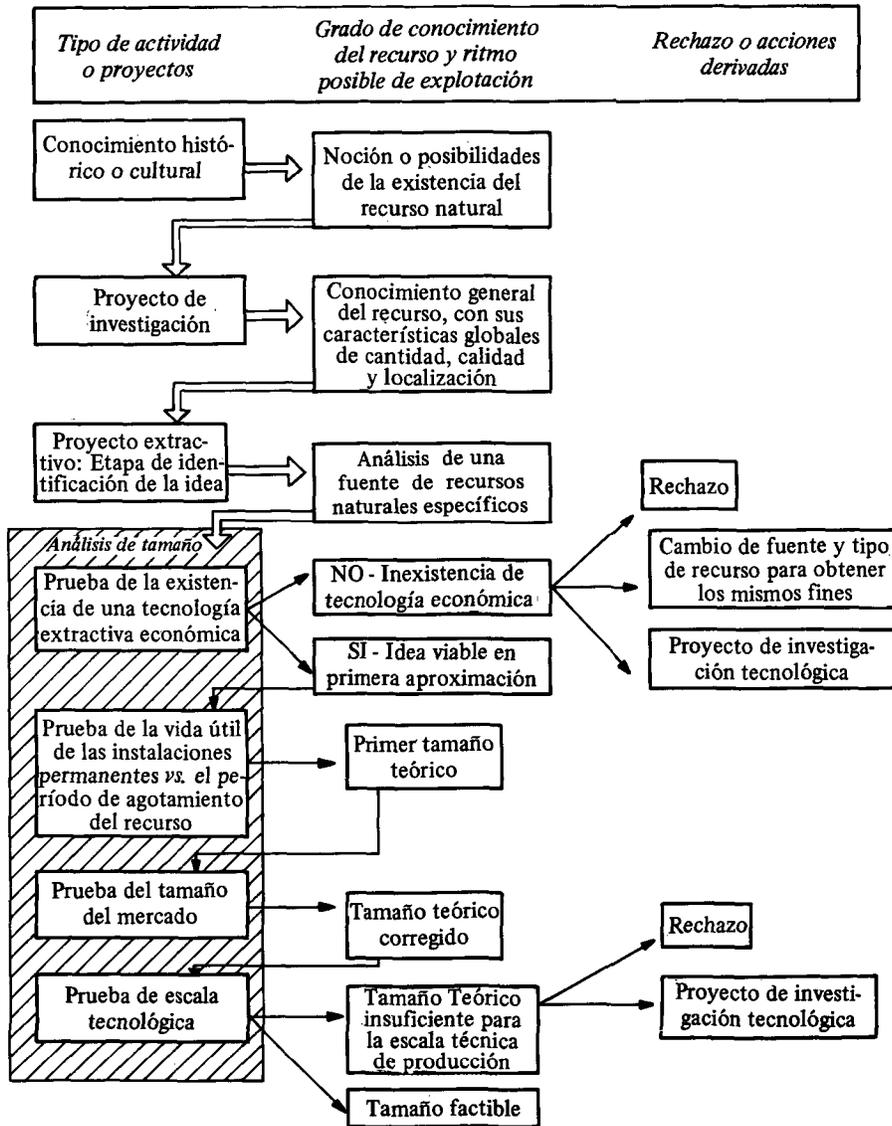
Las restricciones de mercado tienen el mismo carácter que las indicadas en el patrón general de análisis. Las restricciones del proceso son algo más complejas ya que deben considerar la escala técnica de producción y la vida útil de las instalaciones.

Tratándose de la etapa de identificación de la idea, estos dos elementos no juegan un papel determinante sobre el tamaño en otros tipos de proyectos. Sin embargo, en los extractivos y especialmente en los proyectos que explotan recursos no renovables adquieren una relevancia especial. Supóngase un yacimiento cuya disponibilidad es de 10 millones de toneladas del mineral A y que para explotarlo son necesarias instalaciones permanentes no recuperables que tendrían 10 años de vida útil. Semejante situación no haría recomendable un volumen teórico de extracción superior a un millón de toneladas por año, pues cualquier ritmo de extracción mayor agotaría el depósito antes de aprovechar la vida útil de las instalaciones.

⁸ Recuérdese que los proyectos que actúan sobre recursos renovables con participación activa del hombre escapan a la clasificación de proyectos extractivos utilizada en este capítulo.

Gráfico 9

EL PROCESO DE ANALISIS DE TAMAÑO EN LAS PRIMERAS ETAPAS DEL PROYECTO EXTRACTIVO



El tamaño máximo teórico dado por la disponibilidad del recurso debe confrontarse posteriormente con el mercado. En el ejemplo anterior, si el mercado señalara una demanda de solo medio millón de toneladas anuales, el tamaño del proyecto extractivo disminuiría a la mitad y su período de agotamiento se retardaría a 20 años.

Siguiendo con el ejemplo, éste no sería aún el tamaño definitivo. Habría que compararlo con la escala tecnológica. Si la escala mínima productiva fuera de 200 000 toneladas, el proyecto de medio millón sería perfectamente adecuado, pero no si la escala mínima económica fuera de un millón de toneladas.⁹ En el gráfico 9 se resume el posible ciclo de este análisis.

iii) Monto de la inversión. Tendría la misma connotación que en los proyectos industriales.

iv) Marco institucional. El tratamiento sería similar al de los proyectos industriales. Sin embargo, tratándose de proyectos extractivos debe tenerse en cuenta que una política de conservación de recursos naturales es un componente importante del grado cultural de una nación. Para seguir adelante con su proyecto, el “proyectista” debe considerar algún tipo de política de conservación de recursos naturales, aunque este tipos de restricciones no aparezca en forma explícita en el marco institucional.

2. Anteproyecto preliminar

a) Concepto de “solución” en los proyectos extractivos

El análisis del anteproyecto preliminar está dirigido, en general, a estudiar y elegir “soluciones”. En este tipo de proyectos el insumo principal (recurso natural) –que en otras clases de proyectos define el concepto de “solución”– es un dato del problema y no tiene el mismo carácter electivo que en los proyectos industriales. Esta situación impide aplicar este concepto de “solución” a los proyectos extractivos.

El aludido concepto de “solución”, basado en la diferenciación de insumos, no es más que un caso particular del análisis de conjuntos, mediante el cual se trata de reunir en grupos diferenciados algunas alternativas que tengan en común ciertos rasgos distintivos. Agrupándolas se simplifica el análisis y la información necesaria en esta etapa del proyecto, por no tener que manejar sino un número reducido de conjuntos en vez de una amplia gama de alternativas.

⁹ Al menos dentro del marco de análisis económico del proyecto considerado aisladamente. También podría ocurrir que razones institucionales o el hecho de su incorporación a un complejo de proyectos permitieran continuar la formulación del proyecto.

En la mayoría de los proyectos, las condiciones iniciales o los insumos principales cumplen el papel de caracterizadores, definiendo conjuntos o “soluciones” distintas. Sin embargo, ésta no es una regla general, como se verá en los proyectos de energía y transporte, en los cuales el elemento característico es la forma de producir el servicio.

En el caso de los proyectos extractivos se ha buscado algún elemento que permita utilizar también esta herramienta de análisis. Descartada la posibilidad de recurrir a las condiciones iniciales y a las formas de producción como elementos caracterizadores, quedan como tales sólo las condiciones finales, es decir, las correspondientes al producto final del proyecto extractivo.

Un determinado recurso natural puede dar origen a una serie de productos distintos. La variedad de productos podría cumplir el papel de los insumos diferentes en la definición del concepto de “solución”. No obstante, se ha considerado que para los proyectos extractivos el principal elemento definitorio es el producto. De esa forma, al tratar productos distintos se estaría tratando *proyectos distintos* y no soluciones dentro de un mismo proyecto.

b) Complementación de los estudios iniciados en la etapa de identificación de la idea

i) Caso de recursos no renovables. Los estudios necesarios en esta etapa son los siguientes:

- Estudios de prospección hasta llegar a probar la disponibilidad mínima, en cantidad y calidad, del recurso natural, que en la etapa anterior solo había sido definida según los estudios generales previos.
- Afinamiento del estudio de mercado.
- Tamaño y proceso.

Como no es aplicable a estos proyectos el concepto industrial de “solución” y como no existen alternativas de producto, el objetivo del anteproyecto preliminar queda limitado a encontrar una alternativa, con sus características de tamaño y proceso, que sea factible técnica y económicamente. En el estudio de estas alternativas es necesario establecer una diferencia, según sea necesario analizar un solo anteproyecto preliminar o varios anteproyectos paralelamente. En el primer caso, al no ser necesario elegir entre varios anteproyectos, tampoco hay que buscar un “óptimo probable”. La optimización de esta alternativa será realizada más adelante en el anteproyecto definitivo. En cambio, en el segundo caso debe profundizarse el análisis hasta determinar una alternativa que represente un “óptimo probable” para comparar con razonable seguridad entre varios anteproyectos.

Disponibilidad de recursos naturales: El costo de los estudios necesarios para asegurar la cantidad y calidad del recurso natural suele

ser muy elevado, sobre todo si se trata de ciertas prospecciones mineras. De ahí que los estudios de reconocimiento sólo deben avanzar en esta etapa hasta alcanzar el mínimo necesario para asegurar los objetivos del anteproyecto preliminar. Parte de este costo de prospección o nivel mínimo de información debe cargarse a la etapa de proyecto de investigación (relevamiento de recursos naturales), estudio que corresponde al paso inmediatamente anterior al proyecto extractivo propiamente tal.¹⁰

En el gráfico 10 se presenta un esquema con las etapas principales de una exploración minera.

ii) *Caso de recursos renovables sin participación activa del hombre.*¹¹ Los ejemplos más representativos de este tipo de proyectos son la pesca y el bosque natural.

Tamaño: En estos proyectos es necesario determinar previamente, una de las características principales del recurso natural de que se trata: la productividad, natural o inducida, que permita la conservación del recurso. En otras palabras, es preciso conocer el volumen máximo de recurso que se puede extraer por unidad de tiempo de una determinada dotación natural sin que ésta disminuya en el largo plazo, tanto en tamaño absoluto como en productividad. Así, de un bosque natural se puede retirar una cantidad de madera que corresponda a su crecimiento natural. La extracción debe hacerse en forma tal que mantenga al bosque en forma vigorosa, evitando el riesgo de transformarlo en un bosque envejecido.

La productividad del recurso —con la condición de asegurar su conservación— no siempre se puede fijar *a priori* con exactitud. El único medio exacto para ello sería la determinación en la práctica, una vez comenzada su explotación. Sin embargo, como es necesario determinar por lo menos un entorno para el diseño del tamaño del proyecto, habría dos caminos a seguir:

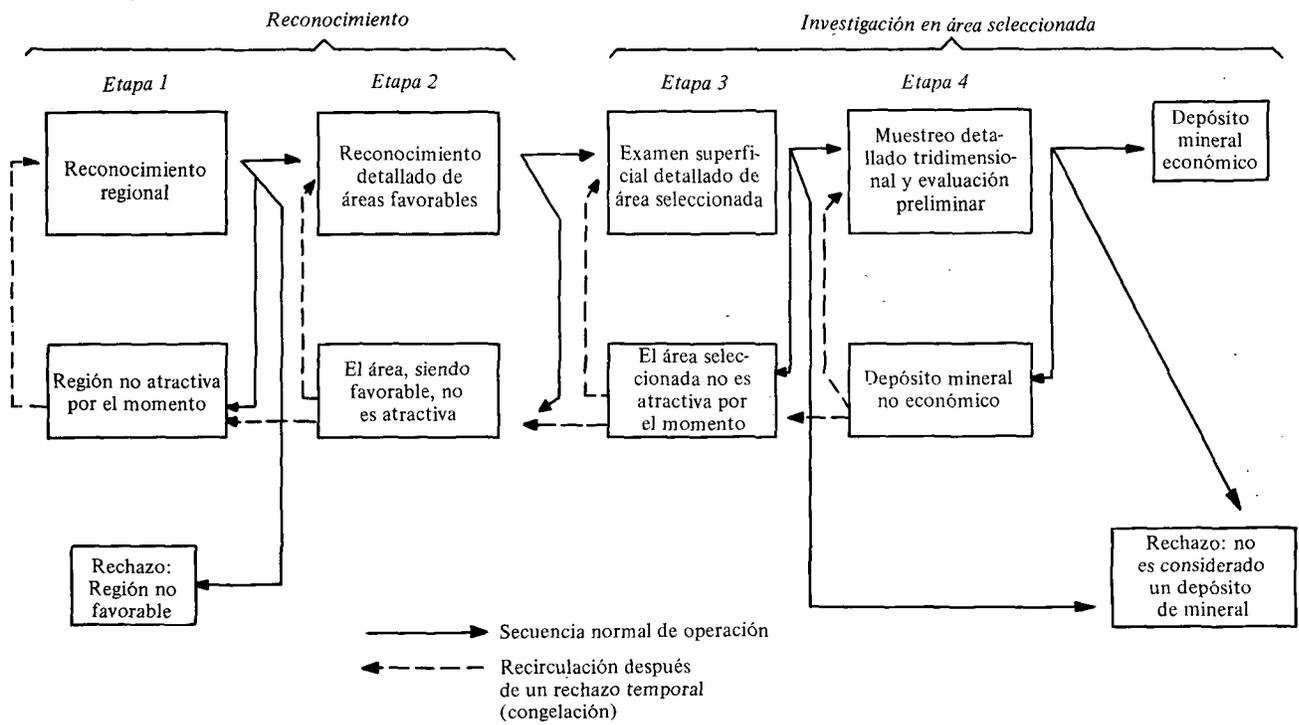
- Trabajar con márgenes de seguridad sobre valores de productividad determinados en la operación de otros proyectos;
- Diseñar el tamaño como múltiplos agregables, de manera que se

¹⁰ Se puede encontrar un buen ejemplo de las etapas de conocimiento del recurso natural y sus costos en Amílcar Herrera, *Los recursos minerales de América Latina* (EUDEBA), p. 34. *En un ejemplo citado en esa obra se identifican 14 etapas sucesivas de estudio de un mineral de hierro, con costos que van desde aproximadamente \$ 1/km² como promedio, hasta \$ 3 000/km² en el área de mineralización seleccionada. Dicho libro da también una definición de las clasificaciones de reservas positivas, probables y posibles (pp. 16-17).

¹¹ En esta categoría sólo caben los recursos naturales que no se explotan voluntariamente hasta su agotamiento. Aunque sean de la misma naturaleza que los proyectos que caen dentro de los renovables sin participación activa, deben tratarse como proyectos de recursos no renovables.

Gráfico 10

PROYECTO EXTRACTIVO: CUATRO ETAPAS PRINCIPALES DE UNA EXPLORACION



comenzara la operación con una parte del tamaño total, el cual podría ser ajustado después según los valores que se determinarían en la operación.¹²

Se aprecia, pues, una diferencia importante en la fijación del límite máximo del tamaño entre este tipo de proyectos y aquellos otros que explotan recursos agotables. Mientras que en los no renovables esta determinación será más o menos exacta según sea el grado de profundidad de los estudios iniciales (y el monto invertido en ellos), en los renovables sin participación activa los estudios previos, hablando en general, no permiten reproducir con precisión las limitaciones biológicas y ecológicas que se presentarán posteriormente en la práctica.

Restricciones institucionales: Las limitaciones en el ritmo de explotación pueden presentarse como un dato inicial ajeno al proyectista, en forma de restricciones institucionales. Ya se dijo antes que cuando tales restricciones no existan en forma de reglamentos o leyes, el proyectista debe tener en cuenta la realidad de esas limitaciones, así como la posibilidad de que tarde o temprano se conviertan en restricciones institucionales. De ahí que deban ser previstas en el proyecto.

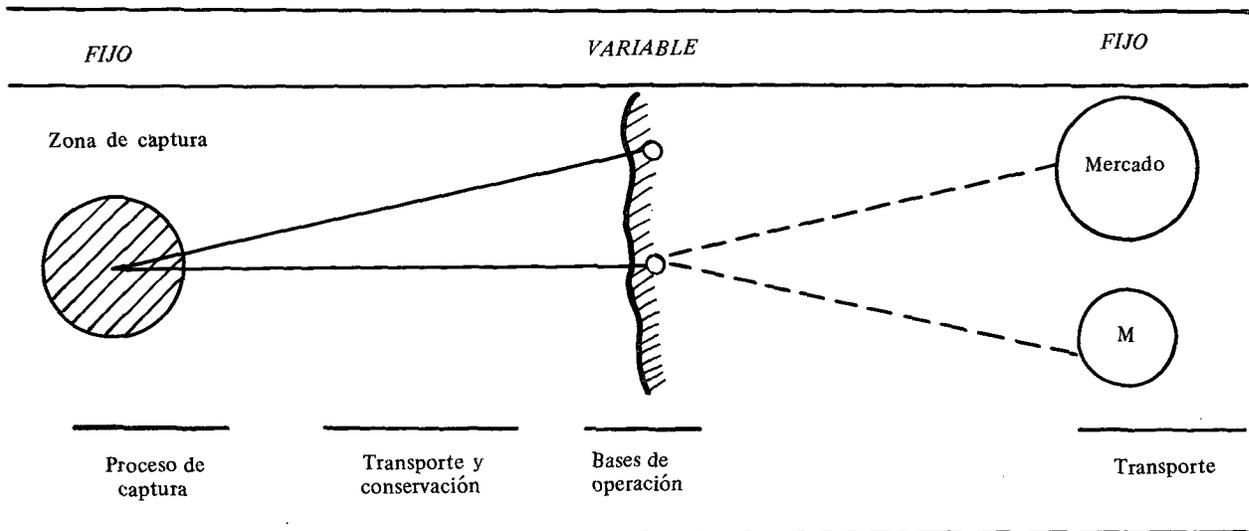
Es importante señalar que las restricciones institucionales que regulan la explotación de estos recursos son difíciles de aplicar, especialmente cuando el recurso —como unidad natural o ecológica— se encuentra dividido entre varios países o no sometido a ninguna soberanía nacional (riquezas oceánicas). Así, por ejemplo, se reconoce que una explotación de la mancha atunera existente frente a las costas del Pacífico sudamericano que sea superior a cierto tonelaje anual, hace bajar el rendimiento del recurso; sin embargo, el hecho de que sea explotada por flotas pesqueras de más de un país hace difícil la imposición de límites. Cosas parecidas ocurren en aguas europeas con otras especies marinas.

Localización: En los proyectos extractivos, la localización suele referirse al sitio donde se encuentra el recurso natural, presentándose como un dato del problema y no estando sujeta al estudio de alternativas. Sin embargo, en el caso de la pesca el concepto de localización incluye tanto al recurso como las bases de operación, y estas últimas sí están sujetas a un análisis de alternativas. Así, por ejemplo, si se considera que el recurso natural es fijo (dentro de una determinada área, una mancha atunera por ejemplo, o una zona anchovetera) y que el mercado también es fijo, resta un grado de movilidad en la localización de la base de operaciones. Esta situación —en el caso de la pesca para consumo directo— se ilustra en el gráfico siguiente.

¹² Este último método implica un calendario mayor, pero parecería recomendable sobre todo cuando es limitada la experiencia previa.

Gráfico 11

POSIBILIDADES DE LOCALIZACION EN UN PROYECTO PESQUERO



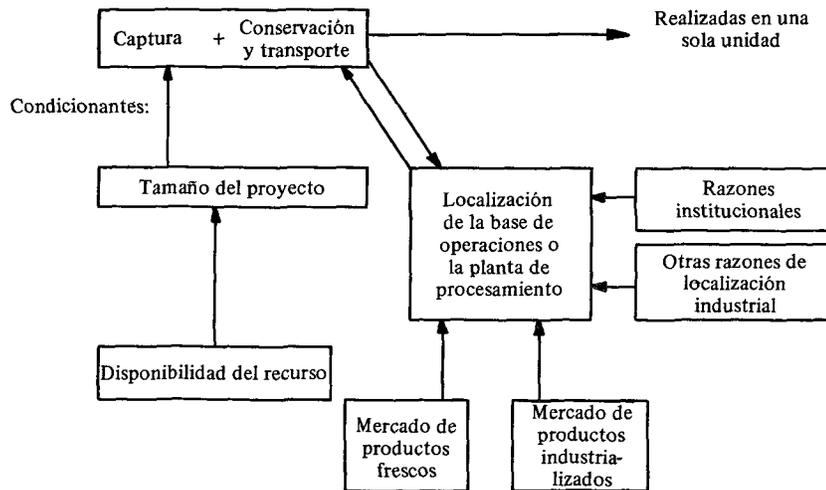
En el caso de pesca industrializable, al cuadro anterior se agrega la localización industrial de la planta de procesamiento. En teoría, desde el punto de vista del “proyectista”, este tipo de pesca debería terminar en el mercado que representa la planta de procesamiento, y la localización de esta última parecería ser un problema típico de localización industrial). Sin embargo, la estrecha relación entre localización y proceso puede llevar a incluir dentro del proyecto extractivo la localización de la planta de procesamiento. Las alternativas de proceso van desde una planta flotante (caso de la ballena y algunos casos de anchoveta) hasta plantas localizadas en función del mercado. De ordinario, las unidades de pesca cumplen fines múltiples: captura, conservación y transporte, además de alojar a la mano de obra. Esta situación establece una estrecha relación entre proceso y localización. Así, por ejemplo, en el proceso de captura se presentan una serie de alternativas técnicas; lo mismo sucede con las técnicas de conservación y los métodos de transporte, cuya mejor combinación en una sola unidad dependerá de la localización de la base de operaciones o de la planta de procesamiento.

Por otra parte, la localización puede estar fuertemente condicionada por razones institucionales. En determinadas zonas las posibles políticas de protección a la pesca artesanal pueden afectar la implantación de métodos de pesca más modernos.

En general, el problema de localización y proceso podría resumirse como se hace en el gráfico 12.

Gráfico 12

RELACIONES ENTRE LOCALIZACION Y PROCESO
EN LOS PROYECTOS PESQUEROS



En el caso de la localización de la base de operaciones, una vez identificado el mercado habría que localizar las caletas, playas, fiordos, etc., que presenten condiciones adecuadas y que potencialmente sean incorporables al proyecto, para determinar después la que más convenga. En el anteproyecto preliminar bastaría con determinar una localización factible, que no afecte notoriamente la rentabilidad de la alternativa elegida.

3. Anteproyecto definitivo

A los proyectos extractivos es aplicable el patrón general de análisis basado en los proyectos industriales. El estudio de esta etapa se orienta a determinar la mejor alternativa posible, partiendo de los resultados del anteproyecto preliminar, donde se había determinado al menos una alternativa técnica y económicamente factible. Como en los proyectos industriales, aquí deben estudiarse las alternativas de tamaño, proceso, localización, obra física, calendario y organización.

De estas alternativas sólo se examinan aquí aquellos aspectos que más difieren del patrón general de análisis.

a) Tamaño

En la mayoría de los proyectos el mercado aparece como uno de los principales condicionantes del tamaño. Pero en los proyectos extractivos casi siempre se trata de producir materias primas que como tales entran con relativa facilidad en los mercados internacionales, lo cual no sucede en el mismo grado con las manufacturas. Esta circunstancia lleva a destacar la diferencia que existe entre aquellos proyectos extractivos cuya producción es marginal frente a la oferta total (nacional o internacional) y aquellos otros que guardan estrecha relación con un mercado determinado.

En los proyectos cuyo volumen de producción es marginal frente al mercado, sólo hay que definir el tipo de mercado en el cual se estudió la alternativa factible. Estos mercados pueden ser:

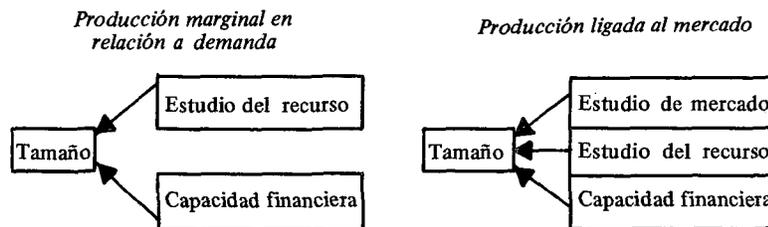
- i) Regionales (región de un país, o partes homogéneas de varios países limítrofes);*
- ii) Nacionales;*
- iii) Zonales (varios países con acuerdos de mercado); o*
- iv) Mundiales.*

Respecto a cada uno de estos casos, el estudio del tamaño en esta etapa se concentrará en el mejor conocimiento del recurso y de las alternativas técnicas para su explotación. Dentro de este tipo de proyectos se pueden mencionar como ejemplos los correspondientes a producción de cobre, oro, gran parte de las explotaciones petroleras, etc., en los cuales la dimensión final dependería ante todo de la disponibilidad del recurso (cantidad y calidad) y de la capacidad financiera.

En los proyectos directamente condicionados por el mercado (mineral de hierro, por ejemplo) no basta con tener un yacimiento

perfectamente ubicado y de calidad internacional, sino que hay que asegurar el mercado antes de comenzar la explotación, considerando especialmente los costos de transporte. Se trata en este caso de estudiar un mercado para bienes intermedios (con una sola etapa de transformación), lo que reduce el estudio de la demanda a un número limitado de actividades transformadoras.¹³ Por ejemplo, el mercado del mineral de hierro está formado por el conjunto de siderúrgicas existentes y las proyectadas, o por los grandes centros de distribución.

En resumen:



b) Proceso

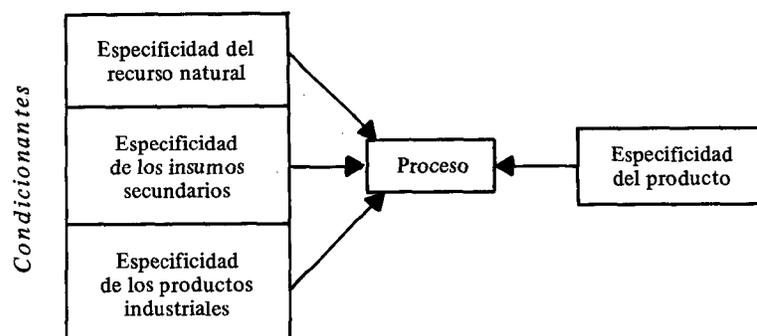
i) *Condicionantes.* Se mencionarán aquí algunos aspectos del proceso que adquieren características particulares en los proyectos extractivos. Debe notarse la importancia que alcanzan en ellos tanto la especificidad del insumo principal (recurso explotado) como las características de los insumos secundarios para su explotación. La importancia de estos últimos aumenta desde el momento en que los recursos naturales suelen tener una localización determinada que no siempre se encuentra cerca de las fuentes de suministro, por lo que su explotación requiere alcanzar un alto grado de autosuficiencia. De otra parte, la especificidad del producto, que depende del proceso de transformación, condiciona también el proceso de extracción. Como ejemplos cabe citar la separación del carbón sin azufre para la fabricación de coque y la separación de colpas grandes de mineral de hierro, para usarlas en vez de chatarra o simplemente como aditivo en los hornos de fabricación de acero.

Los efectos ambientales negativos también juegan papel importante en el diseño del proceso extractivo. Deben considerarse a este respecto problemas tales como la seguridad de trabajo en la mina, la contaminación de ríos o lagunas, el almacenamiento de relaves mineros, etc.

¹³ Un caso especial es el de cierto tipo de actividades extractivas, que no tienen mercado en el sentido corriente del término, como es el caso de la bauxita. Se trata de minas "cautivas" cuya explotación está directamente ligada a un proceso industrial ejercido por una sola empresa.

Razones de autosuficiencia o de captación de divisas pueden hacer aconsejable un proceso que conduzca a un proyecto no rentable, a fin de asegurar al país o región el abastecimiento de materias primas especiales o estratégicas para ampliar la capacidad de importación.

En resumen:



ii) *Niveles de desagregación del proceso extractivo.* Ya se vio que el proyecto extractivo —como la mayoría de los proyectos— es una combinación de varias actividades, cada una de las cuales puede dar origen a un estudio de alternativas de proceso. No es exacto por ello referirse a una alternativa de proceso sino a una combinación de alternativas. De ahí la conveniencia de establecer algún método o criterio que permita subdividir la producción en partes elementales, sin llegar a una subdivisión tan grande que implique el análisis de detalles propios del proyecto de ingeniería.

El criterio de separación utilizado hasta ahora ha sido la aplicación del concepto de “actividad”, tal como fue definida a propósito del proyecto industrial. En esta etapa, sin embargo, es necesario examinar separadamente operaciones que, por no terminar en un bien comerciable, no pueden ser clasificadas como “actividades”. Sin embargo, estas operaciones son importantes para la búsqueda de alternativas técnicas. Así ocurre, por ejemplo, con el mineral removido, al término de la explotación minera. Las etapas de concentración y clasificación en una explotación minera, operaciones situadas generalmente entre el mineral removido y el mineral concentrado, presentan también alternativas. El análisis de este tipo de alternativas debería ser considerado en el anteproyecto definitivo.

Aunque el límite de esta subdivisión no ha quedado perfectamente establecido,¹⁴ parece conveniente incluir entre las definiciones básicas

¹⁴ No existe consenso sobre cuáles operaciones deberían ser tratadas en el proyecto de ingeniería y cuáles deberían ser estudiadas en el anteproyecto definitivo.

este nuevo concepto de "operación" en cuanto submúltiplo del concepto "actividad".

Para ilustrar la explicación del concepto de "operación" se presenta en el gráfico 13 una combinación simplificada. Como en él se ve, un proyecto puede tener una o más actividades. Así:

Proyecto Z = Actividad B (producir γ a partir de β) = Una sola actividad

Proyecto Y = Actividad A (producir β a partir del recurso natural α) = Una sola actividad

Proyecto X = Actividad A + Actividad B (producir γ a partir del recurso natural) = Dos actividades.

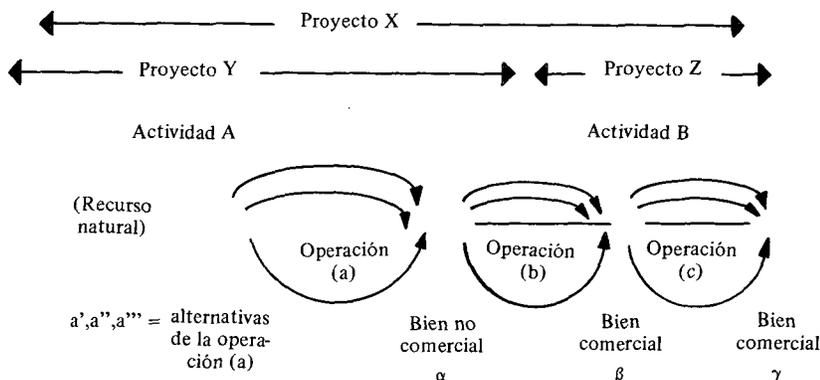
Cada actividad, a su vez, puede comprender una o más operaciones. Por ejemplo:

Actividad A = Operación (a) + Operación (b)

Actividad B = Operación (c)

Gráfico 13

EL CONCEPTO DE OPERACION EN EL ANALISIS DE ALTERNATIVAS TECNICAS



Cada una de estas operaciones tiene varias alternativas técnicas. Por ejemplo, la operación (a) puede realizarse en las formas a, a', a'' ó a'''". A fin de no tratar de resolver prematuramente problemas de ingeniería, no debe olvidarse que uno de los objetivos del anteproyecto definitivo es la fijación del marco técnico-económico de referencia para el estudio de todos los subproyectos que se desprendan del proyecto principal. Estos subproyectos, a su vez, deberán dar las especificaciones básicas para los problemas del diseño propios de la ingeniería de la planta.

Un buen ejemplo genérico de la subdivisión de un proyecto extractivo se puede obtener examinando las diversas etapas de un proyecto minero. Serían las siguientes:

Primera etapa: "Explotación minera". Comprende los trabajos necesarios para llegar al yacimiento, túneles, instalaciones, remoción de

material inerte, etc.; luego la operación de fracturación (generalmente con explosivos) y la extracción propiamente tal, hasta sacar el mineral de la mina.

Estos trabajos son comunes a gran cantidad de proyectos mineros. Sin embargo, hay algunas excepciones, entre las cuales se mencionan:

- Extracción de gas de una mina de carbón, sin extracción del carbón sólido, mediante una destilación dentro de la misma mina.
- Explotación de azufre, fundiendo el material dentro del yacimiento mediante calor y extrayéndolo en forma líquida.

Segunda etapa: "Concentración y clasificación". Corresponde a la separación parcial del material estéril y a cambios que no comprometen las características químicas del recurso (lavado, molido, cribado, etc.). Si el elemento que finalmente se desea extraer se encuentra en forma de combinaciones químicas, en esta etapa sólo se trataría de alcanzar la máxima pureza de dichos compuestos, siendo la proporción del elemento buscado la dictada por la fórmula química del recurso.

Tercera etapa: "Metalurgia extractiva". Corresponde a cambios eminentemente químicos cuyo objeto es aislar el elemento buscado de los compuestos del recurso natural. Ejemplo: aislar el hierro de sus compuestos oxidados, o el cobre de sus sulfuros, etc.

Esta etapa de "metalurgia" podría a su vez dividirse en pirometalurgia, hidrometalurgia y electrometalurgia, según sea el agente utilizado.

Cuarta etapa: "Metalurgia física". Corresponde a la refinación y modificaciones (mediante el agregado de aditivos especiales) a fin de alcanzar las características específicas que el elemento debe tener para sus aplicaciones industriales.

Esta última etapa corresponde evidentemente al campo de proyectos industriales y sólo puede darse como complemento en algunos tipos de complejos minero-industriales. Es discutible la inclusión de la etapa de metalurgia extractiva como parte del proyecto extractivo, pues algunas veces esta actividad está ligada físicamente a la mina por razones económicas de transporte de los concentrados, tal es el caso de la metalurgia extractiva del cobre y del salitre. Otras veces, en cambio, se presenta esta actividad dentro de la etapa industrial, como sucede en la siderúrgica tradicional. La nueva tendencia de preparar minerales producidos puede hacer cambiar este esquema productivo.

En muchos casos no resulta fácil distinguir las distintas actividades de transformación como etapas separadas, ya que en ciertos procesos la continuidad de la operación tiende a confundir estas etapas, como sucede en algunos sistemas especiales de extracción de cobre. Existen otros casos en que no se presenta alguna de estas etapas. Así, por ejemplo, la simple explotación minera pueda dar origen a minerales concentrados —ejemplos: la sal, los depósitos calizos, etc.— sin tener que pasar por las etapas de concentración y metalurgia extractiva. Lo mismo puede ocurrir a partir de la etapa de concentración, en la que ya se pueden producir elementos aislados sin necesidad de metalurgia extractiva (caso de los áridos usados para la construcción: arenas, ripios, etc.).

Se puede considerar como aproximación al problema de clasificación que las dos primeras etapas constituyen la actividad extractiva propiamente tal y la etapa tercera sería un complemento industrial a este tipo de proyectos.

Explotación minera Concentración y clasificación	{	Actividad extractiva
Metalurgia "extractiva"	{	Actividad industrial complementaria

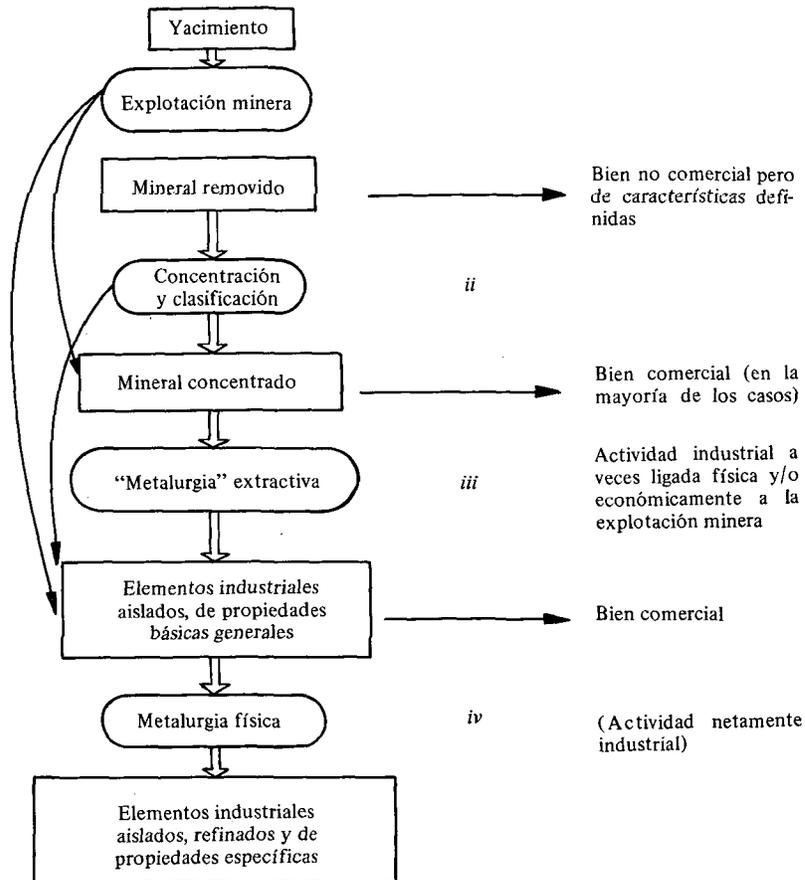
Resumiendo, en un proyecto minero las etapas de transformación y las operaciones necesarias a partir del recurso natural hasta los bienes para uso industrial o final de propiedades específicas serían las indicadas en el gráfico 14.

c) Localización

Los problemas de localización adquieren matices diferentes en las distintas etapas del proyecto extractivo. Considerando que en este tipo de proyectos se llega hasta la "metalurgia extractiva", la localización en cada etapa presentaría los siguientes problemas:

<i>Etapas del proyecto extractivo</i>	<i>Localización</i>
Concentración minera	Determinada por la localización del recurso natural.
Concentración y clasificación	La localización estaría definida principalmente por la "transportabilidad" del mineral removido (distancia económica de transporte de la mina); luego influirían los otros factores de localización industrial.
Metalurgia extractiva	La localización estaría condicionada por razones técnicas que pudieran exigir la continuidad del proceso y por lo tanto de las instalaciones con respecto a la etapa precedente. La "transportabilidad" de los concentrados influirían también poderosamente en este análisis de localización.

Gráfico 14 ETAPAS DE TRANSFORMACION EN UN PROYECTO EXTRACTIVO



Hay algunos casos en los que la localización de la etapa de concentración y clasificación es independiente de la explotación minera. Así ocurre con el ripio, cuyo costo de transporte es prácticamente igual para el material de granulometría heterogénea y para el material clasificado por tamaño. En este caso adquirirían importancia otros factores de localización —de tipo industrial— si desplazaran tales actividades hacia el demandante final o hacia el productor de concreto, por ejemplo.

Otra situación particular se da en las pequeñas explotaciones mineras, donde los volúmenes de producción de cada mina no justifican plantas concentradoras individuales, por lo que se llega a la solución de plantas concentradoras que procesan el producto de varias minas. Esta solución trae como consecuencia el problema de la economía de

transporte del mineral extraído, puesto que es necesario transportar el mineral desde las minas a las plantas concentradoras. La localización de dichas plantas puede hacer antieconómica la explotación de minerales de baja ley. Así, en las pequeñas minas de cobre, por ejemplo, se pueden transportar normalmente hasta las plantas de concentración minerales cuya ley oscila entre 5 y 10 por ciento, mientras que las grandes minas —que tienen la concentración incorporada— pueden trabajar con minerales de ley cercana al 1 por ciento.

d) Razones institucionales

Este análisis se traduce especialmente en las restricciones o medidas para resguardar a la sociedad del costo social de estas explotaciones. Aspectos tales como el manejo adecuado del recurso para su mejor aprovechamiento y conservación, alteraciones del paisaje debidas a desmontes o instalaciones, efectos negativos de contaminación de cursos de aguas, playas, aire, etc., con los desperdicios o subproductos, etc., tendrían que considerarlos el proyectista aunque no existieran leyes restrictivas. Debe tenerse presente que la inexistencia de este tipo de regulaciones cuando se formula el proyecto no impide que puedan establecerse una vez en marcha el proyecto, pues estas medidas se consideran inherentes a una sociedad bien organizada. La implantación *a posteriori* de restricciones de esta índole podrían invalidar las bases económicas y técnicas del proyecto.

Debe prestarse especial atención en esta parte del análisis a la modalidad de producción en enclave, bastante frecuente en los proyectos extractivos. Aunque la búsqueda de la eficiencia productiva podría ser el factor principal que anima el diseño del enclave, deberán tomarse en cuenta también sus posibles repercusiones en el resto de la economía, así como los efectos que sobre él pudiera ejercer el desarrollo nacional. Esta materia debería ser objeto de los organismos de planificación, pero conviene que el proyectista tenga conciencia de estos problemas. Así, por ejemplo, determinadas condiciones que inicialmente hayan conducido al enclave, —tales como la ausencia absoluta de economías externas— podrían variar en el futuro y hacer necesaria la futura incorporación de ciertas operaciones a la infraestructura o las actividades productivas del resto del país.

e) Obras físicas

En este tipo de proyectos la obra física está muy vinculada al proceso técnico de extracción, por lo que convendría adelantar parte del estudio de obra física y realizarlo al mismo tiempo que el análisis de procesos. Junto a estas obras vinculadas al proceso extractivo —especialmente en minerales grandes— hay muchas obras físicas que no dependen directamente de la actividad extractiva. Así, por ejemplo es necesario hacer caminos, plantas eléctricas, etc., que pueden estudiarse y decidirse con posterioridad. Esto lleva a separar el análisis de la obra física, estudiando primero, junto con las alternativas de proceso,

aquellas que se relacionan con el “diseño principal”, y viéndolas luego en conjunto con los demás condicionantes de obra física, en la misma secuencia propuesta para los proyectos industriales. Este adelanto del estudio de obra física corresponde al análisis de casos tales como el trabajo a cielo abierto o el trabajo subterráneo por galerías, etc.

Es importante destacar como parte importante del proyecto las obras auxiliares, que de ordinario se suplen en los proyectos industriales o corresponden a economías externas.

f) Calendario

Fuera de los elementos contenidos en el patrón general de análisis, debe tenerse en cuenta que los trabajos de “desarrollo” de la mina pueden continuarse en el período comprendido entre la terminación del proyecto de ingeniería y la entrada en producción de la mina.

Los insumos de operación —que se consideran dentro de las limitantes de calendario en los proyectos industriales— deberán ser tratados en los proyectos extractivos entre las denominadas obras auxiliares.

g) Organización

Sería aplicable todo lo relativo a los proyectos industriales. Debería agregarse a ello la parte correspondiente al “desarrollo” de la mina: preparación previa, prospección continua durante la explotación y preparación continuada de nuevas fuentes de trabajo.¹⁵

¹⁵ Véase G. Young, *Elements of Mining, op.cit.*, capítulo XIV.

Capítulo IV

PROYECTOS DE TRANSPORTES

A. DEFINICION Y CLASIFICACION

El producto final de la actividad transportista es un servicio, cuyas características pueden variar dentro de una gama muy amplia de combinaciones. Las principales características que permiten definir este servicio serían las siguientes:¹

a) *El lugar geográfico donde se ofrece el servicio*, vale decir, cuáles son las combinaciones de origen y destino de cualquier tipo de capacidad ofrecida.

b) *El objeto susceptible de ser transportado*. Si bien la primera distinción al respecto se refiere a pasajeros y carga, dentro de esta última hay una larga serie de alternativas (carga sólida, líquida, liviana, pesada, voluminosa, etc.).

c) *El costo del transporte*. Una de las distinciones más importantes respecto a los servicios es su costo, tanto para el usuario del servicio como para el que lo provee, y el costo que para la comunidad significa el contar con tal o cual servicio.

d) *La capacidad de la unidad con que se ofrece el servicio y la flexibilidad con que ella se puede variar* constituyen otro elemento que diferencia notoriamente un servicio de otro. Un barco pone a disposición del usuario cientos de toneladas de capacidad, en tanto que la de un camión es mucho más limitada. Por otra parte, una vez lleno un barco, sólo puede aumentarse su capacidad poniendo en servicio otro barco, lo cual puede no ser fácil; en cambio, en el servicio ferroviario basta con agregar un carro a un tren, lo que es relativamente más sencillo.

e) *La frecuencia del servicio*. Es importante saber si un servicio se ofrece dos veces al día, una vez por semana, etc., y cuál es su estabilidad, es decir, frecuencia en verano y en invierno.

f) *La velocidad del servicio*. Un viaje en barco entre dos puntos se diferencia de uno en avión entre los mismos, más que nada por la velocidad de uno y otro y, en consecuencia, por el tiempo que se requiere para llegar del punto de origen al de destino del viaje.

g) *La accesibilidad del servicio* varía también notablemente. Dos servicios pueden diferir no sólo en cuanto a las facilidades con que se

¹ Según un documento de trabajo preparado por el Programa de Cooperación Técnica Chile-California. Véase también CEPAL, *Sistemas de información ferroviaria* (E/CN.12/842), 1969.

cuenta para llegar hasta el punto en que se ofrecen, sino que también en cuanto al complejo papeleo que exige un tipo de servicio y otro.

Las tres últimas características en conjunto (e, f, g) determinan el tiempo total de viaje.

h) La seguridad es importante tanto para la carga que se deteriora como para el pasajero que utiliza un servicio cuyas características lo hacen peligroso.

i) La comodidad es uno de los elementos fundamentales que el pasajero reclama cuando se mueve de un punto a otro.

Quedan aún cinco aspectos por examinar antes de adentrarse en el tema, a saber:

- Definir cuál es la unidad de proyecto que debe considerarse en la actividad transporte.
- Definir la relación de la unidad con el sistema del cual forma parte.
- Establecer la relación de la unidad y el sistema con el programa.
- Establecer la vinculación con la infraestructura.
- Establecer cuáles de estos problemas deberán ser objeto de análisis.

B. CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS DE TRANSPORTE

1. Definición de la unidad de proyecto

¿Cuáles son los elementos que caracterizan los proyectos de transporte? Tomando un ejemplo: la movilización colectiva de la ciudad de Santiago, o las comunicaciones entre los centros poblados del Estado de São Paulo, o la navegación aérea de América Latina ¿son o no proyectos de transporte?

El proyecto es definido por el bien final que se va a producir en el caso industrial y cuando se conoce el yacimiento en el de los proyectos extractivos.

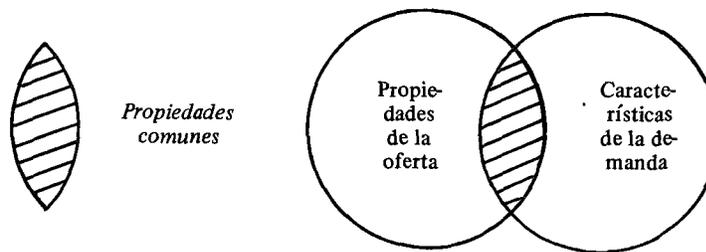
En cambio, en los proyectos de transporte la definición corresponde a la identificación de los puntos físicos (o conjuntos de puntos) que se desea interconectar y al tipo de servicio que se pretende prestar. Así, por ejemplo, se tendrá un proyecto de transporte cuando se desea conectar el yacimiento de mineral de hierro de "El Laco", al interior de la provincia de Antofagasta, con un puerto determinado en Japón o cuando se trata de conectar La Serena con la ciudad de San Juan, etc. Es decir, cabe hablar de proyecto cuando el problema consiste en establecer un *servicio* para transportar *bienes o personas* entre los puntos A y B, previamente definidos.

Esta situación deberá traducirse en la decisión de realizar inversiones conducentes a la ampliación o al mejoramiento del transporte de bienes y personas, o bien de facilitar el servicio de transporte en ciertos puntos (terminales).

2. Tipos de servicios de transporte

Los tipos de servicio de transporte que se manejarán son seis: *a)* transporte vial (carreteras); *b)* transporte ferroviario; *c)* transporte marítimo; *d)* navegación interior; *e)* transporte aéreo; *f)* transporte por ductos.

La ventaja de caracterizar la actividad transportista como se ha hecho en sección A está en que permite establecer un punto de unión entre las propiedades de la oferta (caracterización de los medios de transporte considerados) y las características de la demanda, como se muestra en el siguiente diagrama:



Se puede llegar así a una comparación para determinar el medio o la combinación de medios de transporte más adecuados frente a las características de la demanda.

Por ejemplo:

i) Características generales aplicables tanto a la oferta como a la demanda

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
ii) Condiciones de la demanda del proyecto (se podría dividir el tráfico en dos grupos homogéneos, por ejemplo T_a - <i>pasajeros</i> y T_b - <i>carga</i>)	-	b_1	-	d_1	-	f_1	g_1	-	-
	-	b_2	c_2	d_1	-	-	-	h_1	-

iii) Características de la oferta

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
Carretera	-	b_1	-	d_1	-	f_1	g_1	h_1	-
Ferrocarril	a_1	$b_1 b_2$	c_2	d_1	-	f_2	-	h_1	-
Aviación	a_3	b_3	c_3	d_1	-	f_3	-	h_3	i_3

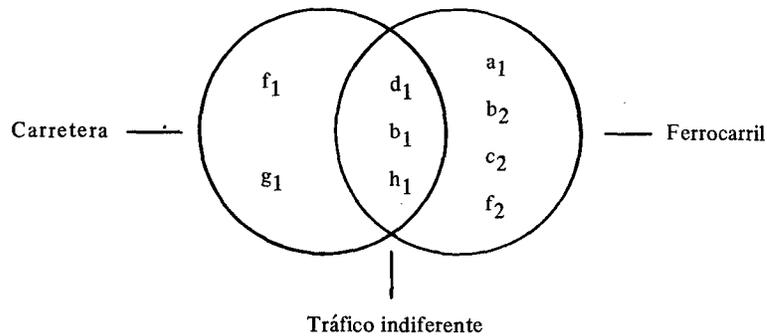
En una primera comparación podría concluirse que ninguno de los medios de transporte del ejemplo anterior satisface exactamente los dos grupos de demanda detectados. Sin embargo, es posible establecer la siguiente correspondencia:

Demanda T_a - carretera + (h_1)

(h_1 representaría en este caso una característica de la carretera no requerida por la demanda)

Demanda T_b - ferrocarril + (a_1, b_1, f_2)

Podría luego clasificarse un tercer grupo de demanda, correspondiente a la demanda indiferente, que comprendería exactamente a las características comunes de más de un medio de transporte, tal como se ilustra en el diagrama siguiente:



3. Proyectos como parte integrante de un sistema

En los proyectos de transporte, cada unidad se presenta —en la mayoría de los casos— como parte de un sistema mayor. Las decisiones de inversión deben basarse por ello en el análisis del sistema de transporte, y en función de la realidad económica de la que éste forma parte.²

No obstante ello, un sistema está constituido por unidades interrelacionadas, cada una de las cuales debería ser objeto de un estudio asimilable al patrón general de análisis de proyectos. Lo mismo ocurre con los proyectos de energía.

4. Alcance de este análisis

Se presentan aquí las conclusiones que resultan de aplicar un patrón de análisis general a proyectos de transporte. Este patrón general sólo se

² Véase John R. Meyer y Mahlon R. Straszheim, *Pricing and Project Evaluation*, Vol. 1, *Techniques of Transport Planning* (The Brookings Institution, Washington, 1971), p. 2, y también Hans A. Adler, *Planificación Sectorial y por proyectos en materia de transportes*, Serie de Estudios del Personal del Banco Mundial (Tecnos, 1969).

refiere a la unidad de proyectos. El tratamiento de un conjunto de proyectos o proyectos integrados a un sistema es ajeno al trabajo del "proyectista", quien enfrenta el proyecto como unidad.

No por ello se desconoce la existencia del sistema ni el grado de condicionamiento recíproco que resulta de esta relación. Las restricciones fundamentales del sistema son presentadas al proyectista, dentro de este esquema, bajo el nombre genérico de restricciones institucionales, cuya existencia no es un simple dato del proyecto ya que puede alterarse según los resultados que se obtengan al fin de cada una de las etapas de formulación. En esta forma se establecen, aunque en forma muy simplificada, las relaciones iterativas propias del análisis de sistemas. Es posible, sin embargo, que las restricciones del sistema no se presenten siempre en forma explícita al proyectista; en este caso se hace evidente la limitación del tratamiento a través de la unidad-proyecto, lo que podría requerir del proyectista un trabajo que supere los límites de un estudio normal de proyectos.

Aunque el servicio de transporte comprende infraestructura y vehículo, en este análisis se destaca la importancia de lo relativo a la infraestructura, para cubrir así el mayor número de asuntos distintos en este tipo de proyectos y para adecuar a él el patrón de análisis aceptado (proyectos industriales).

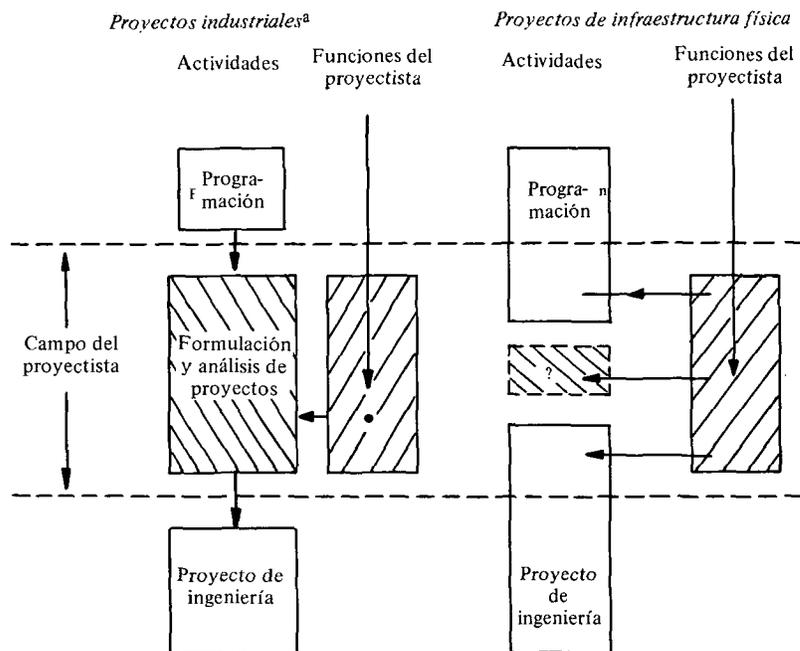
5. Relación entre unidad-proyecto y programa

En la mayoría de los casos el origen de las ideas de proyectos va más allá de la simple existencia de una necesidad y, por ende de la posibilidad de su análisis y del estudio de formas alternativas para satisfacerla. El problema se remonta más bien a la existencia de programas, planes o políticas que definen no sólo las necesidades existentes —en un conjunto ampliado de actividades—, sino también la jerarquización de las mismas, la urgencia con que han de cumplirse y hasta de los instrumentos designados para satisfacerlas.

Una situación de esa índole lleva a poner en tela de juicio la nitidez con que aparecía el papel del proyectista dentro de este cuadro. En efecto, en los proyectos industriales —y en cierta medida en todos los proyectos para la producción de bienes— es bastante claro el campo de acción del proyectista: le corresponde analizar la información existente y sistematizarla, partiendo de ciertos elementos básicos (producción de cierto tipo de bienes, explotación de ciertos recursos naturales razonablemente identificados), para concluir proponiendo una acción concreta, sobre la cual puedan tomarse decisiones fundadas. Tanto en los proyectos de transporte como en los de energía los límites no son tan claros. Quizás una forma de replantear estos límites —especialmente en los proyectos de infraestructura— sea hablar de las "funciones del proyectista", en vez de referirse al proyectista como tal. Es decir, interesaría mantener un campo de acción propio para la formulación y análisis del proyecto, con independencia del nombre que normalmente reciben las personas que lo ejecutan. (Véase a este propósito el gráfico 15.)

Gráfico 15

DELIMITACION DEL CAMPO DE TRABAJO DEL PROYECTISTA



^a Por extensión, se puede hablar de proyectos de producción de bienes.

Quando existe explícitamente una programación del sector industrial, o al menos lineamientos definidos de política, estos elementos no se confunden con el análisis específico de cada inversión sino que se detienen antes, aunque alimentando el proceso de formulación del proyecto. En los problemas relativos a infraestructura, en cambio, la programación invade a menudo el campo de las inversiones, decidiendo en etapas muy tempranas la inversión, aunque todavía faltan muchos elementos de juicio.

Esto complica la concepción primitiva del campo de acción o razón de ser del "proyectista" en el proceso de formulación de proyectos. Hasta ahora se suponía que su acción debía concluir con la preparación de los elementos necesarios para que el "empresario" pudiera decidir si invertía o no (con el menor grado posible de incertidumbre). Pero en este nuevo planteamiento el "proyectista" (o mejor dicho el tipo de funciones correspondientes al "proyectista") parecería continuar *después* de tomada la decisión de invertir. Supóngase, por ejemplo, que se ha decidido conectar dos puntos A y B por algún sistema de

transporte, aún no definido. Es probable que esta decisión venga acompañada de una determinada asignación de recursos (que podría materializarse en partidas presupuestarias para inversiones en transporte en la provincia X). Habría que estudiar las alternativas hasta llegar a decidir las especificaciones del proyecto de ingeniería, que definirían la calidad (en el más amplio sentido de la palabra) del "servicio" de transporte que se va a ofrecer frente a la demanda actual y a la demanda prevista, pero la *inversión* misma estaría previamente decidida. La diferente ubicación que tiene la "decisión de invertir" dentro del proceso de formulación de proyectos industriales y proyectos de transporte puede deberse a las causas siguientes:

a) El servicio de transporte —y por supuesto la infraestructura que lo provee— es un *servicio derivado*, es decir, no tiene razón de ser por sí mismo sino para servir a un sistema económico.

b) Como antes se señaló, cada unidad de proyecto, en la generalidad de los casos, forma parte de un sistema.

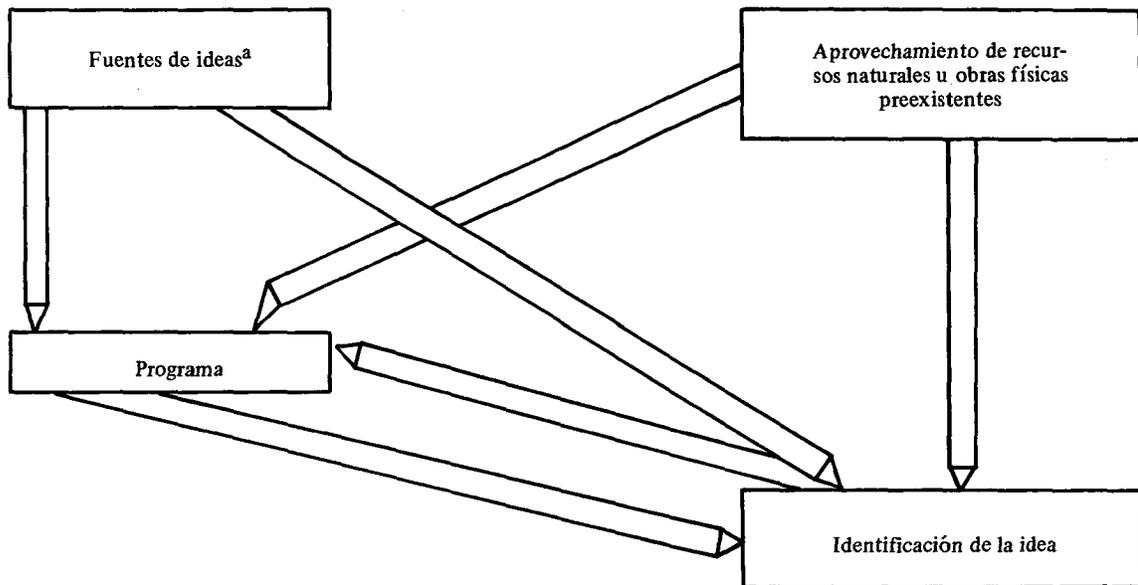
c) En los proyectos industriales lo común es presentar teóricamente a cada empresario una gama muy amplia de posibilidades de invertir. Si el análisis de una de estas posibilidades lleva a una conclusión negativa, siempre le quedará la opción de estudiar otra (o sería posible que otro empresario la lleve a cabo). En el caso de infraestructura de transportes (excluidos los transportes internos en actividades industriales o enclaves mineros), el Estado actúa como empresario único que tiene ante sí ciertos tipos de inversión que llevar a cabo frente a las necesidades de la sociedad. En otras palabras, su "gama" de posibilidades de inversión, por más que se vaya ampliando, está limitada de algún modo. Lo más que podrá hacer es alterar algo el patrón de la inversión pública o variar ligeramente su calendario frente a situaciones coyunturales, pero la obligación de ofrecer el servicio no le permite mayores grados de libertad: no se puede esperar que vengan otros a cumplir estas funciones ni es posible recurrir a importaciones para cubrir los déficits detectados.

Para mostrar cómo se ligan las actividades de programación con el proyecto, puede partirse del gráfico 16. Aunque puedan analizarse los problemas que supone la formulación de proyectos sin que previamente exista planificación, en la práctica actual es corriente que la mayor parte de las ideas de inversión en la infraestructura del sector transporte sean elaboradas por algún sistema de programación, dado el carácter de monopolio público que suele darse en esta actividad y debido a la característica propia de los mismos proyectos, que siempre forman parte de un "sistema" complejo de transporte o de un "sistema" productivo al cual se encuentran subordinados. Esta programación puede no coincidir con una planificación nacional funcionando perfectamente; podría tratarse tan sólo del Departamento de Ferrocarriles o del Departamento de Carreteras como formuladores de algún tipo de programa.

Como el programa no presupone *necesariamente* al sistema, la unidad-proyecto puede presentarse como parte de un *sistema* de transporte o como parte de un *programa* de transporte. En el mejor de los casos, ambas características coincidirían.

Gráfico 16

RELACIONES ENTRE PROGRAMAS E IDEAS IDENTIFICADAS



^a Estas fuentes se analizarían en detalle al tratar sobre identificación de la idea.

El gráfico 16 muestra que los programas no son necesariamente el punto de concentración y origen de las ideas de proyectos, tal como pudiera pensarse y hasta desearse en una situación ideal. Los programas se forman en parte con proyectos más o menos elaborados y en parte con otros proyectos que se completan o elaboran parcialmente dentro del mismo programa. Todos ellos integran un conjunto que asegura cierta calidad en la elección y permite fijar prioridades en forma adecuada.³

Para ilustrar esta compleja situación se ha preparado el gráfico 17, que ofrece una representación estática de las interrelaciones existentes. Para simplificarlo, se omiten deliberadamente de ese gráfico la secuencia temporal de tales interrelaciones. En este sentido, la programación del año 1, por ejemplo, se alimenta de proyectos con un cierto grado de elaboración que son consecuencia de ideas generadas en el año -1 (hace dos años) o más temprano aún. Por su parte, la programación puede generar ideas, en ese mismo año 1, que no serán incorporadas al programa en forma de proyectos hasta el año 3 ó más tarde. Es importante observar también que según este esquema no todos los proyectos de transporte estarían contenidos en el programa.⁴ En suma, el gráfico 17 sólo se utiliza aquí como marco de referencia para los proyectos. Conforme a ello, se desarrolla el análisis por etapas.

C. ETAPAS EN LA FORMULACION DE LOS PROYECTOS DE TRANSPORTE

1. Identificación de la idea

a) Orígenes de los proyectos de transporte

El transporte es un servicio que trata de satisfacer una necesidad impuesta a las actividades humanas por el espacio físico y el tiempo. De ahí que la necesidad de proyectos de transporte pueda surgir de las siguientes circunstancias:

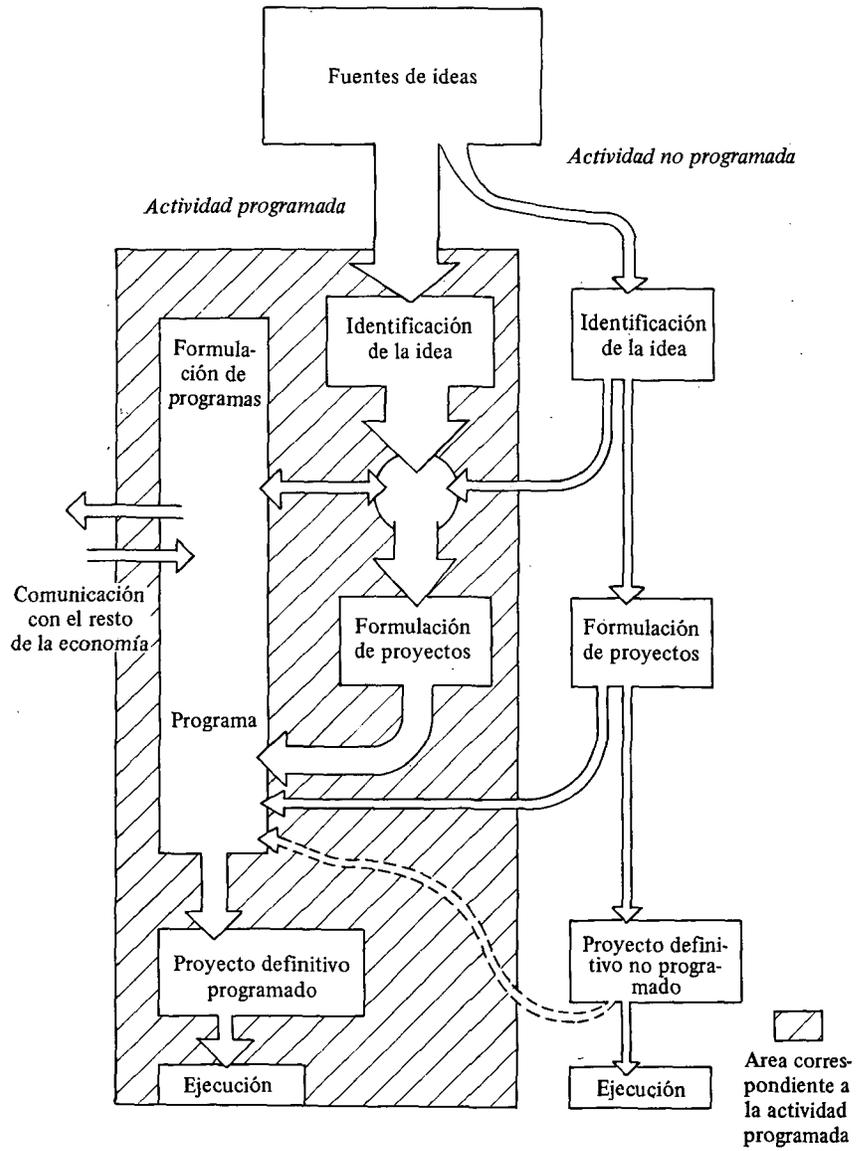
i) Ante el desarrollo de una zona o de una nueva actividad. En este último caso, el desarrollo de las actividades turísticas, por ejemplo, sería considerado como generador de necesidades de transporte y por ende de proyectos en ese campo.

³ La elección en este caso está referida a la selección de ideas dentro del programa, pero no coincide necesariamente con la elección final tal como se la entiende cuando se trata de proyectos. La decisión mencionada en el texto corresponde más bien a una selección para preinversión.

⁴ Desde un punto de vista formal, *todos* los proyectos que se piensan ejecutar podrían aparecer dentro del programa, pero esto sería una sistematización "a posteriori". No se trataría del programa como *generador* de todas las ideas de proyecto.

Gráfico 17

PROGRAMAS Y PROYECTOS: EL PROCESO DE INTERRELACION



ii) Cuando el tráfico actual (o previsiones bien fundadas sobre su desarrollo) sobrepasa la capacidad del servicio existente.

iii) Cuando existen centros de actividad no conectados entre sí y que se considera necesario unir.

iv) Necesidad de complementar medios de transporte. Se refiere en especial a proyectos que, para completar inversiones existentes a fin de constituir un sistema completo de transporte. Tal sería el caso de carreteras o caminos secundarios, carreteras de interconexión de sistemas actualmente no conectados, etc.

v) Creación y/o utilización de nuevos medios de transporte o reemplazo de un medio por otro más eficiente. Incluye todas aquellas ideas de proyecto que surgen del avance tecnológico. La eficiencia puede medirse en disminución de costos directos o indirectos.

vi) Crear o mejorar el sistema de transporte entre países. Al incluir esta circunstancia como fuente de ideas de proyectos, si entra en el terreno de la integración multinacional.

vii) Política de integración nacional. Estas siete modalidades se relacionan con la función del transporte como nexo físico de unión entre puntos geográficos, para colaborar con el mejoramiento de las actividades humanas. Es posible definir como fuentes de ideas de proyectos de transporte, además, algunas otras no directamente relacionadas con su función, serían las siguientes:

viii) Posibilidad de obtener beneficios. Tal sería el caso –frecuente en los Estados Unidos– de la realización de proyectos de transporte con capital privado para establecer un servicio alternativo respecto al existente y cuyo objetivo sería obtener beneficios mediante el cobro de peajes o en alguna otra forma.

ix) Aplicación de políticas anticíclicas o coyunturales, que podrían concretarse en la decisión de construir o mejorar carreteras de navegación o vías férreas para utilizar mano de obra desocupada sin horizontes de empleo inmediatos.

x) Necesidades de estrategia militar.

Para analizar esta etapa se han utilizado los mismos elementos del patrón industrial: tamaño y mercado, disponibilidad de insumos, nivel tecnológico del medio, monto de la inversión y marco institucional y de política. A estos cinco elementos se le agregan otros dos, peculiares ambas de los proyectos de transporte: los condicionantes físicos del medio y la existencia de una solución alternativa. El cuadro 9 resume la forma en que cada uno de estos elementos de análisis influye sobre los distintos tipos de transporte, señalando los casos en que alguno de ellos desaconsejan determinado tipo de transporte.

b) Tamaño y mercado

Se consideran aquí dos elementos:

i) Tipo de producto que se desea transportar y su tráfico tanto actual como futuro. Es posible que no se trate de un solo producto sino de una gama de productos (por ejemplo, pasajeros y carga) y hasta una

Cuadro 9

PROYECTOS DE TRANSPORTE: ELEMENTOS DE ANALISIS EN LA IDENTIFICACION DE LA IDEA

	<i>Carre- tera</i>	<i>Ferro- carril</i>	<i>Marí- timo</i>	<i>Nave- gación interior</i>	<i>Aéreo</i>	<i>Ductos</i>
1. Tamaño y mercado	- Tráfico	x	x	x	x	x
	- Demanda de punta	(x)	-	-	x	-
	- Tipo de producto				x	x
2. Insumos	(x) ^a	-	-	(x) ^b	-	-
3. Nivel tecnológico del medio	-	-	-	-	-	-
4. Monto de la inversión	x	x	x	x	x	x
5. Marco institucional y de política	x	x	x	x	x	x
6. Condiciones físicas	x	x	x	x	x	x
7. Solución alternativa existente	x	x		x		x

^a Compite con usos alternativos de la tierra.

^b Compite con usos alternativos del agua.

subdivisión por categorías de productos (perecibles, no perecibles, a granel, etc.).

ii) Demanda instantánea máxima o demanda de punta (por ejemplo, la intensidad de tráfico durante los fines de semana en los caminos turísticos).

c) Insumos

Por constituir una condición de rechazo, los insumos considerados en esta etapa son los que intervienen en la operación del servicio y no en la obra física, que se examinará en etapas posteriores.

d) Tecnología

Se entiende por tal el nivel tecnológico que tiene o puede abordar el medio en el cual se trata de establecer el servicio, para operar y utilizar determinados sistemas de transporte.

e) Inversión

Costo total en construcciones y equipos para el servicio de transporte.

f) Marco institucional y de política

Tiene el mismo carácter que en otros tipos de proyectos.

g) Condiciones físicas

Se comprende bajo este punto el análisis de las dificultades –principalmente geográficas y climáticas– que pudieran crear condiciones imposibles de salvar con determinado sistema de transporte. Como ejemplo cabe citar el paso de carreteras por zonas montañosas, selváticas o pantanosas, los requisitos topográficos para el establecimiento de aeropuertos en que puedan aterrizar aviones de alta velocidad, las condiciones físicas para la construcción de puertos marítimos, etc.

h) Solución alternativa existente

Hay que considerar asimismo el conflicto que puede crear la instalación de un nuevo medio de transporte sobre otro ya establecido y que funciona bien. Así, por ejemplo, podría existir un ferrocarril que transporta carga variada, incluso petróleo, y que al mismo tiempo suministra un servicio de transporte de personas, siendo su operación rentable en conjunto. Si en estas condiciones se quiere colocar un oleoducto paralelo al ferrocarril para transportar petróleo y ese oleoducto fuera rentable a precios más bajos que el ferrocarril, se

privaría a éste de una parte de su mercado y hacerlo deficitario, lo que podría impedir el suministro del resto del servicio que ofrece el ferrocarril. En otras palabras, es una manera restringida de examinar las condiciones que la eficiencia económica y técnica del sistema impone a las nuevas unidades que se pretende agregar.

Algunos de los resultados mas interesantes que se deducen al confrontar los elementos de análisis en esta etapa de identificación de la idea con los tipos de proyectos de transporte, son los siguientes:

1) *El nivel tecnológico del medio* no es factor de rechazo para ninguno de los tipos de transporte examinados. No obstante, en el caso de obras pequeñas en países atrasados, donde no existe capacidad local de construcción y cuando el tamaño de las obras no atrae la capacidad técnica externa, el nivel tecnológico podría convertirse en un serio obstáculo para realizar el proyecto. También es posible que si bien la ejecución del proyecto no presenta problemas con respecto al nivel tecnológico, aparezcan posteriormente en ciertos casos de mantenimiento.

2) *La demanda de punta*, en la mayoría de los tipos de transporte, no sería condición de rechazo.⁵ Así, por ejemplo, a propósito de carreteras se analizó la situación esquematizada en el gráfico 18. En él se trata de mostrar que un determinado tamaño (cantidad de vehículos/hora) puede satisfacer la mayor parte de las necesidades horarias del proyecto, aun cuando no satisfaga la demanda de punta, lo que significaría aceptar una saturación del camino durante un par de horas al día (o días a la semana, según sea la distribución de frecuencia estudiada). En los ferrocarriles la demanda de punta puede ser manejada con bastante flexibilidad, mediante una programación adecuada del tráfico, sin aumentar su capacidad total en términos de vías. En la carretera este manejo es más difícil, ya que los usuarios no son entes programables como los trenes.

La demanda de punta sí es condición de rechazo en los aeropuertos y los ductos.⁶

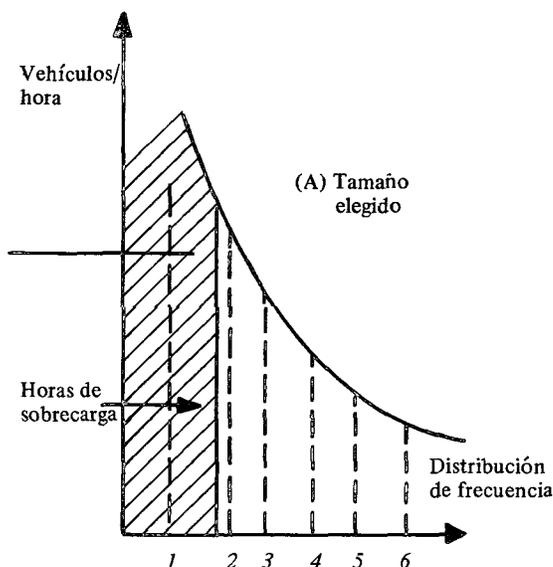
3) *El carácter del insumo* como elemento de rechazo sólo parece presentarse en la navegación interior, cuando entran en conflicto los usos alternativos del agua. Aunque se trata de un tema bastante controvertido, puede citarse el caso de los lagos suizos, en los que por estar densamente pobladas sus orillas, se ha limitado la navegación lacustre para evitar la contaminación. También cabe mencionar la prohibición de transportar ciertos productos químicos por esas vías,

⁵ Se estudia aquí la demanda de punta como condición de rechazo del *tipo* de transporte y no de una alternativa del mismo. Este último podría ser el caso de tamaños distintos para un mismo tipo de transporte.

⁶ La demanda de punta puede ser condición de rechazo en el caso de los puertos marítimos y fluviales, pero es poco probable que ello suceda teniendo en cuenta la posibilidad de programar el movimiento con bastante anticipación.

Gráfico 18

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA DEMANDA DE SERVICIOS DE TRANSPORTE



asimismo para evitar posibles contaminaciones. Debe tomarse en cuenta finalmente la posible competencia entre el agua como medio de transporte y el agua para riego.

4) *Los insumos para la obra física* no fueron considerados en el cuadro 9, pero podrían ser un factor limitante serio para la construcción de determinados sistemas de transporte. Puede servir como ejemplo el caso del material de "lastre" para la construcción de vías férreas o la falta de arena y ripio para las obras de concreto. Su escasez puede significar un obstáculo serio para ciertos tipos de transporte.

i) Alcance de la etapa de identificación de la idea en los proyectos de transporte

Es conveniente recordar el concepto de "solución" planteado con respecto a los proyectos industriales.⁷ Allí se consideraban como tales

⁷ Véase Calderón y Roitman, *op.cit.*, pp. 37-39 y 101.

las diferentes formas de producción que, partiendo de condiciones iniciales similares, permitirían obtener un bien similar, utilizando distintas funciones de producción (procesos).

Esta definición no es otra cosa que una de las formas posibles de agrupar en unos pocos subconjuntos —relativamente amplios— la gran cantidad de combinaciones que surgen en el estudio de alternativas. Ha permitido buscar ciertas características que permitan diferenciar estos subconjuntos⁸ para centrar luego el análisis en la elección del subconjunto más conveniente. Sólo después de elegido el más adecuado se estudian en detalle las alternativas contenidas en él. En el servicio de transportes el agrupamiento más conveniente de alternativas ha sido el que resulta de considerar los distintos medios (carretera, ferrocarril, transporte marítimo, navegación interior, aeronavegación y ductos) como “soluciones”. En el patrón general de análisis, el de “soluciones” se hacía en la etapa del anteproyecto preliminar. Al considerar los medios de transporte como “soluciones”, este estudio se realiza ahora durante la identificación de la idea, ya que esta etapa implica una elección entre “soluciones”, considerando como tales los seis tipos de transporte mencionados.

Al contrario de lo que sucede en otro tipo de proyectos, en esta etapa de los de transporte la disyuntiva no se plantea entre prestar o no el servicio, sino entre las mejores formas de satisfacerlo. La decisión de prestar el servicio —que en términos de proyectos significaría satisfacer la necesidad de unir dos puntos geográficos— se adopta en un plano diferente (programación, plan nacional de transporte, planes de desarrollo regional, etc.). Así, pues, la identificación de la idea en los proyectos de transporte se centraría en la elección de “soluciones” y en la determinación aproximada de las condiciones tecnológicas, de tamaño, inversión, etc. dentro de las cuales serían factibles.

La elección de “soluciones” implica el análisis de elementos muy variados, de los cuales sólo se enuncian algunos ejemplos antes de pasar a la etapa siguiente. Pueden plantearse situaciones como las siguientes:

— En el análisis de soluciones no siempre basta estudiar las distintas formas de unir dos puntos geográficos. Hay que tener en cuenta también el servicio de transporte a puntos intermedios. El transporte de pasajeros entre Santiago y La Serena, por ejemplo (unos 500 km), podría solucionarse con transporte aéreo, pero esta solución limitaría o eliminaría el servicio de transporte a los puntos intermedios.

— Las distancias mínimas para las cuales son aceptables determinados medios de transporte están variando. Así, el ferrocarril, que no

⁸ En los proyectos industriales se eligieron como elementos de diferenciación los insumos principales. En ese caso se examinaron, con respecto a un producto determinado, las posibilidades de producirlo a partir de distintos insumos, eliminando como resultado de este análisis aquellos subconjuntos de alternativas que pudieran generarse en los insumos que resultaran rechazados.

parecía competitivo para el transporte de pasajeros con la aviación, en distancias que fueran más allá de los 300 km, representa ahora un medio casi tan rápido como el aéreo, incluso a distancias de 500 km. Podrían agregarse a favor del ferrocarril, en esos casos, ventajas tales como mayor autonomía con respecto a factores climáticos, facilidades de acceso, menor tiempo en el trayecto “puerta a puerta”.

– El estudio de costos puede considerarse de dos maneras en la formulación del proyecto. En su primera etapa, identificación de la idea, los costos se consideran como índices basados en la experiencia real de proyectos similares. En el anteproyecto preliminar, los costos deben ser los calculados en el mismo proyecto (o costos propios del proyecto).

– El concepto de calidad podría traducirse en términos de costo, pero a veces resultaría insuficiente esta equivalencia. Tal es el caso, por ejemplo, del transporte de vino por ferrocarril, que podría resultar más económico que la utilización de camiones tanques; sin embargo, en el primer caso podrían aparecer ciertas desventajas como la exposición al sol, que llevarían a rechazar el transporte ferroviario por consideraciones de calidad difícilmente traducibles en costos. Si se está tratando de conectar poblaciones a un centro de asistencia hospitalaria (transporte de enfermos), los transportes lentos como la navegación por canales podrían tener que rechazarse frente a helicópteros, avionetas, etc. El transporte de piezas demasiado grandes (para centrales hidroeléctricas), que su tamaño impide pasar por túneles ferroviarios, ha llevado en Suiza a replantear las soluciones viales frente a las ferroviarias, para asegurar la salida al exterior de la producción de su industria pesada.

2. El anteproyecto preliminar

a) *Objetivos de esta etapa*

En el caso industrial, los objetivos principales del anteproyecto preliminar eran:

- i) Elección entre ideas viables
- ii) Identificación y elección de soluciones
- iii) Identificación de alternativas
- iv) Verificación de la existencia de una alternativa viable
- v) Completar o avanzar en los estudios comenzados en la etapa de identificación de la idea
- vi) Establecer las condiciones de la etapa siguiente

Para los proyectos de infraestructura de transporte, la elección entre ideas viables no parece un tema adecuado para tratarlo en esta etapa, puesto que el llegar a ella significa que ya ha sido establecido un ordenamiento a través de algún sistema de planificación nacional o sectorial. De ahí que la idea suela ser seleccionada antes de que haya podido intervenir el proyectista.

La identificación y elección de soluciones funciona en forma restringida, puesto que se ha convenido en llamar soluciones a los

diversos medios de transporte considerados en la etapa anterior: vial, ferroviario, marítimo, aéreo, navegación interior y ductos. Es decir, la identificación de las soluciones —en el sentido de establecer cuáles han de manejarse— es un dato en el caso de estos proyectos.⁹ Más aún, en la etapa de identificación de la idea se lleva a cabo una selección previa, que permite descartar algunas de las soluciones presentes. Esta selección ha de tomar en cuenta elementos tales como la naturaleza de los bienes a transportar, las distancias de transporte, el medio físico disponible para materializar las obras de transporte.

Muchas veces la existencia de soluciones identificadas es anterior al comienzo del estudio del proyecto, sin embargo, como pueden ser varias las soluciones que hayan pasado por el tamiz de la identificación de la idea, es preferible considerar conveniente desde el principio el estudio de tantos anteproyectos preliminares como soluciones hayan pasado esta prueba, para comparar luego esos anteproyectos preliminares y seleccionar en definitiva la solución más conveniente y sus alternativas.¹⁰

Ante las observaciones anteriores se sugiere que los objetivos de *cada* anteproyecto preliminar, en el caso del transporte, sean los siguientes:

- 1) Análisis de los elementos de tamaño y mercado, proceso, localización, obra física, calendario y organización.
- 2) Identificación de alternativas.
- 3) Verificación de la existencia de una alternativa viable.
- 4) Establecimiento de condiciones para la etapa siguiente.

b) Extensión del anteproyecto preliminar y grado de necesidad del anteproyecto definitivo como etapa autónoma

La división en etapas de la formulación del proyecto está definida por tres decisiones principales, la primera de las cuales —que determina la existencia de la etapa de identificación de la idea— está basada en una

⁹ Las estructuras institucionales del sector transporte establecen un condicionamiento *de facto* en el análisis de soluciones. Así, por ejemplo, una dirección de carreteras es difícil que considere otras soluciones que las viales, una empresa ferroviaria no planteará soluciones de transporte aéreo, y así sucesivamente.

¹⁰ Un ejemplo interesante y actual de la permanencia de varias soluciones en la etapa del anteproyecto preliminar es el caso del transporte de petróleo desde los yacimientos de Alaska. Se ha propuesto su conducción por oleoductos, pero destacando los problemas relativos a la conservación del medio ambiente. Se discute asimismo la conveniencia de utilizar el transporte marítimo, que a su vez plantea alternativas tales como los submarinos, los barcos rompehielos, etc. También han sido analizadas soluciones mixtas, como transporte marítimo más oleoducto.

prueba de viabilidad de varias ideas que justifique la continuación de estudios más profundos en la etapa del anteproyecto preliminar. Al término de esta última se contará al menos con una alternativa que cumpla los objetivos del proyecto y permita tomar la tercera decisión: realizar el anteproyecto definitivo, para encontrar, gracias a él, la mejor alternativa posible y resolver finalmente si se realiza o no la inversión.

El actor principal en esta cadena de decisiones es el “proyectista” y su existencia misma está condicionada por las acciones necesarias para esta toma de decisiones. Este esquema lógico funciona perfectamente en los proyectos industriales y otro tipo de proyectos.

En los de transporte, sin embargo, como ya se advirtió, existen dificultades para precisar los límites entre las funciones del proyectista, del planificador y de los técnicos que se encargan del diseño definitivo. Se ha indicado también que en estos casos es frecuente encontrar que la decisión de invertir sea tomada en etapas muy tempranas del análisis, cuando todavía no existen elementos de juicio suficiente.

Esta situación debilita los fundamentos mismos del esquema lógico de toma de decisiones. De ahí que parezca razonable proponer para este tipo de proyectos la fusión en una sola etapa, de los estudios del anteproyecto preliminar con los del anteproyecto definitivo, aun sabiendo que ciertos elementos —que en el planteamiento general se incluyen dentro del anteproyecto definitivo— serán estudiados mientras se realizan los diseños definitivos del proyecto. En buenas cuentas, esto significa aceptar que, aunque parezca más limitado el campo del “proyectista”, su acción se prolonga en forma difusa hacia el proyecto de ingeniería.

c) Clasificación de los proyectos de transporte

Para los proyectos de transporte se ha adoptado una clasificación basada en las metas propuestas. Dichas metas —alternativas o complementarias— podrían ser:

- i) Ampliación del sistema existente*
- ii) Apertura de una zona colonizable (subproyecto de un proyecto de colonización)*
- iii) Acceso a un recurso natural para explotarlo (subproyecto de un proyecto de explotación del recurso)*

Esta apertura de los proyectos de transporte permite eliminar a veces ciertos estudios redundantes (ejemplo de lo cual podría ser la extrapolación histórica de la demanda de transporte en el caso de los proyectos que abren una zona de colonización). Quizás más importante es la posibilidad de hacer explícitos los objetivos que se buscan en determinados proyectos y, por lo tanto, poner de relieve los elementos más relevantes para su justificación o rechazo. Así, por ejemplo, si un proyecto o conjunto de proyectos se está estudiando con objeto de ampliar una parte del sistema existente —entendiendo por tal el aumento de la capacidad, la reducción de costos y el mejoramiento de la calidad del servicio—, será importante analizar la calidad del servicio actual y sus consecuencias en materia de costos para los usuarios. Pero

si los mismos proyectos tienen por objeto abrir nuevas zonas, estos elementos pierden importancia frente a las previsiones del crecimiento futuro.

d) Ampliación del sistema existente

Se comenzará planteando el análisis de tamaño y mercado que debería estudiarse con los siguientes enfoques:

i) Estudio de la demanda actual. Su objeto es comparar la oferta actual con la demanda actual, para ver qué es necesario hacer y a qué grado de satisfacción se puede llegar. La información necesaria para este estudio, referida especialmente al tráfico, requiere datos sobre: nivel actual, patrón estacional y tendencia en el tiempo; clasificados en carga y pasajeros, y analizados por: *a)* orígenes y destinos (para el movimiento total, sin clasificar según medios de transporte) y *b)* movimiento real (clasificado por medios de transporte).

La información debería incluir datos sobre: cantidades físicas (tonelaje y número de vehículos), sentido del movimiento, clasificación por producto y por época, tiempo en que se efectúa el movimiento (duración) y costo para el usuario y calidad de los servicios.

Las fuentes de información para este análisis serán:

– Recopilación y examen de la información proveniente de fuentes existentes (por ejemplo: puestos de control carretero, manifiestos de carga, departamentos de transportes, etc.).

– Estudios del tráfico (control de vehículos clasificados por tipo, o mejor aún estudio de origen y destino por tipo de vehículos o medios de transporte).

– Análisis de estudios sectoriales (se podrían agregar también los cuestionarios y entrevistas a los usuarios actuales de un medio de transporte).

ii) Determinación de la demanda potencial. Para este estudio debe analizarse el funcionamiento económico del sistema del cual formará parte el proyecto. Dicho estudio deberá incluir al menos: área cubierta por el servicio, recursos naturales del área, recursos humanos (presentes y previstos), producción (generación de tráfico) y mercado al cual se destinaría la producción anterior. La demanda potencial puede ser de dos tipos diferentes. Cabe por una parte distinguir; *a)* la demanda potencial *insatisfecha en la actualidad*, debido a tarifas demasiado altas, a restricciones de acceso, comodidad, etc. (El caso más general será la incapacidad de la oferta para cumplir adecuadamente con las condiciones de la demanda, que podría aparecer “instantáneamente” si se alteraran las condiciones restrictivas de la oferta), y por otra parte; *b)* la demanda potencial *que depende del desarrollo del potencial económico* y que, por lo tanto no es directamente afectada por la calidad actual de la oferta.

El presente esquema de análisis de la demanda potencial, de corriente utilización, tiene ciertos defectos que de ser corregidos podrían mejorar los resultados. Uno de tales defectos es la tendencia a no considerar los cambios o alteraciones del tráfico actual motivados

por el cambio tecnológico de los medios que operan sobre la infraestructura existente. Un ejemplo lo constituye el efecto que la crisis de Suez ha tenido en la tecnología del transporte de petróleo. Por otra parte, el transporte marítimo de grandes volúmenes de petróleo ha hecho necesario revisar otras alternativas actualmente en uso (ductos, ferrocarril, carretera).

iii) *El estudio de la demanda futura*, esbozado en el gráfico 19, debe basarse en el conocimiento de la situación actual y de su desarrollo potencial, debiendo cubrir al menos ambos puntos:

– Situación actual en cuanto a recursos naturales, recursos humanos y actividad económica y referida al área afectada por el proyecto de transporte, o mejor aún al área que corresponde a la actividad que lo genera.

– Planes de inversión futuros (públicos y privados).

Esos dos puntos deben mostrarse como mapas de flujo de origen y destino.

e) Proyectos de transporte en la apertura de una zona de colonización

El problema de transporte en los proyectos de colonización, tiene dos aspectos: el sistema de transporte interno dentro del área de colonización, y la unión de ese sistema con el resto del país o la región.

Estas características muestran que el sistema (o sistemas) existentes en el país o región son en ambos casos una condicionante tan importante para el diseño de la infraestructura que deben ser estudiados en la etapa de identificación de la idea. Así, por ejemplo, la inexistencia actual de ferrocarril o la calidad del servicio ferroviario existente pueden ser desde el principio una condición que imponga la solución ferrocarril para el servicio de transporte en una nueva zona.

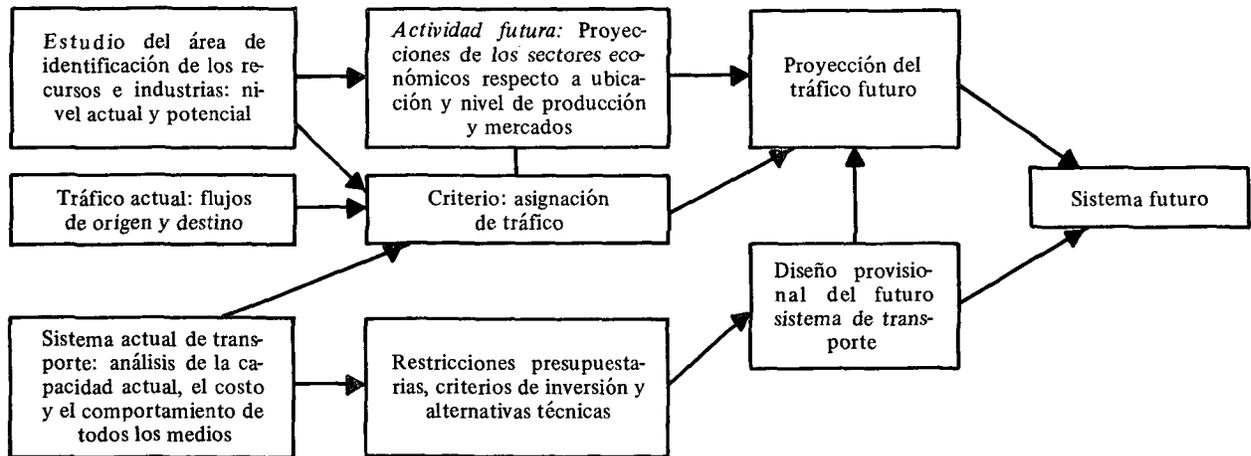
De estos dos problemas, el segundo (unión de los sistemas del país y la zona colonizada) parece el más significativo. La característica de este tipo de proyectos es que su diseño debe ser flexible para que pueda cambiar rápidamente en el tiempo. Así, por ejemplo, cabría iniciar el proyecto sólo con transporte aéreo, luego carretera, etc. Sin embargo, el diseño definitivo –correspondiente al desarrollo previsto de la potencialidad del área colonizada– debería ser el objeto principal del proyecto.

Es posible que la conexión de la zona de colonización se realice simultáneamente con diferentes puntos del país. La elección de dichos puntos es un problema de planificación, en cuyo caso el campo del “proyectista” se limita a las formas de unión entre el área de colonización y los puntos determinados por Planificación, o a elaborar la información necesaria para que Planificación pueda elegir entre proyectos diferentes.

Los puntos que deben ser analizados dentro del estudio de tamaño y mercado son los mismos que en los proyectos de ampliación de sistemas existentes, con la salvedad –ya expresada en páginas anteriores– de que es poco lo que puede aportar el análisis de la demanda actual. En este tipo de proyectos adquieren relevancia especial la demanda potencial y

Gráfico 19

DETERMINACION DEL TRAFICO FUTURO



Fuente: Ciell C. Herral, *Preparation and Appraisal of Transport Projects*. Transport Research Program (The Brookings Institution, Washington, octubre de 1965).

la futura (esta última basada más en estudios de la demanda potencial, que depende del desarrollo del potencial económico, más que de la demanda potencial insatisfecha en la actualidad).

f) Proyectos de transporte que derivan de la explotación de un recurso

Se trata de proyectos que dan acceso a las fuentes de explotación de recursos naturales, tales como los que prestan el servicio de transporte a una mina, explotación forestal, etc.

En estos casos es importante considerar el tiempo de agotamiento del recurso explotado, tratando de proyectar obras que no excedan la vida útil del recurso o cuidando que en su evaluación se considere el valor de la obra remanente una vez agotada la extracción. Lo anterior implica considerar la obra de transporte como parte integrante del proyecto extractivo. Durante la vida de éste debería ser rentable, lo cual no siempre se considera en los dos casos anteriores (ampliación del sistema y colonización).

En este tipo de proyectos se presenta con cierta frecuencia el caso de la doble finalidad de la obra de transporte.¹¹ El medio de transporte proyectado puede servir para satisfacer las necesidades del proyecto extractivo y al mismo tiempo prestar servicios a una parte de la comunidad no comprometida directamente en dicho proyecto. En este caso habría que considerar la posibilidad de negociaciones entre la empresa extractiva (sea pública o privada) y la parte del sector público encargada del servicio de transportes de la comunidad (Departamentos de carreteras o ferrocarriles, por ejemplo), para obtener el máximo beneficio mutuo con una acción conjunta.

Se puede tomar como ejemplo el caso de mineral del Laco en la provincia de Antofagasta (Chile). Este mineral está situado cerca de lo que podría ser la ruta internacional entre Antofagasta y la ciudad argentina de Salta. Es probable que el trazado y sistema más económico para transportar mineral de hierro no sirva al propósito de mejorar el tránsito internacional. Alcanzar este último objetivo requeriría buscar una solución de compromiso, que resultara beneficiosa para la explotación del mineral (ya que la mina podría utilizar un camino de mejor calidad, sin tener que realizar toda la inversión) y también para la comunidad, que contaría con un camino internacional sin tener que realizar toda la inversión o dispondría de ese camino en una fecha prematura, no justificable por el solo volumen de tráfico entre ambas ciudades o regiones.

¹¹ Puede ocurrir que la utilización del proyecto derive hacia la conexión de las poblaciones que surjan o existan en función de la explotación del recurso natural con el resto del país. También puede tratarse de una explotación (minera o forestal) cuya vida útil sobrepase las estimaciones de duración del proyecto de transporte.

Para estos proyectos es válida asimismo la observación que sobre el estudio de demanda se ha hecho al tratar los proyectos de transporte para colonización. Sólo debe llamarse la atención sobre la importancia que ha de darse al estudio de las posibilidades (en volumen por unidad de tiempo y en plazo total de explotación) del recurso natural al cual se pretende dar acceso, pues éste es el llamado a definir en gran medida las características que se requerirán del servicio.

El cuadro 10 resume la importancia de los análisis de demanda indicados para los distintos tipos de proyectos.

Cuadro 10

PROYECTOS DE TRANSPORTE: ELEMENTOS DEL ANÁLISIS DE DEMANDA

<i>Tipos de proyectos</i>	<i>a</i> <i>Ampliación del sistema existente</i>	<i>b</i> <i>Coloni- zación</i>	<i>c</i> <i>Explota- ción de un recurso natural</i>
<i>Análisis de demanda</i>			
<i>1. Conocimiento detallado de la situación actual</i>			
– Recursos naturales	x	x	(Estudio restringido al recurso natural del proyecto)
– Recursos humanos	x	x	x
– Actividades económicas	x	(x)	(x)
<i>2. Planes de inversión futuros (públicos o privados)</i>	(x)	(x)	(x)
<i>3. Mapas de origen y destino</i>	x	x	(x)
<i>4. Proyecciones de:</i>			
– Cantidades físicas	x	x	x
– Sentido del movimiento	x	x	x
– Clasificación por pro- ducto y por época	x	x	x
– Tiempo en que se efectúa el movimiento (duración)	x	x	x
– Costos para el usuario y calidad de los servicios	x	x	x

(x) Con reservas.

g) Procesos en los proyectos de transporte

El concepto de proceso no aparece tan claramente definido en los proyectos de transporte como en los proyectos industriales. Se puede considerar como proceso, en sentido amplio, la función de producción

que permite pasar de un estado inicial (A) a otro estado de transformación, intermedio o final (B). En el caso industrial, el estado inicial está representado por las materias primas y el estado final por el producto terminado o algún producto intermedio de características precisas, que luego llegará a convertirse en producto terminado o final. Las diferentes combinaciones de factores caracterizan los distintos tipos de procesos de transformación posibles.

Tratándose del transporte, la transformación no es física, sino que tiene relación con el tiempo y el espacio físico: un saco de papas en cierta fecha, en el valle del Mantaro es diferente, en tiempo y espacio, a ese mismo saco de papas puesto en Lima. En este orden de pensamiento cabe preguntar: ¿Qué factores han intervenido para producir el cambio? ¿Cuáles de esos factores pueden considerarse como parte de la infraestructura física de transportes y cuáles ajenos a ella?

Ragnar Frisch da la siguiente definición general de producción: "Entendemos por producción técnica cualquier proceso de transformación que pueda ser dirigido por seres humanos o en el cual los seres humanos estén interesados, así como una transformación que cierto grupo de personas considere deseable. El término transformación indica que hay ciertas cosas (bienes o servicios) que entran en el proceso y que pierden allí su identidad, es decir, que dejan de existir en su forma original, mientras que hay otras cosas (bienes o servicios) que entran en existencia emergiendo del proceso. Los elementos de la primera categoría pueden ser llamados insumos de producción (*input elements*) mientras que a los de la última categoría nombrada se les denomina productos (*the output or resultant elements*)."

"La transformación que llamamos producción en el sentido técnico de la palabra, no requiere alterar las cualidades materiales de los elementos considerados. A menudo sólo necesita ser un "movimiento", una "selección" o una "conservación" (un movimiento en el tiempo). Los troncos cortados en el bosque no son la misma cosa que los troncos puestos en el aserradero. El proceso consistente en arrastrar los troncos hasta el río, llevarlos flotando río abajo y trasladarlos hasta el aserradero se debe considerar producción en el sentido técnico de la palabra, tanto como la operación de cortar los árboles en el bosque y descortezarlos. Lo mismo es cierto para la selección y conservación, por ejemplo, de legumbres y frutas. Desde el punto de vista puramente técnico, la producción en el ámbito del intercambio consiste en gran parte en selecciones o movimientos en el tiempo y el espacio."¹²

Si se acepta la definición de Frisch, el servicio de transporte se puede considerar como el "producto" de una determinada función de producción. En tal caso, lo que interesa es definir la existencia o aplicabilidad del concepto de proceso a la infraestructura física que facilita el servicio de transporte, y analizar si este "proceso" juega el

¹² Ragnar Frisch, *Theory of production*, capítulo I, p. 3.

mismo papel, como alternativa definitoria, que tan útil es en los proyectos industriales.

La función de producción del servicio de transporte puede expresarse de la siguiente forma general:

$$T = F(a, b, c, d, \dots n)$$

Siendo a, b, c, . . . n los factores de producción que puedan interesarnos en nuestro análisis y T el servicio de transporte como "producto". Suponiendo que el "producto" T tuviera cierto grado de libertad en sus especificaciones (características de la oferta), cabría considerar la existencia de funciones de producción alternativas correspondientes a diferentes combinaciones de los factores de producción para producir un servicio de transportes determinado. A estas distintas funciones de producción se las llamará *alternativas de proceso*, aclarando que este razonamiento es aplicable a la función de producción del transporte considerado como un todo y no a su infraestructura física en especial. Los factores de producción, por consiguiente, pueden agruparse en dos categorías, según que correspondan a la infraestructura física o al vehículo que se sirve de ella. De ahí que la función de producción del "servicio transporte" pueda considerarse a su vez función de dos funciones: la de la infraestructura y la del vehículo.

$$T = F [I(a, b, c, \dots n) V(r, s, t, \dots u) \dots]$$

Las variaciones de la "función infraestructura", dentro de la función de producción del servicio de transporte, es considerada como "proceso de infraestructura física". En esta forma, las variaciones de la "función vehículo" interesarán aquí sólo en la medida en que alteren o influyan sobre la "función infraestructura".

Para precisar este concepto, es preciso examinar antes determinadas características del servicio de transporte que estarían condicionadas en unos casos por la infraestructura, en otros por el vehículo y en otros por ambos a la vez.

En el cuadro 11 que muestra los aludidos factores condicionantes, las cruces indican para cada tipo de transporte cuáles son las características del servicio que se verían afectadas por cambios en el vehículo o en la infraestructura.

Como ejemplo del condicionamiento entre vehículo e infraestructura es de mencionar el caso de un proyecto de ferrocarril subterráneo, donde las modificaciones en el vehículo no influirían aparentemente en la infraestructura. Sin embargo, si en vez de trenes de tres carros se proyectan trenes de diez carros, será necesario modificar el largo de las estaciones, estableciéndose así un condicionamiento vehículo-infraestructura. Es posible considerar este caso como un ejemplo de alternativas de tamaño. Parece más lógico, sin embargo, ligar el tamaño al monto de tráfico total o a las posibilidades de que este medio de transporte pueda satisfacer toda la demanda prevista, siendo el tamaño de las unidades vehiculares un parámetro que podrá resolverse, dentro de las alternativas de proceso, jugando con otras características de la

Cuadro 11

CONDICIONANTES DEL SERVICIO DE TRANSPORTE: INFRAESTRUCTURA Y VEHICULOS

<i>Algunas características del servicio de transporte</i>	<i>Tipos de servicios</i>	<i>Carretera</i>		<i>Ferrocarril</i>		<i>Marítimo</i>		<i>Navegación interior</i>		<i>Aéreo</i>		<i>Ductos</i>	
		<i>I</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>V</i>
Velocidad		x	x	x	x	x		x		x			
Sistema de carga:													
– Manipulación			x	x	x	x		x		x			
– Envase			x			x							
Insumos del vehículo		x	x	x									
Tamaño del vehículo		x	x	x		x		x		x			
Tipo de vehículo													
(Continuidad de funcionamiento)													

I = Infraestructura; V = Vehículo.

oferta y la demanda, que en este caso podrían ser la frecuencia y la accesibilidad al vehículo.

Otro ejemplo sería la transformación de un ferrocarril a vapor en diesel. En este caso la modificación del vehículo no incide sobre la infraestructura, salvo en lo que respecta a los talleres de mantenimiento, por lo que no establece una alternativa de proceso en la "función infraestructura". Si la transformación fuera de un ferrocarril a vapor en uno eléctrico la situación sería diferente, ya que se modifican tanto el vehículo como la infraestructura. En este caso habría, *desde el lado de la infraestructura*, una alternativa de proceso de vapor frente al proceso eléctrico.

En el caso de transformación o reemplazo de barcos de carga surtida de tipo convencional por barcos diseñados para el transporte de "containers", se estaría, también desde el lado de la infraestructura, frente a procesos alternativos, ya que esta modalidad de carga afecta considerablemente la estructura del puerto.

Para el transporte por carreteras se ha examinado un ejemplo simplificado con tres alternativas de tamaño del vehículo,¹³ constituyéndose esta elección en una alternativa de proceso de la "función vehículo": P_1 , P_2 y P_3 .

Si el tamaño del proyecto está dado por el tráfico total T , la "función vehículo", frente a la característica establecida para el tamaño de la oferta, deberá expresarse en términos del número de vehículos N_1 , N_2 , N_3 , de manera que $T = P_1N_1, P_2N_2$ ó P_3N_3 .

En este caso el tamaño del vehículo se liga a la infraestructura a través de su característica de peso por eje, que impondrá determinadas exigencias sobre el tipo de carretera (o "función infraestructura").¹⁴

El cuadro 12 indica, para un caso hipotético, soluciones factibles. De él se desprende que el número de vehículos sería el verdadero condicionante en este caso.

Puede ponerse en duda la realidad de este ejemplo, alegando que en la mayoría de los casos el tipo de vehículos es un dato y no una variable manejable dentro del proyecto. No obstante, tratándose de una proyección de largo plazo, podría corresponder al "proyectista" proponer condiciones relacionadas con el tamaño de los vehículos. También es probable que, en el proyecto de conexión a una carretera principal mediante un camino secundario, el proyectista tenga libertad para elegir la combinación más conveniente de vehículo/carretera que sea compatible con el tamaño máximo de vehículo admisible en la carretera principal.

¹³ Lo normal es una combinación de tamaños.

¹⁴ Se podría hacer el análisis en otro sentido, considerando el efecto de la infraestructura sobre el costo de operación de los vehículos.

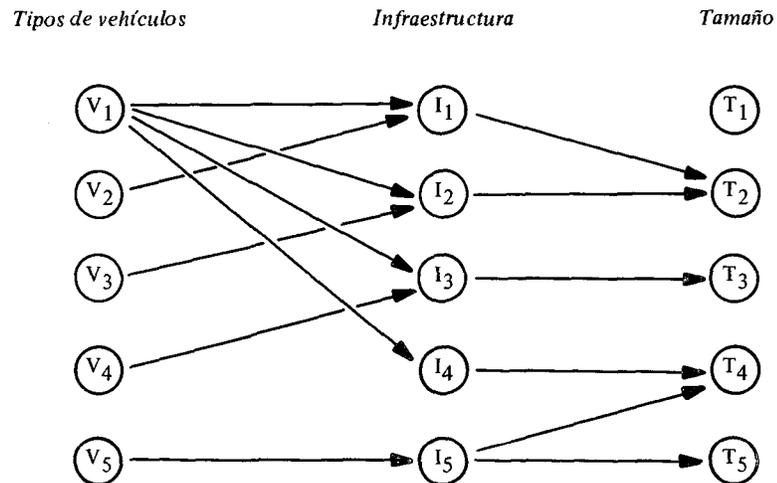
Cuadro 12

EL PROCESO TECNICO EN LOS PROYECTOS DE TRANSPORTE:
UN EJEMPLO DE SOLUCIONES FACTIBLES

Función Vehículo	Función Infraestructura	Una vía ^a			Dos vías	
		Tierra	Grava	Pavi- mento	Grava	Pavi- mento
N ₁ P ₁		x	x	x	x	x
N ₂ P ₂			x	x		x
N ₃ P ₃				x		x

^a Se señalan a manera de ejemplo algunas características. También tienen importancia otros elementos como las pendientes, la curvatura, etc.

Es factible utilizar la teoría de las redes para examinar este concepto de proceso. En el caso más general se podrían establecer redes de la siguiente forma:



De un análisis de este tipo resultaría que sólo serían viables algunos de los caminos o trayectorias. Las combinaciones o arborescencia que concurrían a un determinado tamaño representarían los procesos.

Es posible que el deseo de justificar o aceptar el concepto de proceso en la forma utilizada en los proyectos industriales haya llevado

a teorizaciones que hagan inmanejable el problema desde el punto de vista práctico. Sin embargo, importa señalar en esta parte del análisis que el punto esencial consiste en determinar el *diseño técnico más adecuado a la demanda detectada*.

Para ello es necesario señalar los elementos que definen las posibilidades técnicas disponibles (o funciones de producción alternativas), a las que aplicar restricciones, llegando así a las alternativas más favorables para el proyecto. En el caso de la carretera los aludidos elementos podrían ser el número de vías, el tipo de carpeta de rodado y el trazado. Estos elementos estarían condicionados por la tecnología del vehículo (por ejemplo: tipo de ruedas, carga por eje, distancia entre ejes, largo total del vehículo, altura máxima, etc.). El tipo de motor o el tipo de combustibles no parecerían tener influencia directa sobre el

Cuadro 13

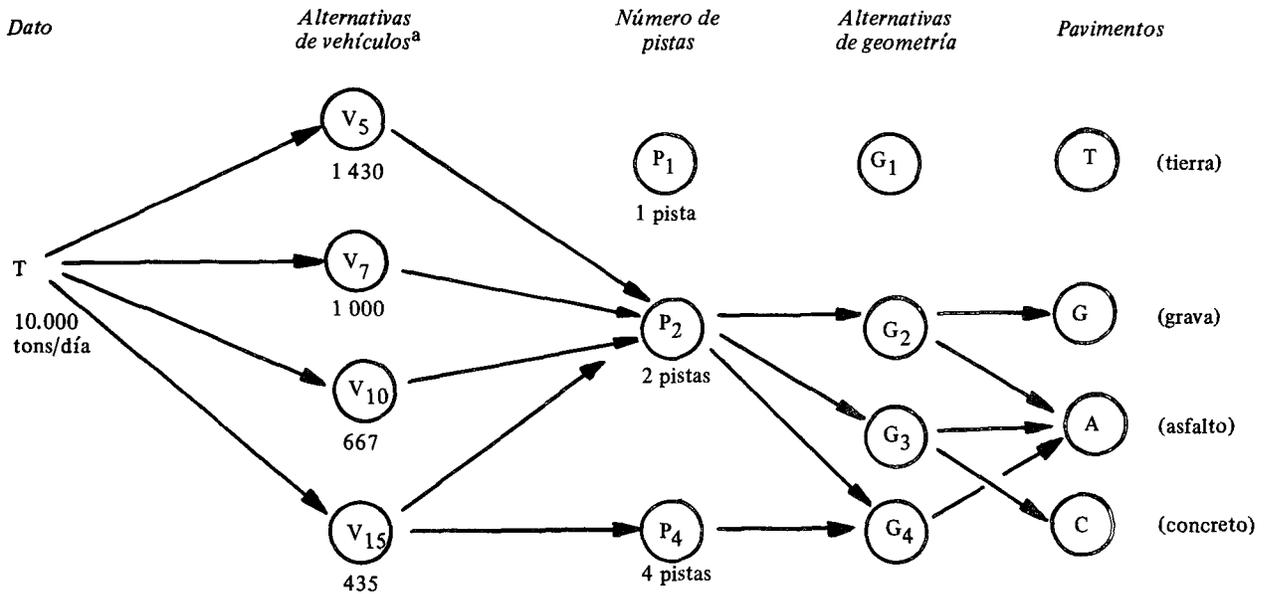
RELACIONES ENTRE TRAFICO, VEHICULOS Y
TECNOLOGIAS DE LA VIA

Tráfico	Tipo y tamaño del vehículo	Número de vehículos	Tecnologías de la vía				
			1	2	3	4	etc.
T _o	→ V ₁	N ₁	(x)	(x)	x	x	x
	→ V ₂	N ₂		(x)	x	x	x
	→ V ₃	N ₃			(x)	x	x
.	.	.					
T _r	.	.					
.	.	.					
T _s	→ V ₂	N _x			x	x	x
	→ V ₃	N _y				(x)	x
	→ V ₄	N _z				x	x
T _u							

x = Factible técnicamente. (x) = Tecnología más económica.

Gráfico 20

EJEMPLO DE SELECCION DE PROCESOS EN TRANSPORTE



^a El subíndice de V indica el tonelaje por eje de cada tipo de vehículo. La cifra indicada bajo V corresponde al número hipotético de vehículos/día de este tipo que se requeriría para cumplir con el dato de tránsito.

camino (aunque si en sentido inverso, es decir, el condicionamiento del camino determinaría el tipo de motor apropiado y el consumo de combustible).

La tecnología del camino dependerá del número de vehículos, que a su vez está ligado al tráfico (considerado como dato del proyecto). En un caso general y para varios volúmenes de tráfico, se podría esquematizar esta relación como en el cuadro 13.

A manera de ejemplo se presenta el gráfico 20 para un tráfico dado, indicando en él las características de una carretera: número de pistas, tipo de pavimento y alternativas de geometría (gradientes y radios de curvatura).

Ese gráfico muestra que sólo serían factibles algunas de las posibles combinaciones. Así, por ejemplo, V_5 y P_1 no serían compatibles, porque V representa un número de vehículos muy superior al que podría transitar adecuadamente por una carretera de una sola pista.

Este tipo de diagramas —aun siendo muy ilustrativo— tiene el inconveniente de no mostrar con claridad las combinaciones que realmente deben descartarse. En él, por ejemplo, podría darse el caso que la secuencia $T V_5 P_2 G_2 G$ no fuera factible por incompatibilidad entre P_2 y G_2 . Sin embargo, como las otras secuencias que pasan por P_2 (a saber: $T V_7 P_2 G_2 G$ y $T V_{10} P_2 G_2 G$) no eliminan la conexión $P_2 G_2$, no es posible mostrar la impracticabilidad de la primera secuencia nombrada.

Por esta razón se ha replanteado este problema utilizando esta vez, no una red, sino un diagrama arborescente. (Véase el gráfico 21, correspondiente a un ejemplo que no reproduce los datos de la red anterior.)

Con la simple observación del gráfico 21 es posible deducir algunas conclusiones. Así, por ejemplo, en las ramas V_{10} y V_{15} se pueden eliminar las alternativas que pasan por P_4 ya que se obtendrá el mismo servicio de transporte que en las ramas que pasan por P_2 , siendo P_2 más económico que P_4 .

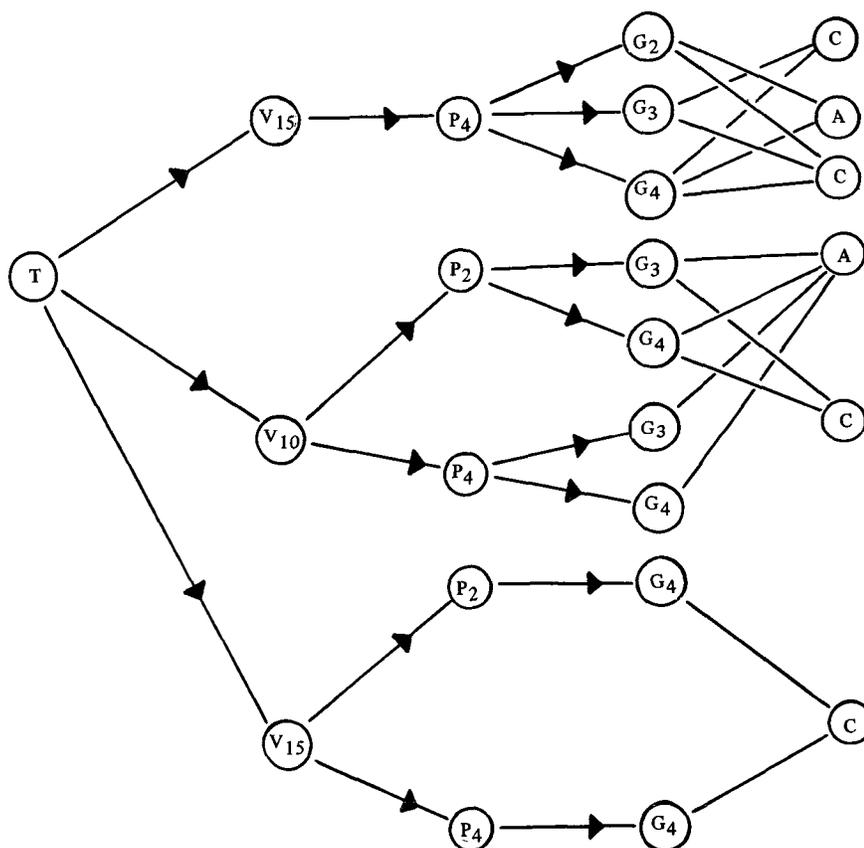
Con el mismo criterio se pueden eliminar ciertas alternativas de geometría. Así, en la rama de V_5 se prescindiría de G_2 , prácticamente igual a las otras trayectorias pero que no incluye la alternativa de superficie de rodado más económica ($G =$ grava), por lo que el análisis se limitaría a las dos restantes alternativas, G_3 y G_4 . El diagrama arborescente quedaría entonces reducido. (Véase el gráfico 22.)

Se podrá ir más lejos aún en el análisis de alternativas geométricas, convirtiendo éstas en largos virtuales¹⁵ para su más fácil comparación. Luego se intentaría eliminar alternativas de superficies de rodado, para lo cual habría que considerar —junto a la inversión inicial— los

¹⁵ El largo virtual corresponde al largo total de la carretera, corregido por las pendientes y curvas.

Gráfico 21

DIAGRAMA ARBORESCENTE PARA LA SELECCION DE PROCESOS
EN UN PROYECTO DE TRANSPORTE

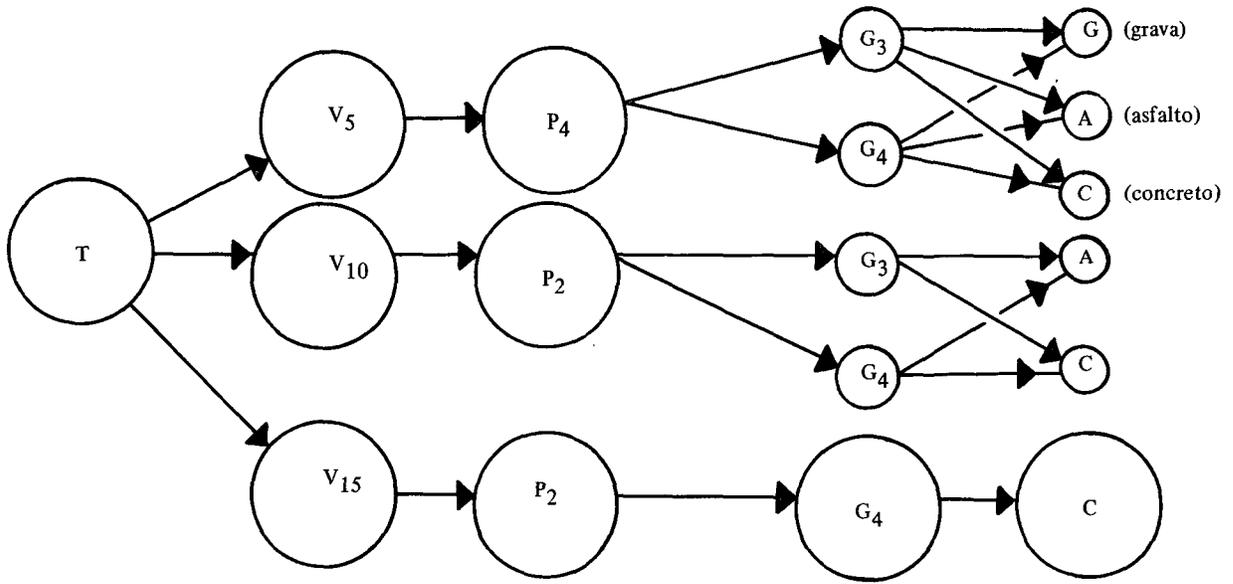


siguientes factores del costo de cada una de ellas: costo de mantención del vehículo, costo de mantención de la carretera y gastos de operación.

El planteamiento anterior permite al menos una aproximación pragmática para definir el concepto de proceso y luego incorporarlo al análisis de proyectos de transporte.

Gráfico 22

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL DIAGRAMA ARBORESCENTE



h) Separación entre obra física y procesos

Como consecuencia de los ejemplos presentados, parece legítimo plantear ciertas dudas sobre la existencia de diferencias reales entre el tratamiento de los procesos y las alternativas de obra física. ¿Qué elementos de la “función infraestructura” deberían ser examinados en el análisis de proceso y cuáles otros deberían dejarse para el análisis posterior de obra física?

Es lícito hacerse esta reflexión, pues si se consideran como alternativa de proceso de infraestructura aquella parte de la función de producción del “servicio de transporte” que reúne todos los factores que afectan la obra física, deberán incluirse en el análisis de proceso aquellos elementos que normalmente son considerados como obra física. Es importante recordar aquí que cuando se trató el análisis de alternativas en los proyectos industriales quedó en duda la posibilidad de tratar la obra física de manera diferente en los proyectos de infraestructura física. Es innegable la mayor importancia que adquiere la obra física en este tipo de proyectos. Dicha duda plantea los siguientes caminos alternativos:

- Redefinir o buscar una definición de obra física que sea aplicable a todos los tipos de proyectos;
- Definir dentro de cada tipo de proyectos cuál es el concepto más apropiado de obra física;
- Suprimir el concepto de obra física como elemento de análisis en el estudio de alternativas y centrar el estudio en torno a la función de producción.

Caerían dentro de la categoría de obra física aquellos elementos físicos de la “función infraestructura” que no alteran visiblemente la calidad del servicio, que no condicionan al vehículo ni son a su vez condicionados por este último. Tal sería el caso de una carretera pavimentada cuya superficie de rodado pudiera hacerse indiferentemente en asfalto o en hormigón (siempre que no existieran restricciones institucionales o de insumos en oposición a algunas de estas alternativas). El asfalto tiene menor costo inicial, pero sus costos de mantenimiento suben rápidamente con el aumento de tráfico; en cambio el concreto es de alto costo inicial y sus costos de mantenimiento aumentan lentamente en relación al aumento de tráfico. (Se prescinde de algunas características difícilmente cuantificables, como la comodidad del tránsito, la seguridad de no encontrar un pavimento defectuoso en forma imprevisible, etc.)

El gráfico 23 ilustra la comparación entre asfalto y concreto con relación al costo total/tráfico proyectado.

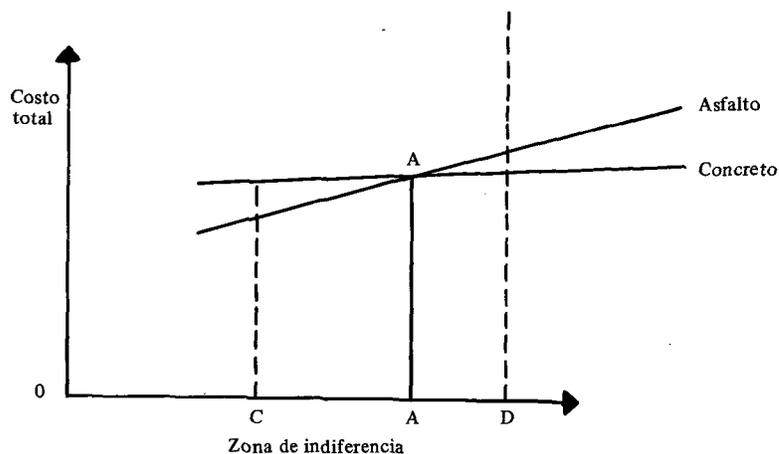
Para un tráfico menor que A, el costo total de la carretera de asfalto (inversión inicial y mantenimiento) es más bajo que el de la carretera de concreto. Para tráficos superiores a A, la carretera de concreto pasaría a ser la alternativa más económica. Como el punto A no puede ser definido con exactitud, se presenta en su lugar una “zona de indiferencia” (CD en el gráfico) en la que cualquiera de las dos alternativas daría costos totales semejantes.

Planteado en estos términos el problema de elegir entre concreto y asfalto habría que buscar su solución antes de llegar al proyecto de ingeniería pues en el cálculo de los costos (con los cuales se definen las curvas de costo-tráfico) jugaría un papel muy importante el costo del capital. Sería necesario entonces analizar una familia de curvas para cada una de las alternativas. Estas familias quedarían definidas por las diferentes tasas de interés que pudieran considerarse en el proyecto.

Tanto estas consideraciones como el análisis del proceso que se hizo en páginas anteriores han llevado finalmente a proponer, en el caso de caminos, que los elementos de la función de producción del servicio de transporte que deben tomarse en cuenta en el estudio del proceso sean los siguientes: vehículo, número de pistas y geometría (gradientes y radios de curvatura).

Gráfico 23

COMPARACION ENTRE ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION DE LA VIA



Las alternativas de superficie de rodado corresponderían al estudio de las obras físicas, pero su análisis se dividirá en dos partes:

a) Análisis agregado de costos, que permita elegir entre alternativas de proceso ligadas a opciones de pavimentos, análisis que se realizaría junto al estudio de procesos;

b) Análisis detallado de todos los elementos del costo, restricciones de insumos, institucionales, etc. relacionadas con los distintos tipos de pavimentos, análisis que se realizaría al estudiar las alternativas de obra física.¹⁶

Hay asimismo dos grandes diferencias en el tratamiento de procesos y obra física en los proyectos de infraestructura tal como se hace en los proyectos de transportes y en los proyectos industriales, a saber:

– La elección entre procesos en el caso industrial prescinde de la obra física, mientras que en el caso de los transportes la obra física intervendría, aunque en forma parcial y dentro de un análisis muy agregado.

– El producto de un proyecto industrial es un dato muy específico, de tal forma que el hecho de considerar sus características como dato fijo del problema deja libertad para seleccionar entre diferentes procesos utilizando criterios que, partiendo de estas especificaciones, sean traducibles en costos; en el proyecto de transporte, en cambio es menos rígido el “producto”, considerando como tal el servicio de transporte. Sus especificaciones suelen tener un margen de holgura mucho mayor, lo que permite utilizar otros criterios que no son fácilmente cuantificables (seguridad, comodidad, acceso permanente, etc.).¹⁷

i) Localización

Si el problema del transporte se plantea como la necesidad de satisfacer el tráfico potencial entre dos puntos dados A y B, el de la localización se reduciría para el “proyectista” al de estudiar las posibles vías de unión entre ambos puntos. También puede ocurrir que si la posición geográfica de los puntos dados del problema requiriera como alternativa de medios de transporte combinados en serie (por ejemplo: ferrocarril-puerto, vía marítima-puerto-carretera, etc.), surja el problema de localizar los puntos intermedios de cambio.

En ciertos casos las alternativas de trazado podrían hacer que variara el tráfico servido por el proyecto. Así ocurre, en especial, cuando se trata de proyectos carreteros o ferroviarios que permitieran servir no sólo el tráfico entre A y B sino también el tráfico intermedio.

Los temas que surgen en el estudio de localización pueden ser: alternativas dadas por las características físicas, alternativas dadas por razones institucionales (geopolíticas, de seguridad, etc.) o alternativas de servicio de tráfico intermedios. Estas últimas son muy importantes. En el caso de que alguna de las exigencias alternativas de tráfico intermedio llegara a modificar hacia atrás las alternativas ya estudiadas

¹⁶ La superficie de rodado no es el único elemento de obra física que deberá examinarse. Habrá que examinar también elementos tales como accesos, iluminación, guardavías, alcantarillas, diseños y materiales de las obras de arte, etc.

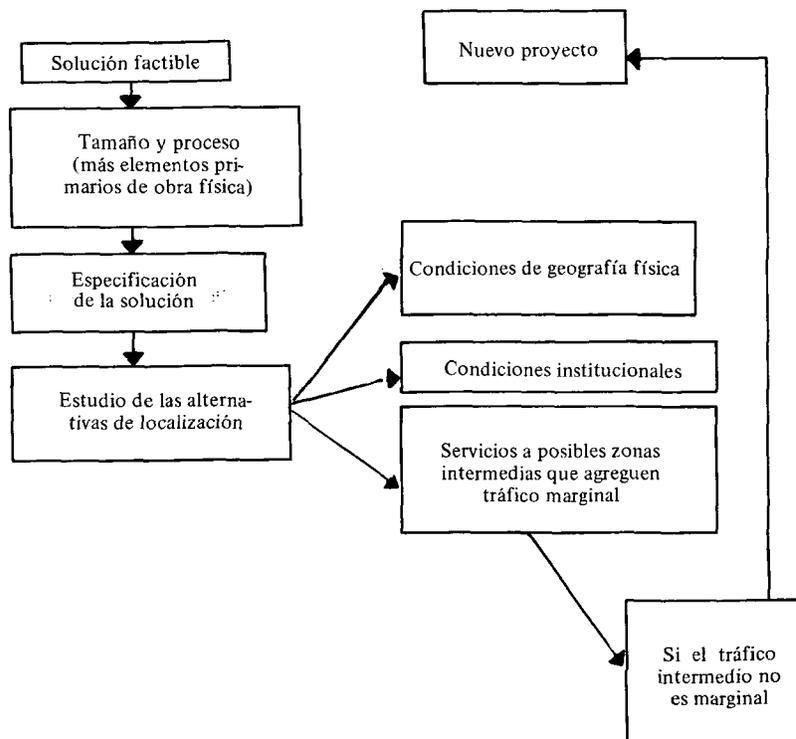
¹⁷ Como esta diferencia no se da sólo entre proyectos industriales y de transporte, cabría ampliar su ámbito, agrupando de un lado los proyectos productores de bienes y del otro los proyectos productores de servicios.

de tamaño y proceso, habría que considerar planteado un *nuevo proyecto*, distinto al de suministrar servicio de transporte entre A y B, que consistiría en suministrar dicho servicio, *más el transporte generado por las zonas intermedias*.

Esquemáticamente el problema de localización dentro del proyecto se podría representar como muestra el gráfico 24.

Gráfico 24

PROYECTOS DE TRANSPORTE: ANALISIS DE LOCALIZACION



En el caso particular de las “vías con continuidad”,¹⁸ el trazado estaría determinado por los siguientes elementos:

¹⁸ Se denominan “vías con continuidad” las que, como las carreteras, se van transformando y mejorando partiendo de un trazado y una orientación preexistente.

- Especificaciones técnicas de la solución (ancho de la vía, geometría, capacidad de soporte, posible tipo de pavimento, etc.)
- Condiciones físicas del terreno
- Servicio de puntos intermedios
- Razones institucionales
- Economías externas, entendiéndose como tales las dimanadas de la existencia de caminos u obras auxiliares utilizables como parte integrante de la nueva infraestructura.

Frente al problema de localización que presentan las “vías con continuidad”, es preciso examinar la localización de los terminales. Respecto a éstos serían aplicables, en general, las mismas condiciones que para las vías de comunicación. Es necesario tomar en cuenta ciertas peculiaridades, como el área (teórica) dentro del cual sería económico el acceso al terminal. Se trata de un factor bastante notorio en el caso de los aeropuertos, donde la condición de ciertas distancias medias (alrededor de los 300 km), podría invalidar las ventajas del transporte aéreo frente a otras alternativas terrestres.

La existencia de determinadas economías externas, (por ejemplo: talleres de reparaciones especializados) condicionaría la ubicación de un terminal aéreo. También podría ser un elemento condicionante a este respecto la existencia de un centro meteorológico o de medios de comunicación telefónicos y radiales.

Las razones institucionales parecen limitar asimismo el problema de localización de terminales, especialmente en lo que se refiere a los efectos negativos sobre las ciudades (ruidos en el caso de la aviación, humo en algunas alternativas ferroviarias, contaminación de aguas en los puertos cercanos a los balnearios). El carácter de estas razones institucionales es diferente al de las especificaciones técnicas.

j) Alternativas de obra física

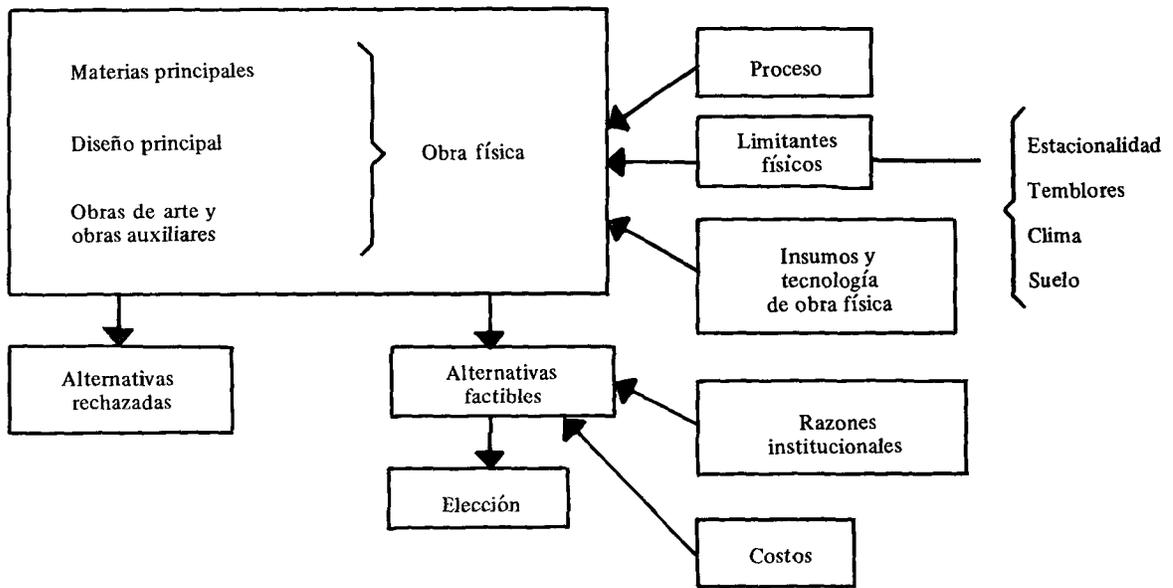
Para examinar este problema en el campo de los proyectos de transporte, se utilizó el mismo diagrama de condicionante que en los proyectos industriales. (Véase el gráfico 25.) Dicho diagrama es aplicable en su totalidad a los proyectos de transporte, incluso más que a los proyectos industriales, dada la importancia que en aquéllos tiene la obra física. A las obras auxiliares, se han agregado las obras de arte (puentes, alcantarillas, etc.) por su significación en este tipo de proyectos.

Algunas restricciones que pueden plantearse con respecto a este aspecto del proyecto de transporte son las siguientes:

i) Restricciones de insumos: En el análisis de proceso puede haberse llegado a una solución favorable a construir una carretera con pavimento de concreto. Sin embargo, si en el análisis de la obra física se detecta una gran escasez de agregados pétreos en toda la zona desde donde su transporte sería económicamente factible para la obra proyectada, tal vez se resolviera abandonar esa alternativa con motivo del cálculo de costos.

Gráfico 25

ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE OBRA FISICA

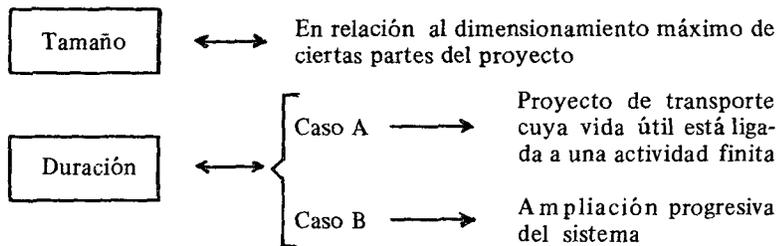


ii) *Restricciones tecnológicas:* El uso de concreto precomprimido, la técnica de construcción de puentes colgantes, etc., pueden aconsejar que sean desechadas ciertas formas de obra física que condicionan el proceso.

iii) *Condición de durabilidad:* Es otro elemento que podría restringir el diseño de la obra física, pero en cada caso debe ser calificado. Así, por ejemplo, si se trata de construir un camino para alimentar una faena de construcción por tiempo limitado (cinco o seis años) y si la utilización posterior de ese camino será prácticamente nula, habrá que considerar esta circunstancia en el diseño, utilizando materiales que puedan prestar el servicio sin ser de larga duración o proyectando obras de arte desarmables o cuyos materiales puedan ser recuperados (puentes desarmables de acero). También puede plantearse el problema en el otro sentido, es decir, con referencia a proyectos de larga duración. En estos casos debe tenerse en cuenta que hoy no existen carpetas de rodado que duren más de treinta años (tal sería el horizonte previsible más lejano). Puede tratarse de ciertas obras que se ampliarán en el futuro, pero sin saber exactamente cuándo será necesario hacerlo (o cuándo se dispondrá de los recursos) ni el tamaño de la ampliación. Ciertas soluciones son muy rígidas en su diseño y difícilmente ampliables. En este caso se encuentran los puentes colgantes, ciertos puentes de concreto, etc.

Este tipo de análisis es aplicable a determinadas obras de arte en los transportes, pues en tales obras se puede proyectar a sabiendas "cuellos de botella" (por ejemplo: puentes de una vía en carreteras de doble vía). En estos casos se considera que el entorpecimiento de un tramo de la obra durante un cierto período de su ocupación no causa serios inconvenientes frente a las economías que arroja. El mismo criterio se utiliza al proyectar una carretera para el tráfico previsto durante veinte años, mientras que las obras de arte se han diseñado para el tráfico previsto dentro de los próximos cinco años. En cualquiera de estos casos habrá que elegir un diseño de obra física que permita realizar las ampliaciones cuando se estimen necesarias.

Se agregan entonces dos nuevos condicionantes al diagrama del gráfico 25, así:



iv) *Aspectos de la obsolescencia:* Se trata del caso en que el diseño adoptado en el proyecto puede ser rechazado por un avance tecnológico no previsible antes del término de su vida útil.

Como ejemplo puede citarse el cambio de un ferrocarril a vapor por un medio más moderno de propulsión. Hay, en este caso dos alternativas factibles: la electrificación o la conversión a diesel. La primera requiere serios cambios en la infraestructura, mientras que en la segunda los cambios se concentran sobre todo en el vehículo y en los talleres. Supóngase que la electrificación presenta ventajas sobre el diesel. Sin embargo, cabría argumentar que los cambios tecnológicos son muy rápidos en los ferrocarriles y que probablemente se tornarían obsoletos muy pronto. Más aún, es previsible que la infraestructura actual de los dos sistemas citados no será aprovechable en los trenes del futuro.

Frente a estos argumentos sería razonable optar por la alternativa que requiere menos modificaciones en la infraestructura: el cambio de vapor a diesel. Sin embargo, si al cabo de diez años los nuevos trenes continúan todavía en su fase experimental, se habrán perdido las ventajas de la electrificación durante ese período. En buenas cuentas, se ha jugado basándose en la obsolescencia y se ha perdido.¹⁹

k) Alternativas de calendario

El gráfico 26 que resume las condicionantes del calendario, es muy similar al correspondiente del proyecto industrial²⁰ y en torno a él cabe hacer los comentarios que siguen. En el análisis del proyecto el interés del capital durante el período de construcción de la obra juega un papel muy importante.²¹ Constituye un elemento del costo y es omitido tan a menudo, especialmente en obras del sector público, que parece imperativo destacar su importancia.

El vicio de no contabilizar el costo del capital durante el período de la construcción, junto con igualar el “ritmo de financiamiento” en la formulación y evaluación del proyecto, se debe en gran parte a razones de índole política. Así, por ejemplo, es corriente que un determinado gobierno decida iniciar una obra de una inversión muy elevada —que acarreará prestigio político inmediato— sin contar con los recursos necesarios para asegurar un ritmo de financiamiento compatible con los supuestos considerados en la formulación y evaluación del proyecto.

El financiamiento en estos casos se refiere más precisamente al “ritmo de financiamiento”. Supóngase una carretera que puede ser pavimentada en asfalto a un costo de 5 000 ó en concreto a 10 000. El

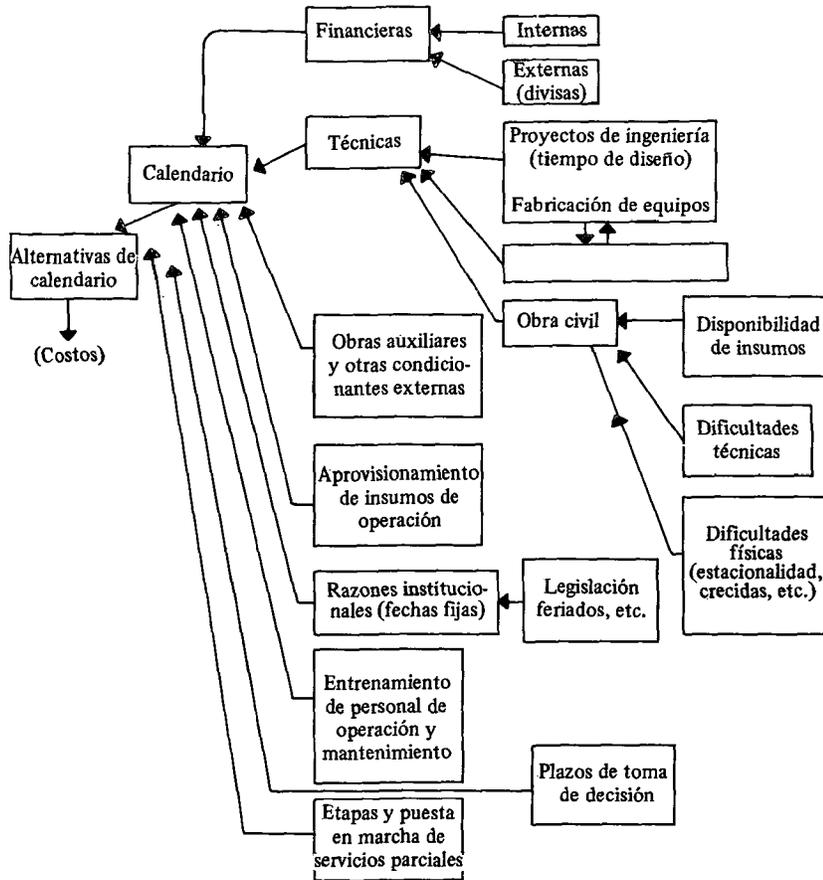
¹⁹ El futuro de los países en desarrollo es mucho más elástico que el de los países desarrollados, por lo que se trabaja con niveles de incertidumbre mucho mayores (especialmente en la previsión de los adelantos tecnológicos).

²⁰ Véase Calderón y Roitman, *op.cit.*, gráfico 16.

²¹ En páginas anteriores se mencionó este hecho con respecto al análisis de alternativas entre pavimentos de concreto y de asfalto.

Gráfico 26

CALENDARIO DESDE EL TERMINO DEL ANTEPROYECTO DEFINITIVO HASTA TERMINAR EL PROYECTO

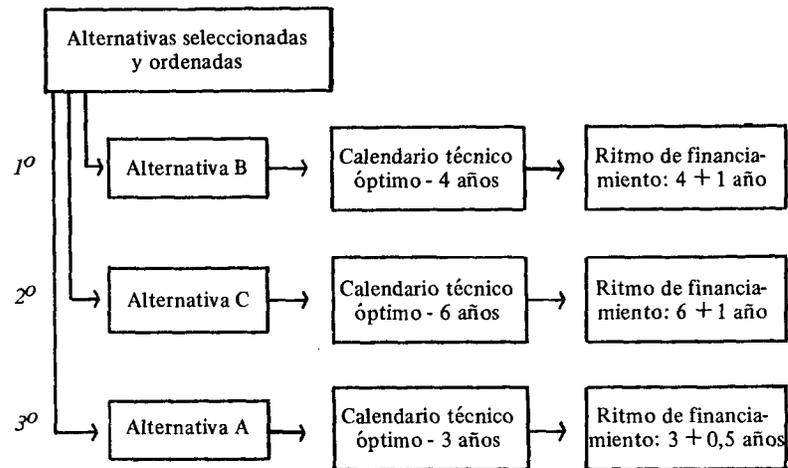


análisis de alternativas puede haber recomendado la pavimentación en concreto; sin embargo, si esta obra dispone de un ritmo de financiamiento, rígido de 1 000 por año, cualquiera que sea el monto total de la inversión, harían falta cinco años para realizar la obra en asfalto y diez para la pavimentación de concreto. En estas condiciones,

si se toma en cuenta el costo del capital durante el período de la construcción es muy probable que la decisión cambie en favor de la alternativa asfáltica.

La relación entre calendario y financiamiento es recíproca: el condicionamiento del calendario sobre el financiamiento representa las exigencias que determinada alternativa plantea a la fuente de financiamiento —en términos de ritmo de financiamiento— para que sean válidos los supuestos que aconsejaron su elección. En otras palabras, una determinada alternativa elegida podrá llevar consigo las exigencias u holguras que se imponen al ritmo de financiamiento, para que su elección u ordenación siga siendo válida.

Por ejemplo:



En el análisis de alternativas (anteriores al calendario) se puede haber supuesto que el financiamiento se dará al "ritmo deseable", lo cual dista de ser realista porque el análisis se ha centrado en la inversión y no en el financiamiento. Como las inversiones en la infraestructura de transportes son cuantiosas, es muy posible que se deba revisar la ubicación del análisis del financiamiento, llevándolo a una fase más temprana dentro de la etapa. Este análisis podría ser como en el cuadro 14, tomando el ritmo de financiamiento como un dato del problema.

Si la alternativa I hubiera sido rechazada porque sus costos de mantención (u) son mayores que los de la alternativa II (w), la evaluación contenida en el cuadro 14, que incluye la renta no percibida, podría cambiar totalmente la decisión.

Cuadro 14

ALGUNOS ELEMENTOS DE ANALISIS FINANCIERO

	<i>Alternativa I</i>	<i>Alternativa II</i>	
Costo de la inversión	A	B	$A < B$
Costo de mantención	u	w	$u > w$
Ritmo de financiamiento anual	a	a	
Tiempo de construcción	$\frac{A}{a} = \alpha$ años	$\frac{B}{a} = \beta$ años	$\alpha < \beta$
Costo anual del capital	x	x	
Renta no percibida	-	$\frac{Bx}{\beta - \alpha}$	

3. El anteproyecto definitivo

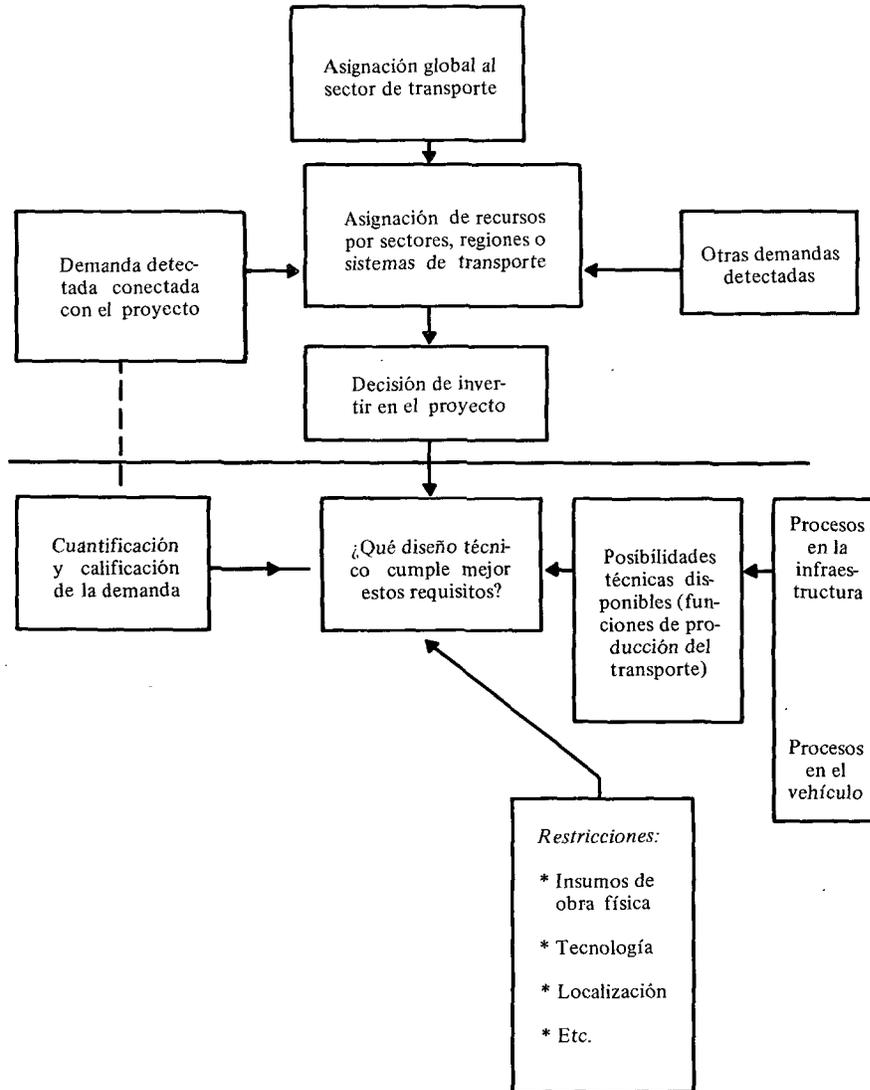
La preparación y el contenido del anteproyecto definitivo es una etapa problemática no sólo en los proyectos de transportes, sino también en los otros proyectos de infraestructura física y tal vez en los de infraestructura social. En efecto, en el planteamiento general se presentó un esquema de tres etapas: identificación de la idea, anteproyecto preliminar y anteproyecto definitivo, que culminaban en la toma de decisión. Después de ésta, se procedía a los diseños finales conducentes a la ejecución del proyecto.

El gráfico 27 muestra un esquema realista de las relaciones entre planificación y proyectos, donde la decisión genérica es tomada *antes* de realizados una serie de análisis que, en la sistematización propuesta, corresponderían en parte al anteproyecto preliminar y en parte al anteproyecto definitivo. Teniéndolo así en cuenta, parecería que en el caso de este tipo de proyectos —no sólo los proyectos de transporte sino los de infraestructura en general— el grado de flexibilidad que requiere la función del proyectista justificaría mantener dos etapas en el análisis del proyecto, entendiendo que no incluyen el diseño final, pero que incluso esta última etapa del diseño final puede contener elementos que según el planteamiento general deberían analizarse en el anteproyecto definitivo.

Esta proposición, que difiere del esquema original, debe ser discutida y evaluada a la luz de las conclusiones a que se llegue después de planteados todos los tipos de proyectos que se ha propuesto analizar.

Gráfico 27

ESQUEMA DE INTERRELACIONES PARA LOS SECTORES DEL TRANSPORTE



4. Los problemas de tarifas

En los proyectos de producción de bienes tratados en este documento se ha descuidado un poco la estimación de los ingresos, aun reconociendo la importancia de su análisis, ya que las formas concretas de llevarlo a cabo no son muy complejas. De hecho, sólo se ha propuesto una clasificación provisional de las distintas alternativas de fijación de precios.²² Cuando se trata de proyectos de producción de servicios —especialmente aquellos que tienden históricamente a ser suministrados por el sector público—, el planteamiento es cualitativamente diferente en lo que se refiere a la estimación de los ingresos, al menos en la medida en que corresponden a algún tipo de “precio” de los servicios.

El problema reside en el contenido del concepto de “precio” aplicado a los servicios. Para evitar equívocos se utilizará provisionalmente el término *tarifa*, aunque no refleje exactamente la idea que se quiere expresar. En la literatura económica es frecuente hablar de precios públicos y precios políticos.

Luigi Einaudi caracteriza el precio público como el precio fijado por el Estado “en forma diversa de la que es propia del mercado libre”. El mismo autor define el precio político como “la compensación, inferior al costo total, pagada por el contribuyente, por un servicio especial y divisible, que se le presta a su demanda, pero satisfaciendo simultáneamente una necesidad indivisible de todos los ciudadanos”.²³

Esta última definición de precio político se acerca bastante al concepto que se quiere expresar a través del término *tarifa*, aunque la calificación de “compensación inferior al costo” no tiene por qué ser una característica necesaria de la *tarifa*. Lo que sí es preciso recalcar, es que la *tarifa* tendrá un tope máximo. “En los precios públicos, el Estado, cuando vende los servicios del transporte, no puede establecer tarifas superiores a la ventaja que de aquél obtiene el usuario. Lo mismo sucede respecto del precio político, en cuanto tampoco en este caso puede el Estado exigir sumas superiores a la ventaja que el usuario recibe del servicio”.²⁴ En el marco de estas consideraciones se examina a continuación el problema tarifario en los proyectos de transporte.

Tómese como ejemplo el problema clásico del ferrocarril *vs.* carretera. El problema surge de la dificultad de establecer un sistema de tarifas —en ambos medios de transporte— que refleje sus costos reales. Si se estudia un sistema combinado de ferrocarril-carretera en paralelo y se establece una determinada distribución de la carga —de tal forma que

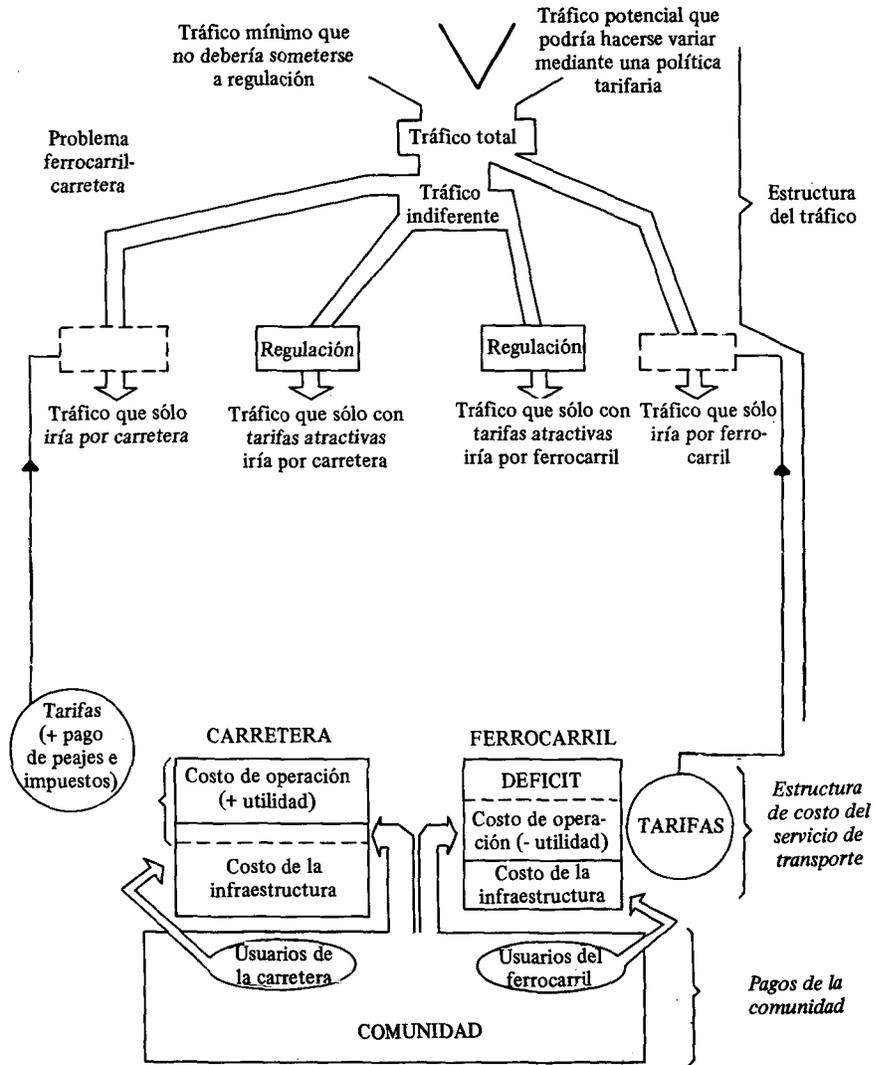
²² Véase Calderón y Roitman, *op.cit.*, pp. 92-93.

²³ Luigi Einaudi, *Principios de hacienda pública*, trad. por J. Algarra y M. Paredes (Madrid, Aguilar, 1952; tercera edición), pp. 23 y 67.

²⁴ *Ibid.*, p. 70. La referencia al servicio del transporte puede extenderse a la prestación de otros servicios.

Gráfico 28

RELACIONES ENTRE SISTEMAS DE TRANSPORTE



los costos resultantes para la comunidad sean los más bajos—, debería existir libertad para variar las tarifas a fin de asegurar la deseada distribución de la carga. Si no existiera esa libertad, el tráfico de carga previsto se distorsionaría hacia el lado de las tarifas más convenientes para los usuarios, que no siempre serían las de mayor beneficio para la comunidad.

Un ejemplo típico es el caso del ferrocarril chileno frente a la carretera longitudinal. Al principio había un ferrocarril eficiente en paralelo con una carretera sin pavimentar. Se planteó luego el dilema de si convendría más mejorar el ferrocarril, eliminando los ramales ineficientes que serían reemplazados por carreteras pavimentadas de alimentación al ferrocarril y postergando la pavimentación del camino longitudinal, o si sería preferible pavimentar este último, sin mejorar el sistema ferroviario. El problema no fue analizado en su conjunto y se resolvió pavimentar el camino longitudinal. La presión de los agricultores se volcó más tarde a la pavimentación de los ramales de la carretera, postergando más aún el ferrocarril.

El problema ferrocarril-carretera (u otra combinación de medios de transporte) se presenta al “proyectista” como un juego de variables, que no son independientes entre sí y cuya variación está a su vez restringida por condiciones que no puede controlar. Así, por ejemplo, el tráfico total podría considerarse constituido por: *a)* un tráfico mínimo deseable, cuyo volumen no se aumentaría mediante tarifas más atractivas ni se disminuiría mediante tarifas más altas, constituyéndose así en un dato para el proyectista, y *b)* un tráfico potencial regulable (que debería ser manejado teóricamente por el proyectista). En la práctica, sin embargo, la regulación del sistema tarifario escapa al campo de acción del proyectista y constituye una restricción adicional del problema. De esa forma, la única distribución de tráfico posible —ante la existencia en paralelo de carretera y ferrocarril— sería la resultante permitida por las tarifas vigentes y por la nueva infraestructura o por el servicio de transporte mejorado.

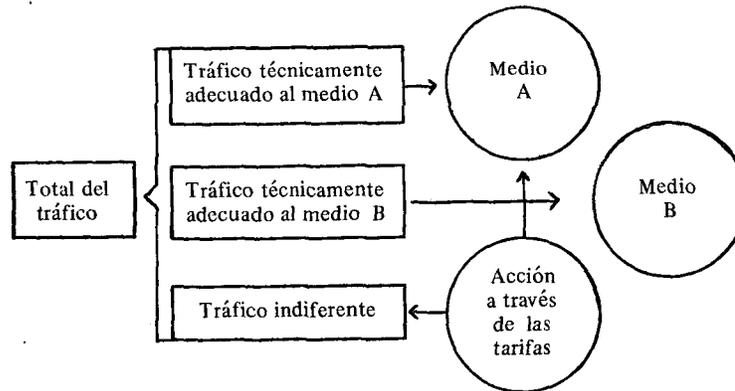
Esta manera de ver el problema impediría elegir el sistema combinado ferrocarril-carretera que represente los costos sociales mínimos, esto es, la suma de los pagos realizados por los usuarios de ambos servicios (tanto en tarifas como en impuestos directos), más los pagos indirectos —vía impuestos— que realiza toda la comunidad (incluidos los usuarios del servicio de que se trata). A este balance habría que agregar en alguna forma los efectos sobre el área afectada.

Tales relaciones aparecen en el gráfico 28. Según él, si fuera posible establecer una regulación por tarifas, ésta sólo repercutiría en aquella parte del tráfico —denominado aquí tráfico indiferente— que podría utilizar tanto el ferrocarril como la carretera. Esta situación haría ser muy cuidadosos en el uso indiscriminado de tarifas, ya que si se aplica al ferrocarril por ejemplo, una regulación de este tipo podría tener dos tipos de efectos:

	<i>Restricciones</i>	<i>Consecuencias</i>
Restricción a todo el tráfico ferroviario	a) Restricción al tráfico que sólo utilizaría el ferrocarril	Pérdida de oferta total del sistema
	b) Restricción al tráfico indiferente	Probable transferencia a la carretera

Si el efecto perseguido se reduce a controlar el tráfico indiferente habría que valerse de tarifas discriminadas.

El problema queda entonces planteado —aunque no resuelto— como la forma de proporcionar (utilizando las tarifas) una oferta adecuada a la demanda que represente el mínimo costo social. En esta forma el diseño técnico sería función por una parte del costo social y por otra parte de la demanda traducible en tarifas. Tal dualidad implicará necesariamente que al fijar las tarifas como dato del problema, el mínimo costo social absoluto no puede plantearse como meta del proyecto. Habrá que reducir al mínimo, en cambio, el costo social compatible con ese esquema de tarifas, que a su vez puede distar mucho del mínimo social absoluto.



No actuar de esa manera puede dar como resultado una incompatibilidad entre la oferta del diseño del proyecto y la reacción de la demanda. En otras palabras, si se ha diseñado un sistema carretera-ferrocarril, con 60 por ciento del tráfico para el ferrocarril y 40 por ciento para la carretera (cuyo diseño físico haya sido realizado para obtener el costo social mínimo absoluto, pero no considerando en la proyección de ese tráfico total la acción de las tarifas), es probable que la "demanda indiferente" —que puede optar entre ferrocarril y carretera— se vuelque hacia esta última produciendo una saturación vial y un déficit en el ferrocarril. Esta situación produciría a su vez —si se

quiere que el sistema siga operando— un aumento del costo social por subsidios al ferrocarril y deficiencias en el servicio carretero por saturación.

Generalizando el problema, ¿cómo distribuir un determinado tráfico entre diversos medios de transporte? ¿Es éste realmente el campo del proyectista?

El planteamiento teórico del caso carretera-ferrocarril permite visualizar los parámetros que condicionan la acción del proyectista. De entenderlo así, habría que buscar formas de restringir el problema al tráfico indiferente.

En la práctica es difícil alcanzar semejante racionalidad. Puede citarse como ejemplo el caso de las tarifas ferroviarias, cuando éstas se fijan en función del precio de los productos transportados, con el propósito de subsidiar el transporte de productos baratos (generalmente de consumo difundido). Esta medida, aparentemente racional, hace que el transporte de productos de alto costo sea a su vez muy alto por ferrocarril, obligándolos a recurrir a la carretera. El contrasentido de esta política es quitar al ferrocarril la carga de alto valor que permitiría financiar su operación, reduciéndolo a la carga subsidiada por medio de las tarifas.

Capítulo V

PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA ENERGETICA

A. DEFINICION Y CLASIFICACION

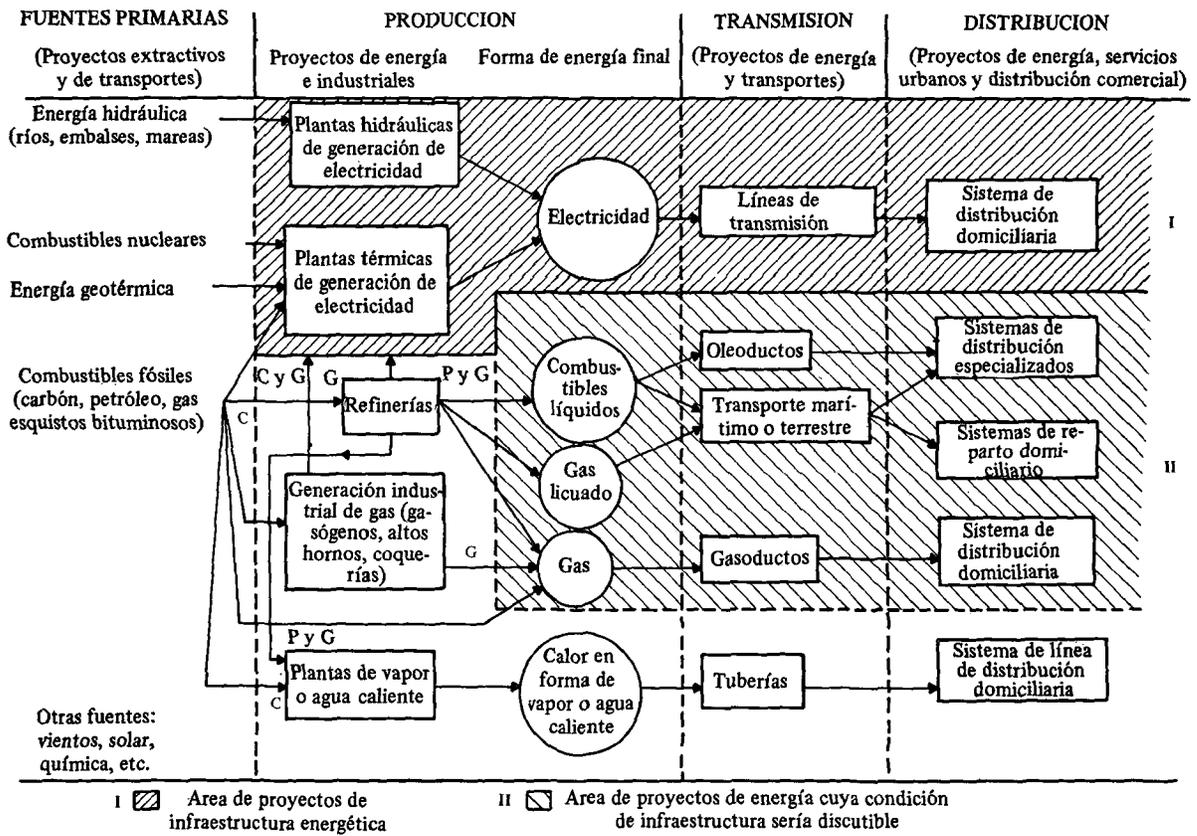
En este grupo se considerarán aquellos proyectos de infraestructura¹ cuyos resultados corresponden a variaciones positivas en la oferta de cualquier forma de energía, ya sea en cantidad, calidad o costos.

Las diversas formas de energía —desde su origen hasta su destino final— suelen experimentar tres procesos sucesivos perfectamente diferenciados: producción, transmisión y distribución. El primero de ellos corresponde a la etapa de transformación de insumos hasta llegar a una forma comercial de energía transportable; la transmisión equivale al transporte de energía entre dos puntos determinados, y la distribución corresponde al sistema de reparto y entrega de energía desde un punto central de recepción a un número grande de consumidores finales. (Véase el gráfico 29.) Visto así el tema energético, fraccionado en estas tres etapas, se comprende que sólo algunos de los proyectos que se originan en la producción, transmisión o distribución corresponden estrictamente al concepto de infraestructura. Así, por ejemplo, muchos casos de producción dan origen a proyectos industriales, pero algunos de transmisión e incluso de distribución pueden asimilarse a proyectos especializados de transporte.

Del gráfico 29 se desprende que los únicos proyectos que corresponden en todas sus etapas al concepto de infraestructura, son los de energía eléctrica. En efecto, la etapa de producción (elaboración) de fuentes primarias tales como el petróleo, el carbón y los esquistos bituminosos, para obtener productos tales como combustibles líquidos y gas natural, se asimila al esquema de proyectos industriales, por reunir todas las características del mismo. Las etapas de transmisión y distribución en los proyectos de combustibles, especialmente combustibles líquidos, se asimilan a proyectos de transportes de un bien o a proyectos de servicios comerciales. El suministro de calor a distritos urbanos en forma de agua caliente o de vapor, cae dentro del campo de los proyectos urbanos. Una posible excepción serían los proyectos de distribución de gas por cañerías. Aunque no se trata estrictamente de infraestructura, su similitud con los sistemas de distribución de energía

¹ Recuérdense las características de los proyectos de infraestructura, anotados al principio de este cuaderno: *i)* condición de prerequisite, *ii)* independencia respecto a cualquier otra infraestructura anterior, *iii)* permanencia, *iv)* libre acceso, *v)* carácter de servicio público, *vi)* que produce un bien o servicio o habilita para la prestación de un servicio correspondiente a una actividad de infraestructura, *vii)* insustituibilidad por importación.

CUADRO 27. CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS DE ENERGIA



eléctrica los haría asimilables a estos últimos. Es decir, que si bien es posible una extensa clasificación de proyectos de energía, ya sea partiendo de diferentes fuentes primarias o según las etapas del proceso de producción, transmisión y distribución de energía, muchos de estos proyectos pueden ser formulados como si fueran de transporte, de producción de bienes industriales, o de prestación de servicios.

Parece claro, en suma, que son los proyectos de energía eléctrica los que deben ser considerados como proyectos tipo de infraestructura energética. A los efectos de este análisis se definirán como tales los proyectos que comprenden generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, —en forma separada o en combinaciones de estas etapas y también en partes o proporciones de ellas— que den como resultado variaciones positivas de oferta de energía en términos de cantidad, calidad o costos.

B. CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS DE ENERGIA ELECTRICA

1. Tipología y definición

Los proyectos de energía eléctrica pueden clasificarse en tres tipos básicos: de generación, de transmisión y de distribución. En la práctica estos tipos básicos pueden presentarse aislados o en las siguientes combinaciones: *a)* generación, transmisión y distribución; *b)* generación y transmisión; *c)* transmisión y distribución, y *d)* generación y distribución.

Los tres tipos básicos se dan aislados en las siguientes situaciones:

Generación sola. Se presenta al analizar la necesidad de agregar una nueva unidad generadora en una planta ya existente, conectada a una red de transmisión y distribución capaz de admitir esta oferta adicional. Corresponde también al cambio de una fuente de energía por otra (por ejemplo: sustitución de una central térmica a carbón por otra central a petróleo o a gas natural).

Transmisión sola. Se presenta en los casos de interconexión de sistemas existentes o para llegar a una zona no abastecida (por ejemplo: la interconexión del sistema del gran Buenos Aires con el sistema de Córdoba, o del sistema chileno con el de Mendoza).

Distribución sola. Se presenta cuando las etapas de generación y transmisión han sido sobredimensionadas previendo el aumento de la demanda, sin haber realizado aún los circuitos finales de distribución (el anillo periférico de distribución primaria de una metrópoli puede dar origen a una serie de proyectos de distribución correspondientes a nuevos barrios periféricos). Este mismo problema se presenta en las poblaciones localizadas justamente al lado de una central eléctrica construida para servir a un mercado varias veces mayor, en cuyo caso la transmisión a estas poblaciones no sería necesaria.

2. Proyectos como integrantes de un sistema

Aunque el concepto de sistema está implícito en el proceso de formulación de proyectos, la existencia de conjuntos de actividades

productivas que actúan ligadas estrechamente por una fuerte interacción de sus elementos hace necesario hacer explícitas estas relaciones. Tal es el caso de las actividades de transporte y también el de las actividades relacionadas con el suministro de energía eléctrica.

Actualmente no es posible concebir una infraestructura eléctrica como un mosaico de partes que actúan independientemente unas de otras. El conjunto, formado por unidades generadoras, redes de transmisión y de distribución, constituye un sistema cuyo comportamiento global es sensible a las variaciones de cada uno de sus elementos y, a su vez, cada parte es también afectada por las alteraciones de los otros componentes.²

En esta forma, las modificaciones y el crecimiento del conjunto dan origen a proyectos fuertemente dependientes de las características propias del sistema. El “proyectista” debe moverse entonces dentro de las restricciones que imponga el sistema y no puede contar con los grados de libertad propios de los demás tipos de proyectos. Incluso las restricciones de tipo nacional, líneas de política o directivas de planificación –denominadas “razones institucionales” en el esquema general de formulación de proyectos– llegan en este caso al proyectista sólo después de haber pasado el filtro del centro de decisiones del sistema.³

Los proyectos de generación, transmisión y distribución aisladas físicamente del sistema constituyen una excepción y no se realizan sino en zonas de consumo restringidas y muy aisladas. En todo caso estarían vinculadas al resto de la infraestructura energética si se adoptara un programa coordinado de tarifas.

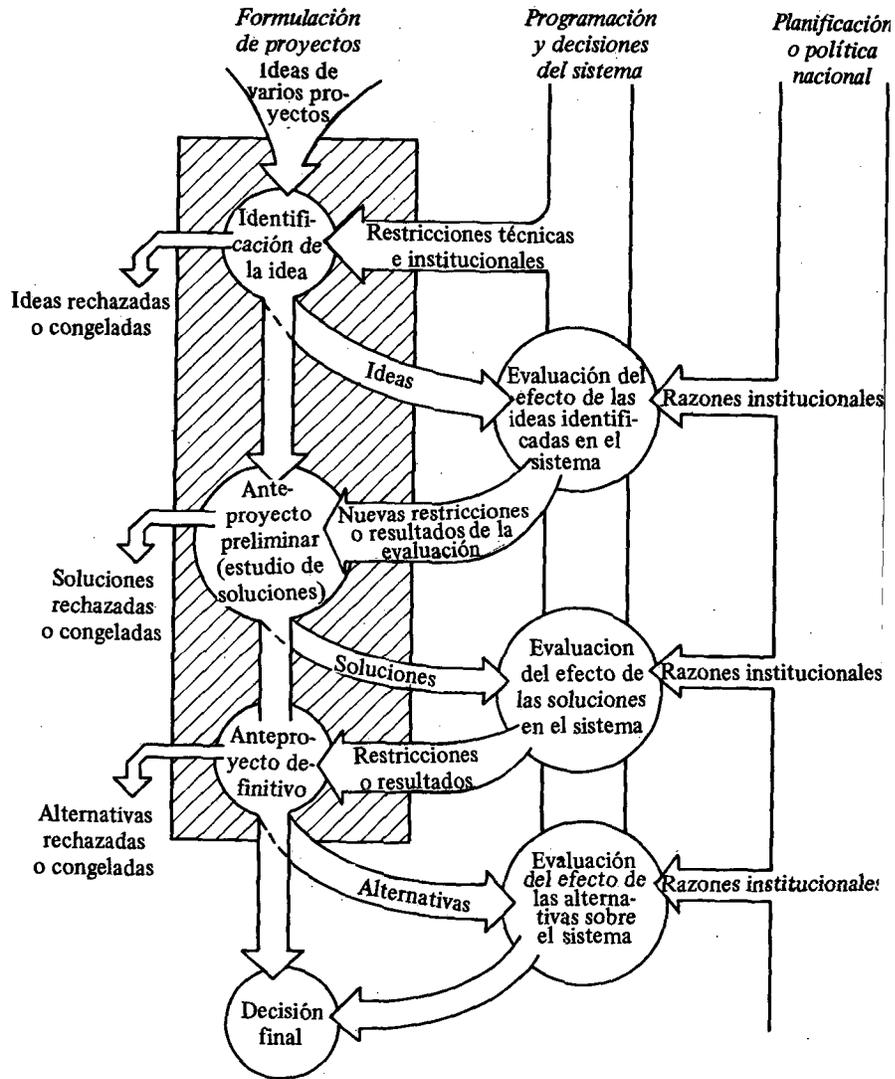
Las relaciones entre el proyectista, el sistema y las medidas de política nacional pueden verse en el gráfico 30.

² Si bien es cierto que el concepto de sistemas es aplicable a todas las actividades económicas y sociales, las formas y relaciones de producción de ciertos sectores hacen problemática la utilización práctica del concepto. Así, en el caso industrial, por ejemplo, el concepto de sistemas podría abarcar una rama completa o un proceso vertical de producción. En realidad, la mayor parte de los países latinoamericanos tienen dificultades prácticas para manejar coordinadamente los proyectos industriales en cuanto parten de un sistema, porque las decisiones, tratándose de proyectos, pueden o no tomar en cuenta ese marco, dada la relativa autonomía con que se manejan. Algo similar sucede en el sector agrícola o el minero. La situación es diferente para la producción de energía o para el servicio de transportes o comunicaciones. La existencia de un centro de decisión –o a lo sumo un número limitado y por lo tanto coordinable de centros que se encuentran generalmente en el sector público– facilita en la práctica la toma de consideración del sistema, al tratar cada uno de los proyectos de inversión.

³ En general es posible considerar un centro de decisiones único para el “sistema”, apoyado por un conveniente sistema de planificación interno del propio sistema, el cual estará vinculado a los centros de decisión nacional para alcanzar soluciones que conjugan en la mejor forma posible las exigencias técnicas y económicas del sistema con las metas nacionales.

Cuadro 30

RELACIONES ENTRE LA FORMULACION DE PROYECTOS Y LA PROGRAMACION DEL SISTEMA: EL CASO DEL SECTOR ENERGIA



3. Grado de libertad de la oferta eléctrica frente a la demanda

El rígido compromiso existente entre el crecimiento de la demanda y la oferta de energía es característica propia de la infraestructura eléctrica. Cualquier otro tipo de infraestructura podría permitir la postergación parcial de la satisfacción de la demanda, pero los trastornos que produciría esa postergación serían intolerables en el caso de la energía eléctrica. De ahí la estrecha relación que debe existir entre la planificación nacional y la programación propia del sistema. En la mayoría de los casos, la responsabilidad de esta relación recae en el sistema eléctrico, el cual debe enfrentarse a líneas de política nacional muy generales o a una planificación muy agregada para determinar las posibilidades de crecimiento de la oferta.

Al tomar en cuenta el tiempo necesario para materializar un aumento de la oferta eléctrica, basado en proyectos de largo período de ejecución —como es el caso de las obras hidroeléctricas—, en la práctica se establece un programa de preinversión propio del sistema, que permite adelantar las tareas de proyectos antes de contar con proyecciones detalladas de la demanda. En otras palabras, para diseñar oportunamente las posibilidades de oferta del sistema se trabaja con información global de la demanda. Es normal por ello que en muchos países los sistemas programen una oferta a diez años plazo y establezcan hipótesis sobre el posible crecimiento a veinte años, aunque en la mayoría de los casos no es posible contar con datos concretos sobre la demanda doméstica ni sobre la demanda de los sectores productivos para tan lejano “horizonte”.

En esos casos se refuerza la tesis de los estudios de preinversión,⁴ y ante un crecimiento real de la demanda hay que contar anticipadamente con cierto número de proyectos, para elegir entre todos los que mejor satisfagan la demanda y cumplan con las restricciones que les impone el sistema al cual deben estar integrados.

4. El problema de las tarifas⁵

El problema tarifario debe considerarse en forma prioritaria al formular los proyectos de energía eléctrica. Se trata de un problema compartido con otros proyectos de infraestructura. El régimen de tarifas de un sistema integrado es complejo debido a la diversidad de costos de producción de las diferentes unidades que lo forman y constituye un marco muy rígido para la operación posterior de los nuevos proyectos que se incorporan al sistema. En algunos casos este condicionamiento

⁴ Véase Calderón y Roitman, *op.cit.*, pp. 30 ss.

⁵ Sobre el significado de las tarifas, véanse los comentarios de John F. Due y Robert W. Clever, *Intermediate economic analysis. Resource allocation, factor pricing and welfare*, 4ª ed., Homewood, Ill., Irwin, 1961.

podría incluso alterar los propósitos originales de política que dieron origen al proyecto.

Esta situación puede ilustrarse con el ejemplo hipotético de un sistema hidráulico en el que se decidiese aumentar la capacidad de generación agregando una unidad térmica para mantener en funcionamiento minas de carbón. Se sabe que esta solución conduce a un costo de producción superior al de una unidad hidroeléctrica adicional, pero no se toman medidas a fin de absorber este mayor costo, ya sea subvencionando las minas de carbón para que el costo de la energía de la empresa eléctrica no se vea afectada, otorgando directamente un subsidio a la empresa eléctrica o permitiendo la modificación de las tarifas vigentes. De no tomarse alguna de estas medidas, es probable que la empresa eléctrica termine usando la nueva unidad térmica como unidad de reserva, para recargar lo menos posible los costos de producción del sistema. En consecuencia, el objetivo nacional de activar las minas de carbón se verá perjudicado y se sacrificará además la óptima utilización del recurso hidráulico.

Estos problemas, que en teoría no parecen muy importantes, lo son en la práctica, ya que la tarifa eléctrica suele ser manejada —o así resulta en definitiva— como un subsidio para una serie de actividades productivas abundantes consumidoras de energía. Es probable que, por una serie de razones plenamente justificadas, muchas de esas actividades requieran ser subsidiadas. Al recibir ese beneficio a través de los mecanismos tarifarios, se está perjudicando la rentabilidad del sistema eléctrico, corriendo el riesgo de distorsionar los estudios de prioridades de las inversiones y haciendo más rígida la disponibilidad directa de excedentes para el sistema eléctrico, lo que puede afectar la realización de nuevas inversiones.

C. ETAPAS EN LA FORMULACION DE LOS PROYECTOS ENERGETICOS

En las páginas siguientes se examina el comportamiento del patrón general de formulación de proyectos frente a las características propias de los proyectos de energía eléctrica.

1. Identificación de la idea

a) Validez de esta etapa en los proyectos de energía eléctrica

En el esquema general de las etapas de un proyecto se estableció, como objetivo general de la identificación de la idea, el correcto planteamiento del problema y la realización de una primera prueba de viabilidad que permita determinar —con un número mínimo de elementos y dentro de un conjunto de ideas poco definidas— una o varias alternativas cuya probabilidad de realización justifique analizarlas más profundamente en una segunda etapa.

Cuando el “proyectista” se enfrenta a un conjunto más o menos heterogéneo de ideas que pueden traducirse en la fabricación de

productos distintos o en la prestación de servicios diferentes, es indudable la necesidad de una etapa como la de identificación, para orientar su acción en torno a aquellas ideas que hayan superado la primera prueba de viabilidad. En la mayoría de los proyectos, las ideas se concretan alrededor de productos o servicios definidos (producir zapatos de determinado tipo, impartir enseñanza de determinado nivel, explotar determinado yacimiento mineral, etc.).

En el caso de los proyectos eléctricos el producto ya está determinado (electricidad de características definidas), por lo que el “proyectista” no se encuentra ante la disyuntiva de ideas alternativas. Siguiendo este razonamiento, como la sola idea de proporcionar servicio de energía no presenta —en el estado actual de la técnica— impedimentos tan serios que impidan encontrar al menos una forma que supere esta primera prueba de viabilidad, podría concluirse que es posible prescindir de la identificación de la idea como etapa separada en la formulación de estos proyectos. No obstante, parece útil mantener la etapa de identificación de la idea en los proyectos energéticos a condición de no fijar como objetivo de esta etapa la comprobación de la viabilidad en las posibles opciones que se presentan al proyectista para dar solución (razonada o intuitiva) a un problema previamente determinado. En el caso de los proyectos de energía cabría distinguir los tipos de situaciones que recoge el cuadro 15.

En dicho cuadro se señalan distintas variantes, que conducen a proyectos diferentes pero que se centran todas alrededor de un mismo objetivo: la forma o manera de poner energía eléctrica a disposición del consumidor (del demandante). Así, en la etapa de identificación de la idea correspondiente a los proyectos eléctricos se determinará la viabilidad de ciertas formas de cumplir ese objetivo, puesto que la idea de proporcionar energía está previamente decidida.

b) Fuentes de ideas y tipos de proyectos

Dentro del planteamiento anterior se pueden señalar seis categorías de fuentes de ideas de proyectos, que a su vez se agrupan en dos tipos distintos según que tengan su origen en la demanda o en la oferta.

Las fuentes de ideas originadas en la demanda son:

- i) Necesidad de desarrollo, regional y sectorial*
- ii) Crecimiento de la demanda*
- iii) Mejoramiento de la calidad del servicio por exigencias de la demanda*

Las fuentes de ideas originadas en la oferta son:

- iv) Existencia de recursos energéticos no aprovechados*
- v) Mejor aprovechamiento de la capacidad existente (por ejemplo, elevando las normas del servicio)*
- vi) Sustitución de una fuente de energía por otra*
 - Para bajar costos (incluyendo economía de divisas)*
 - Para mejorar la calidad de la oferta podría también aparecer como una de las opciones de mejoramiento de la calidad por exigencia de la demanda*

Cuadro 15

ALGUNAS SITUACIONES QUE PUEDEN DAR ORIGEN A PROYECTOS DE ENERGIA

<i>Problema</i>	<i>Posibles causas</i>	<i>Acción correctiva o fuentes de proyectos</i>
A) Incapacidad del sistema para satisfacer la demanda actual o futura	Incremento de la demanda por necesidades del desarrollo (regional y sectorial)	Ampliación del sistema existente, estableciendo su urgencia o sus posibilidades de postergación de acuerdo con las políticas de desarrollo
	Crecimiento vegetativo de la demanda	Ampliación urgente del sistema existente, considerando impostergradable la satisfacción del crecimiento de esta demanda
B) Costos elevados de la energía.	Tamaño; fuente de energía primaria; grado de integración a un sistema más grande; bajo aprovechamiento de la capacidad existente; tipo de transmisión; obsolescencia de equipos; etc.	Bajar costos <ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de una fuente de energía por otra - Ampliación de la red interconectada - Sustitución de equipos
C) Requisitos de calidad del servicio de energía (variaciones de voltaje, frecuencia y continuidad del servicio) incompatibles con las exigencias de la demanda	Grado de tecnificación de los usuarios de la energía e incorporación de equipos o métodos diseñados para operar con una oferta de energía de alta calidad	Mejorar la calidad de la oferta de energía <ul style="list-style-type: none"> Mejor aprovechamiento de la capacidad existente
D) Existencia de recursos energéticos ociosos	Conocimiento de los recursos naturales del país o región	Aprovechamiento de estos recursos con el propósito de integrarlos al sistema, lo que podría exigir la creación de una demanda específica

vii) Oferta anticipada de energía como actividad de fomento (sin demanda conocida)

Tanto los proyectos originados en la demanda como los que se originan en la oferta se presentan en alguna de las combinaciones de generación, transmisión y distribución antes mencionadas. Esta situación se ilustra en los gráficos 31 y 32, que muestran el origen de algunas combinaciones en apariencia poco comunes, como sería el caso de los proyectos de generación más distribución sin contemplar la transmisión. Estos proyectos pueden corresponder a instalaciones totalmente nuevas o a ampliaciones de la infraestructura existente.

c) Elementos de análisis de esta etapa

En el planteamiento general para la preparación de proyectos se consideran los siguientes elementos de análisis para esta etapa:

- i) Tamaño y mercado
- ii) Insumos
- iii) Tecnología
- iv) Monto de la inversión
- v) Marco institucional

Todos esos elementos son aplicables a los proyectos de energía eléctrica, pero deberían agregarse a ellos otros dos que contribuyen a despejar el camino de la identificación de la idea:

- vi) Características de los recursos naturales, topografía, clima, etc. (razones de geografía física)
- vii) Rentabilidad.

El estudio de las características de los recursos naturales se trajo a esta primera parte de la formulación del proyecto por dos razones principales: porque tienen decisiva importancia para la viabilidad de la idea (especialmente en cuanto a los recursos hidráulicos y a las líneas de transmisión) y porque la información necesaria para este análisis suele hallarse disponible como parte de los estudios básicos del sistema, los cuales anteceden a la etapa de identificación de la idea.⁶

Aunque la rentabilidad constituye un indicador muy importante en todas las etapas de la formulación de proyectos, no en todos ellos puede utilizarse en la etapa de la idea, pues no se cuenta en esta fase con información suficiente que permita obtener conclusiones válidas. En los proyectos eléctricos, especialmente en los llamados a formar parte de

⁶ La etapa de identificación y estudio de los recursos naturales debe corresponder a los estudios básicos de preinversión, que pueden ser atribución de un Instituto de Recursos Naturales o de las empresas que operen los sistemas eléctricos. En todo caso son previas a la intervención del "proyectista". Se supone que este conocimiento se ha llevado hasta un nivel general suficiente para la etapa de identificación de la idea. Los estudios más profundos requeridos por los anteproyectos caen dentro del campo del proyectista e incluso del proyecto de ingeniería.

Gráfico 31 PROYECTOS DE ENERGIA QUE SE ORIGINAN EN LA DEMANDA

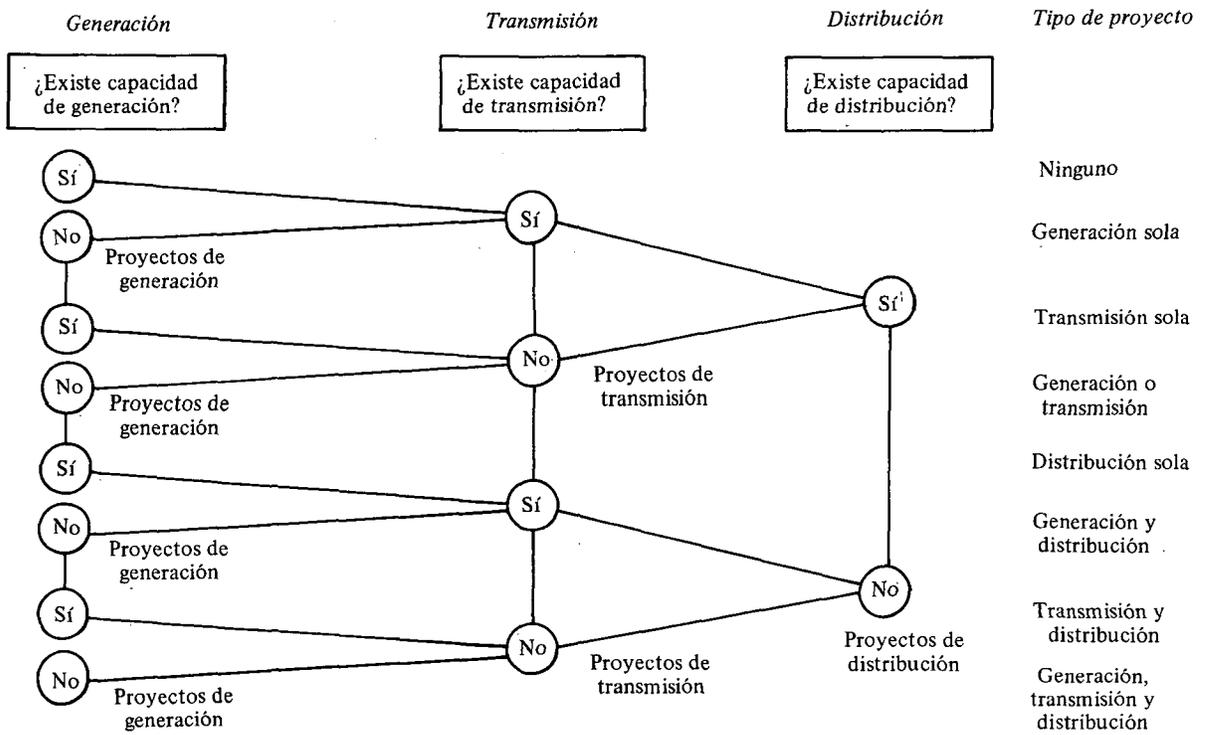
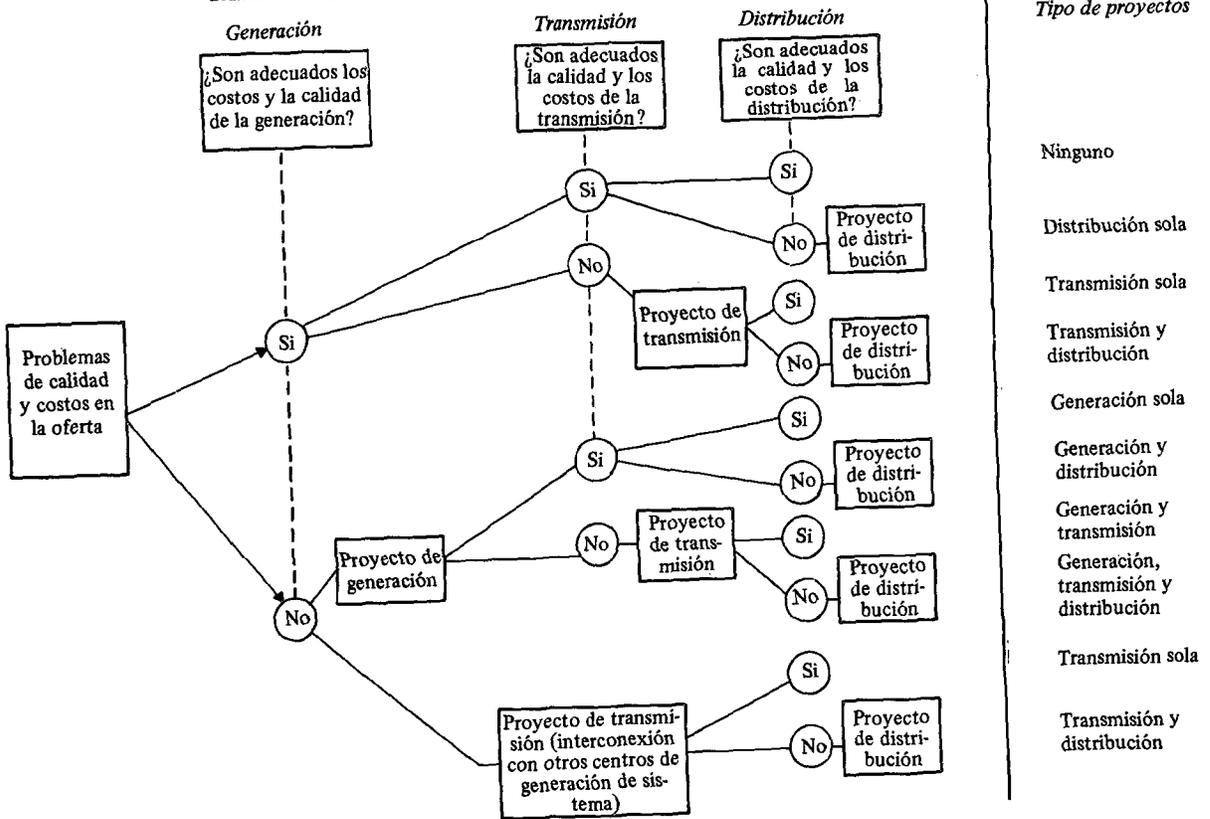


Gráfico 32 PROYECTOS DE ENERGÍA QUE SE ORIGINAN EN LA OFERTA



un sistema, desde el comienzo suele haber valiosa información sistematizada sobre costos, que permite utilizar indicadores de rentabilidad con bastante seguridad.

d) Criterios de aplicación de los elementos de análisis

El sistema eléctrico o la entidad competente para adoptar las decisiones de invertir en este campo, tienen frente a los proyectos que provienen de la demanda, un grado de compromiso que difiere bastante del que adquieren en los proyectos emanados de la oferta. Ante los primeros existe la obligación ineludible de satisfacer la demanda, por lo que cualquier tipo de análisis que se haga deberá conducir a la búsqueda de las soluciones más apropiadas, pero en ningún caso al rechazo de la idea de suministrar el servicio energético. El segundo grupo, en cambio, corresponde a un tipo de proyectos que en determinadas circunstancias podrían ser postergados e incluso rechazados, pues al obrar así no se compromete la satisfacción cuantitativa de la demanda.

Tal es la razón de que en el análisis que sigue se hayan separado los proyectos según que su fuente de origen sea la oferta o la demanda. Se trata de mostrar así el diferente grado de restricción que representan los elementos de análisis para cada uno de esos dos grupos.

En el caso de los proyectos originados en la demanda, el máximo efecto que podría causar un determinado condicionante sería rechazar ciertas formas de llevar a cabo la idea, pero en ningún caso llevaría al rechazo de la idea del proyecto.

Si la idea es satisfacer la demanda en una determinada ciudad no integrada al sistema, existirán algunas formas específicas que podrán analizarse en esta etapa de identificación de la idea. Se podría, por ejemplo, integrar este nuevo consumo al sistema, dando lugar a un proyecto de distribución más un proyecto de transmisión y tal vez a un proyecto de ampliación de la capacidad de generación en alguna de las plantas existentes en el sistema. También es lícito pensar en una solución transitoria (una planta generadora exclusiva para este nuevo consumo no integrado al sistema), originando un proyecto de generación más distribución si esta planta se encuentra en el área urbana o un proyecto de generación-transmisión y distribución si se viera la conveniencia de localizar la generación fuera del área urbana, como sería el caso de pequeñas plantas hidroeléctricas. El análisis en la etapa de identificación de la idea permitirá rechazar alguna de estas alternativas para concentrarse, en las etapas posteriores del proyecto, en aquellas que hayan pasado airoosamente esta prueba de suficiencia, pero en ningún caso quedaría rechazada la idea de satisfacer la nueva demanda.

Tratándose de proyectos originados en la oferta, el análisis de identificación de la idea tiene las mismas características del análisis general de proyectos y la prueba de viabilidad puede conducir al rechazo total de la idea de proyecto, a su congelación o a su aprobación. Es importante señalar que los rechazos que se originan en esta etapa son válidos en el momento y en las circunstancias en que se

realiza el análisis, los cuales podrían variar en el futuro, permitiéndoles en ese momento salvar la prueba de viabilidad. Esto obliga a extremar la cautela y a llevar el máximo de ideas no aprobadas al grupo de las postergadas en vez de eliminarlas totalmente.

e) Máximo efecto en la aplicación de las restricciones

El máximo efecto que pueden alcanzar las restricciones en los proyectos de energía eléctrica puede apreciarse en el cuadro 16. En él se marcan con *x* los casos en que una situación determinada puede constituirse en elemento de rechazo, postergación o congelación de la idea en el caso de los proyectos originados en la oferta, o bien la situación en que ese elemento permite rechazar alguna de las formas de realizar la idea en el caso de los proyectos originados en la demanda.

El cuadro 16 sólo se refiere a los proyectos de generación, transmisión y distribución, pero no muestra las diversas combinaciones que normalmente se presentan. Se sobrentiende que las restricciones que en él aparecen operarán en la misma forma cuando se trata de combinaciones.

Sería demasiado prolijo comentar los 42 casos señalados en ese cuadro, sobre todo teniendo en cuenta que muchas de estas situaciones son obvias. No obstante ello, son oportunas algunas observaciones respecto a los casos de rechazo o congelación para cada uno de los elementos considerados.

i) Tamaño y mercado: En la etapa de identificación de la idea, los estudios de mercado se harán con las proyecciones existentes.

En algunos casos se procede a materializar una oferta que no está basada en una demanda perfectamente cuantificada, lo que se produce especialmente en zonas nuevas. Entonces sólo se toman algunos indicadores, válidos para cada país y para regiones similares. Una situación semejante se produce en la materialización de una política de fomento. Así, por ejemplo, la electrificación rural, tanto domiciliaria como de faenas agrícolas, conservación de productos, etc., corresponde de ordinario a una demanda no cuantificable totalmente.

Los proyectos de generación y de distribución son prácticamente inmunes a una prueba de tamaño y mercado, ya que es posible generar y distribuir para una gama prácticamente no restringida de tamaños. No sucede lo mismo con los proyectos de transmisión, donde los costos de entrada y de salida y la inversión en las líneas mismas no se justifican sino dentro de rangos muy definidos de tamaño.

ii) Insumos: El análisis de insumos debería centrarse en las características generales que son producto de estudios globales de recursos naturales (preinversión), destacando aquellos factores que pudieran constituir restricciones importantes. El tipo de asuntos por estudiar puede ilustrarse con el caso de ciertos carbones que tienen la propiedad de oxidarse al aire, son de poca consistencia y pueden entrar en combustión espontánea. En este ejemplo, la dificultad de su almacenamiento y transporte es una restricción que podría obligar a localizar la planta generadora junto al yacimiento.

Cuadro 16
 PROYECTOS DE ENERGIA ELECTRICA: APLICACION DE RESTRICCIONES
 (Etapa de identificación de la idea)

	<i>Generación</i>		<i>Transmisión</i>		<i>Distribución</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Oferta^a</i>	<i>Demanda</i>	<i>Oferta</i>	<i>Demanda</i>	<i>Oferta</i>
1. Tamaño y mercado			x	x		
2. Insumos	x	x				
3. Tecnología	x	x				
4. Monto de la inversión	x	x	x	x	x	x
5. Marco institucional	x		x		x	
6. Características de los recursos (ubicación, topología, clima, etc.)	x		x			
7. Rentabilidad		x	x	x		x

Nota: En los proyectos originados en la demanda la *x* indica el posible rechazo de soluciones, mientras que tratándose de proyectos originados en la oferta puede indicar el rechazo o la postergación temporal de la idea.

^aSe denomina "oferta" y "demanda" los grupos de proyectos que provienen de la oferta y la demanda.

Hay que tener en cuenta también –sobre todo en los recursos hidráulicos– la relación entre la estacionalidad del recurso y la estacionalidad o calendario de la demanda. Así, por ejemplo, en Chile no coincide la demanda máxima de la zona central, que se produce en los meses de invierno, con la mayor abundancia de recursos hidráulicos, que se produce en la primavera y a comienzos del verano.

Los insumos para la generación de energía son los únicos que llegan a constituir elementos de rechazo en esta etapa, mientras que los insumos para los proyectos de transmisión y distribución no alcanzan a tener este carácter.

iii) Tecnología: La tecnología disponible en el medio podría convertirse en un obstáculo sólo en el caso de los proyectos que consideren energía nuclear. Las restricciones tecnológicas de otra índole sólo aparecerían al estudiar las alternativas en detalle, como ocurriría al proponer ciertos procedimientos de operación, como el de operar con “líneas vivas”, modalidad que considera el mantenimiento de las líneas de transmisión –limpieza, cambio de aisladores, etc.– sin desconectar la energía. Este procedimiento, con ventajas económicas, requiere precauciones especiales que no siempre pueden lograrse con personal de bajo nivel de educación.

En suma, el análisis de la tecnología sólo llevaría a situaciones de rechazo en los proyectos de generación.

iv) Monto de la inversión: Este es un caso obvio, que limita la capacidad para realizar cualquiera de los tipos de proyectos: generación, transmisión y distribución.

v) Marco institucional: En general no existiría norma institucional alguna que llevara al rechazo de las ideas originadas en la oferta (que en general persiguen mejoramientos en los costos y en la calidad del servicio). Sin embargo llegan a constituirse en factores limitantes respecto de las soluciones que emanan de la demanda. Así, por ejemplo, en zonas muy pobladas se suele prohibir la transmisión por alambre desnudo, debiendo hacerse por alambre forrado para que puedan pasar entre árboles. Así se evita dañar el paisaje, al eliminar la necesidad de tales zonas arborizadas contiguas a los alambres desnudos. Estas restricciones en la transmisión pueden ir más lejos –y esto es válido para cualquier país– cuando en algunos casos se impone la transmisión por cable subterráneo (acceso de ciudades, vecindad de aeropuertos, etc.).⁷

Este tipo de limitaciones afectan a todos los tipos de proyectos: de generación, transmisión y distribución.

vi) Características de los recursos (razones de geografía física): Las restricciones en materia de recursos no suelen afectar a los proyectos

⁷ La transmisión subterránea –de no haber restricciones especiales– se trata de evitar por su alto costo, tanto por el costo del cable aislado como por el de los sistemas terminales que unen la canalización subterránea con las líneas aéreas.

originados en la oferta, que se orientan a mejorar el sistema existente. Sí influyen sobre los proyectos de la demanda, tanto en la generación como en la transmisión.

El proyecto para interconectar el sistema de la isla de Chiloé con el de Chile central es un caso de proyecto de transmisión enfrentado a las características topográficas. El obstáculo físico está representado por el Canal de Chacao. Para salvarlo podría usarse una transmisión aérea o un cable submarino, debiéndose descartar la primera solución por dificultades técnicas (longitud del tramo entre torres y falta de altura de la costa, circunstancias que obligarían a construir torres muy altas).

vii) Rentabilidad: La rentabilidad afecta a todos los proyectos originados en la oferta. En los originados en la demanda sólo llega a constituir un factor limitante de rechazo en los proyectos de transmisión, principalmente por razones de tamaño, tal como se advirtió al comentar el rubro tamaño y mercado.

2. Anteproyecto preliminar

a) Objetivos de esta etapa

Los objetivos de esta etapa son similares a los ya enunciados en el planteamiento general respecto a los proyectos industriales, a saber:

- i) elección entre ideas viables;*
- ii) identificación de alternativas;*
- iii) identificación y elección de soluciones;*
- iv) verificación de una alternativa viable;*
- v) completar estudios propuestos en la etapa de identificación de la idea, y*
- vi) establecer términos de referencia para la etapa siguiente.*

b) Elección entre ideas viables

Cuando sus resultados son positivos, la etapa de identificación de la idea conduce a un conjunto de ideas viables. Este mismo resultado puede ser producido también por un conjunto de estudios separados llevados hasta la etapa de identificación de la idea. Cada una de las ideas de este conjunto debería originar un estudio de anteproyecto preliminar separado. La etapa del anteproyecto preliminar tiene por objetivo ayudar a decidir cuál de estas ideas viables tendría prioridad para continuar estudiándose con el propósito de ejecutarla.

¿Con qué criterio habría que fijar las prioridades entre ideas viables? Es bastante difícil establecer una regla operativa para ello, ya que se conjugan en este problema elementos contradictorios de difícil conciliación. El proyectista no se encuentra frente a un grupo heterogéneo de ideas viables, sino ante los dos grupos ya definidos: un conjunto de ideas provenientes de la demanda que son impostergables y otro conjunto proveniente de la oferta que teóricamente serían secundarias frente a las primeras. Planteado así, el problema no parece complejo, ya que el "proyectista" y la entidad responsable de decidir

deberían concentrarse en la ordenación del grupo de ideas de ejecución “imprescindible” que provienen de la demanda.

Sin embargo, el problema es mucho más complejo porque la “prescindencia” es un término difícil de definir. Así, por ejemplo, las ideas consideradas como postergables por estar originadas en la oferta (por ejemplo, las que tienden a bajar costos y a mejorar la calidad del servicio) no podrían ser postergadas indefinidamente sin deteriorar la eficiencia técnica del sistema y transmitir a la demanda estos efectos negativos.

Habría dos maneras de enfrentar el problema:

i) Manejar todo el conjunto de ideas con criterios de eficiencia interna del sistema, excluyendo los criterios de tipo nacional que no hubieran sido incluidos en el “marco institucional”, o

ii) Manejar el conjunto de ideas tanto con criterios de eficiencia interna como con criterios de asignación de recursos en el orden nacional.

Esta división es importante si la asignación de recursos para la infraestructura eléctrica es considerada como una de las opciones de inversión que se ofrecen a la colectividad y entre las cuales ésta debe fijar prioridades.

No es frecuente que la planificación nacional —o aquellos organismos que determinan la política de asignación de recursos— actúen con un grado de detalle que permita elegir entre las ideas viables para conformar un determinado programa de energía, salvo si se trata de grandes obras. En condiciones normales, la planificación dejaría al “sistema” la decisión entre lo prescindible y lo imprescindible, previa fijación de las líneas generales de política.⁸

Si esta situación se maneja exclusivamente con criterios de eficiencia interna de la empresa, es probable que el sistema incorpore a su programa de inversión gran cantidad de proyectos —originados en su propia oferta— que no sólo serían secundarios frente a los proyectos de la demanda eléctrica, sino que podrían serlo también frente a proyectos de otros sectores económicos. Procediendo de esta forma podrían quedar sin financiamiento proyectos de alta prioridad fuera del sector energía. Un ejemplo de ello sería el estudio de un control a distancia de las compuertas de la bocatoma de una central hidroeléctrica, con objeto de disminuir el personal imprescindible para la operación, lo que podría traducirse en un aumento de la seguridad y en una baja de costos sin que estas alteraciones sean sentidas por la demanda. Estas y otras situaciones semejantes ponen de manifiesto la dificultad de que quienes toman decisiones dentro del sistema puedan considerar la postergación

⁸ Al hablar de “sistemas” se supone implícitamente la existencia de una empresa que actúa como monopolio responsable de las inversiones y de la operación de las mismas. Tal parece ser el caso general, al menos en los países de América Latina.

de este tipo de proyectos para liberar financiamiento en favor de otros sectores de la economía.

Dos factores se conjugan para que estos proyectos se rijan por un esquema de evaluación interna del sistema. Uno de ellos es la escasez de financiamiento nacional, que por lo general constituye una seria dificultad del sistema para mantener satisfecha la demanda y mantener al mismo tiempo la capacidad de reserva necesaria. Frente a esta situación, lo normal es que cualquier liberación de financiamiento debida a la postergación de un problema originado en la oferta (considerado prescindible) no pase a suplementar el financiamiento de otros sectores sino a engrosar el financiamiento de los proyectos imprescindibles que emanan de la demanda, incluida la capacidad de reserva del sistema.

Hay que considerar, por otro lado, que la valoración de la gestión empresarial y su consecuente aptitud para obtener recursos están fuertemente —tal vez excesivamente— condicionadas a los resultados visibles que la empresa puede mostrar en términos de eficiencia y rentabilidad. Estos efectos dependen en gran medida, a su vez, de los proyectos que tienen su origen en la oferta, los cuales tendrían el carácter de postergables o prescindibles.

c) Identificación y elección de “soluciones”

El término “solución” tiene aquí un significado restringido, pues define aquellas formas de producción que, partiendo de condiciones iniciales diferentes (en este caso insumos), conducen a la obtención del mismo bien (en este caso energía eléctrica). Se trata de un concepto perfectamente aplicable a la infraestructura de energía en forma similar a la industria y constituye el objetivo más importante del anteproyecto preliminar. Es probable que en la mayoría de los casos sólo una solución pase al anteproyecto definitivo, pero también puede ocurrir, en casos excepcionales, que sea necesario avanzar con más de una solución. Tal sería la situación de un proyecto de uso múltiple frente a otro de uso único en una solución térmica (energía y calefacción *versus* energía sola) o en un proyecto hidráulico (energía sola *versus* energía, riego, navegación y protección de crecidas).

Convendría distinguir, en cuanto a la identificación y elección de soluciones, según se trate de proyectos energéticos de generación, transmisión o distribución.

i) Soluciones relacionadas con la generación: Con respecto a los proyectos de generación de energía se consideraron los siguientes casos en que es posible producir el mismo tipo de energía partiendo de insumos principales distintos: soluciones térmicas clásicas (carbón, petróleo y gas), solución nuclear y solución hidráulica. En todos ellos se estaría considerando el mismo proyecto, con el mismo producto y el mismo mercado.

En las soluciones hidráulicas dos cuencas distintas podrían ser tomadas teóricamente como dos recursos similares y no dar origen a

“soluciones” diferentes. Sin embargo, de hecho es imposible encontrar recursos hidráulicos idénticos en cuencas diferentes (volumen de agua, estacionalidad, caída, etc.), lo que obliga a considerarlas como soluciones distintas. Más aún, una misma cuenca estudiada en diferentes zonas también podría dar origen a “soluciones” diferentes. Así, por ejemplo, las condiciones de alta cordillera no serían comparables a las condiciones de valle. Para no establecer una multiplicidad de soluciones en la misma cuenca habría que considerar zonas de soluciones comparables, que en general estarían determinadas por la altura y el volumen de agua disponible.

Las centrales de pasada y las centrales de embalse, aunque utilizaran recursos de características diferentes,⁹ no serían consideradas como “soluciones” distintas sino como alternativas de proceso de una misma solución. Sin embargo, si se trata de una obra de generación eléctrica que forma parte de un proyecto de propósitos múltiples —tal sería el caso, bastante frecuente, de aprovechamiento integral de una cuenca para riego y energía—, las diferencias del recurso pasarían a ser bastante importantes para justificar el tratamiento de ambas alternativas como “soluciones” distintas.

En resumen, las “soluciones” en materia de generación eléctrica serían las siguientes:

- térmica clásica
 - térmica nuclear
 - hidráulica
- | | |
|---------------------------------------|-----------|
| (Cuenca A | (Zona I |
| (Cuenca B | (Zona II |
| (Cuenca X | (Zona III |
| <hr style="width: 50px; margin: 0;"/> | |
| (Cuenca N | |
- recursos hidráulicos condicionados por una obra de propósitos múltiples

Conviene destacar que el proceso de selección puede inclinarse a favor de una solución de generación combinada: por ejemplo, una central hidráulica con una central térmica complementaria.

La elección entre “soluciones” está condicionada, entre otros factores, por las características de la demanda. Es muy posible que este tipo de análisis haya permitido rechazar ya —en la etapa de

⁹ Los recursos serían de características diferentes porque las centrales de embalse utilizarían agua caída varios meses y hasta años antes, lo que no sucede en las centrales de pasada.

identificación de la idea— algunas soluciones. Esas características serían:

- demanda de punta
- demanda de base
- estacionalidad { invierno
 verano
- requisitos de estabilidad del sistema
- exigencia de cercanía al consumo.

ii) *Soluciones relacionadas con la transmisión:* Para la transmisión no es posible utilizar el concepto general de “solución” basado en la diferenciación de insumos. Sin embargo, es posible conseguir el objetivo básico del análisis de soluciones, que consiste en manejar conjuntos homogéneos de alternativas,¹⁰ estableciendo una clasificación por los medios de transmisión empleados. Igual situación se da en los proyectos de transportes (lo cual no carece de lógica si se piensa que la transmisión de energía constituye una forma muy especial de transporte). Los materiales principales para las posibles alternativas —cobre, aluminio, etc.— deberán ser considerados como alternativas de obra física.

Los medios diferentes actualmente utilizados y que darían origen a “soluciones” diferentes son los siguientes:

- Solución aérea (desnuda)¹¹ { por medio de corriente alterna
 por medio de corriente continua
- Solución en suelo (el terrestre o submarino), por cable { por medio de corriente alterna
 por medio de corriente continua

Estas “soluciones” pueden estar condicionadas por factores de costos, tecnológicos, geográficos e institucionales. Así, por ejemplo, al elegir entre transmisión por corriente continua o alterna juegan principalmente factores tecnológicos y de costo. En el caso de la

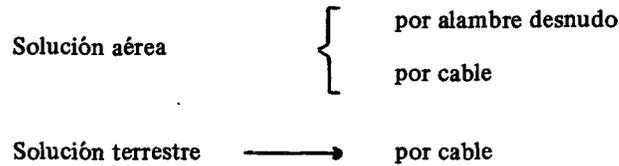
¹⁰ El concepto que hay en el fondo del análisis de “soluciones” es el de poder reunir todas las alternativas posibles que tengan alguna característica común, en conjuntos perfectamente identificables y manejables en una etapa temprana del proyecto. En la mayoría de los proyectos las condiciones iniciales del proceso cumplen este papel, pero este mismo propósito se puede alcanzar también por intermedio de otros rasgos comunes.

¹¹ Una excepción que podría analizarse como alternativa es el caso —ya mencionado— de los cables en zonas pobladas con arborizaciones ornamentales.

corriente continua las pérdidas en la línea serían menores, pero existirían problemas técnicos y de costo en las instalaciones para elevar y bajar el voltaje en los terminales de la línea de transmisión.

La solución por cable, más costosa que las anteriores, estaría condicionada sobre todo por razones institucionales, de geografía física y de seguridad.

iii) *Soluciones relacionadas con la distribución:* En cuanto a la distribución —que no es sino un caso particular de transmisión— sólo se pueden considerar los siguientes tipos de solución:



Las opciones entre corriente continua y alterna no se dan (aunque todavía existen en muchas partes los dos tipos de distribución), principalmente por el tipo de consumo y por las dificultades de transformación (cambios de voltaje). En efecto, el consumo está constituido por un conjunto de artefactos, motores, etc., de tipo duradero, que representan una inversión fuerte de los usuarios, y diseñados para un determinado tipo de corriente, lo cual a su vez condiciona el conjunto de industrias que los producen.¹²

Esta clasificación de soluciones es válida tanto para los proyectos de la oferta como para los proyectos de la demanda. Sólo habría que agregar los proyectos relacionados con la explotación de un determinado recurso energético. Este último caso —al menos en cuanto a la generación— se puede analizar como un proyecto extractivo típico con un recurso natural conocido y localizado, lo cual elimina las opciones frente al insumo principal y por lo tanto las “soluciones” alternativas.

d) Complementación de los estudios iniciados a nivel de identificación de la idea

En el anteproyecto preliminar se siguen profundizando los mismos puntos que se comenzaron a estudiar en la etapa de identificación de la

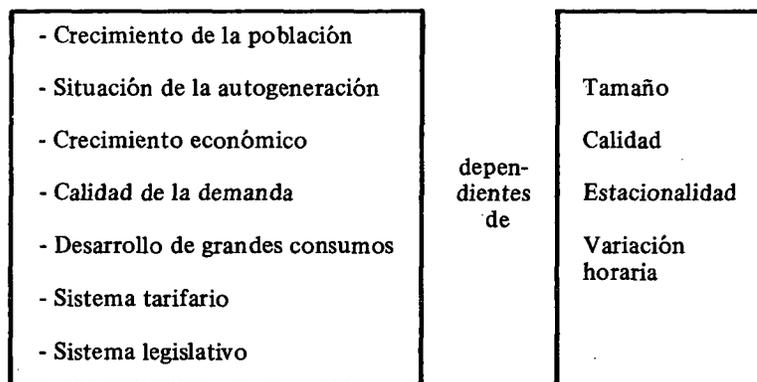
¹² La opción entre corriente continua y alterna tampoco se daría en la generación, esta vez por razones técnicas y de costos, ya que el generador de corriente alterna es en todos los casos más económico y eficiente que el de corriente continua. Se han perfeccionado los convertidores (principalmente estáticos) que permiten obtener corriente continua para la transmisión a partir de generación alterna y luego volver a pasar de continua a corriente alterna para la distribución.

idea, a saber: mercado, insumos, monto de la inversión, marco institucional, características de los recursos y rentabilidad.

i) *Mercado*: Habrá que realizar tantos anteproyectos como soluciones existan, pero todos ellos se refieren a un mismo producto y su mercado, lo cual permite un solo estudio de mercado, común a todos los proyectos.

La elección entre “soluciones” requiere parte importante de la información total, que debe contener un estudio final de mercado, salvo algunas características de la demanda que sólo serán necesarias en el análisis de alternativas del anteproyecto definitivo. De ahí que se considere más económico montar un solo estudio de mercado y agotarlo en el anteproyecto preliminar, evitando un estudio complementario en la etapa siguiente.

Los aspectos que debe comprender el estudio de mercado son los siguientes:



Algunas de estas relaciones son obvias, lo mismo que las técnicas necesarias para realizar estos estudios. Por eso se comentan a continuación solamente algunos aspectos particulares.

Los requisitos de *calidad de la demanda* se refieren a las variaciones aceptables en el voltaje, frecuencia y seguridad en la continuidad del suministro. No todos los mercados tienen el mismo tipo de exigencias. Así, por ejemplo, las exigencias del servicio doméstico son menores que las requeridas en aplicaciones industriales tales como aplicaciones de inducción en alta frecuencia, el suministro a hospitales, etc.

La *estacionalidad* es característica muy importante en vista de que la electricidad no se puede almacenar. Lo mismo sucede con la variación horaria. Las informaciones necesarias en estos casos son de tres tipos:

- 1) Una curva de tendencia de la demanda por un período mínimo de 10 años. Esta curva debería ajustarse para no acusar las estacionalidades.
- 2) Una curva de estacionalidad para un año típico.
- 3) Una curva horaria para un día típico de cada una de las estaciones extremas del año.

Las variaciones estacionales se deben principalmente al clima, a las épocas de riego y a las épocas de veraneo (para las áreas turísticas).

La tendencia en los países de mejor estándar de vida es equilibrar el consumo entre invierno y verano, especialmente por la alta proporción del consumo industrial —constante a lo largo de todo el año— y por el uso de acondicionadores de aire en verano, así como de calefacción y mayor alumbrado en invierno. En los países subdesarrollados todavía se mantiene una fuerte diferencia estacional entre invierno y verano.

El análisis de los *sistemas tarifarios* es de gran importancia en esta parte del proceso de formulación. En efecto, las tarifas no son simplemente una consecuencia de los costos y de la rentabilidad deseable del sistema, sino que actúan directamente sobre el mercado para incentivar o desincentivar determinados consumos o para distribuirlos mejor, tratando de corregir las demandas máximas horarias o estacionales, o sancionando el bajo factor de potencia.

El problema tarifario debe ser examinado constantemente frente a la realidad del sistema y al comportamiento del mercado. Así, por ejemplo, en países donde existieron por largo tiempo tarifas muy bajas se ha producido un incremento del consumo doméstico de artefactos eléctricos para calefacción y cocinas, distorsionando la demanda en desmedro de usos más racionales. Dichas tarifas, que no guardan relación con el costo de la oferta, provocan un efecto negativo sobre la rentabilidad del sistema y su capacidad para crecer conforme a la demanda, llegando muchas veces a forzar soluciones de autogeneración.

Otro caso particular es la determinación de tarifas en las zonas de turismo estacional, donde el consumo se concentra en un par de meses subsistiendo durante todo el año la necesidad de proporcionar energía (a un nivel mínimo). En estos casos se cobra una tarifa mínima a todos los consumidores durante todo el año, para suministrar energía en los pocos meses de máxima demanda a una tarifa comparable a la del resto del país.

Las fórmulas para determinar las tarifas suelen ser complejas, ya que involucran precios diferentes del kWh/kW, castigos o premios por la naturaleza del consumo según sea su factor de potencia y otros elementos que puedan influir en la explotación del sistema. Los casos más simples son los representados por el siguiente binomio:

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Cargo por demanda} \\ \text{máxima} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Cargo por} \\ \text{kWh} \end{array}}$$

El *tamaño*, que en la etapa de identificación de la idea no aparecería como una restricción seria en cuanto a la generación, en el anteproyecto preliminar debe ser analizado frente al problema de la “capacidad de reserva del sistema”. En un sistema eléctrico interconectado debe considerarse la posibilidad de retirar temporalmente, sobre todo por razones de mantenimiento, alguna de sus unidades de generación sin que ello afecte la oferta total de energía del sistema. Esto exige que la

capacidad total de generación exceda la demanda máxima, exceso que viene a constituir la capacidad de reserva.

Existen tres criterios principales para definir el tamaño de esta reserva: 1) considerarla del tamaño de la unidad más grande del sistema; 2) como una proporción fija de su tamaño máximo (aproximadamente el 10 o el 15 por ciento de la capacidad de generación total); 3) considerar el tamaño de la planta generadora mayor (varias unidades). El primer criterio es el más corriente. El segundo sólo es aplicable a sistemas sobre un cierto tamaño mínimo. La tercera situación se puede dar con respecto a ciertas plantas generadoras que no pueden subdividirse en unidades de generación o que están expuestas a paralización total por fallas en el recurso natural o en los insumos (caso de las centrales nucleares). Esta es una de las razones que disminuyen las posibilidades de utilizar la energía nuclear en sistemas relativamente pequeños, como son los latinoamericanos, ya que la instalación de una central nuclear —por muy reducido que sea su tamaño (y la tendencia actual es hacia tamaños cada vez mayores)— obliga a aumentar desproporcionadamente la capacidad de reserva del sistema.

El análisis del *sistema legislativo* en el que se insertará el sistema eléctrico es otro punto importante que debe aclararse en el estudio del mercado y que muchas veces se pasa por alto. El servicio de energía conjuga dos condiciones que deben ser reguladas legislativamente: por una parte es un servicio de utilidad pública y por otra parte —dada su propia naturaleza— debe someterse a una “gestión empresarial”.

La legislación de numerosos países —en régimen de libre empresa— establece un sistema de “concesionarios”, como institución jurídica en virtud de la cual la empresa —pública o privada— adquiere la concesión sobre un determinado mercado, pero al mismo tiempo se compromete a cumplir con la oferta en las condiciones fijadas en la política nacional de energía. Si no se aclara esta situación puede llegarse a un régimen de competencia, que conduciría a la existencia de empresas eléctricas diferentes sirviendo al mismo mercado, con doble transmisión y doble sistema de distribución. Esta observación sobre el sistema legislativo es especialmente importante en los países subdesarrollados que inician su política energética.

En el estudio de mercado es también importante conocer la cantidad de *energía autogenerada*, ya que se podría correr el riesgo de basar la cuantificación de la demanda exclusivamente en los registros de consumo de los usuarios del sistema, desconociendo el consumo satisfecho por plantas privadas. En la actualidad se tiende a sustituir las unidades de autogeneración por la oferta más económica o de mejor calidad del sistema, lo que obliga a considerar este proceso de sustitución como una nueva demanda que debe considerarse en el estudio del mercado.

En los proyectos provenientes de la oferta también podría ser necesario un estudio parcial del mercado, especialmente en los aspectos relacionados con las características de calidad exigidas por la demanda, más bien que en lo que respecta al tamaño de la misma. Esta información sería necesaria en los casos de automatización o

mejoramiento de las técnicas de generación, o en el caso de los proyectos que tienden a mejorar la capacidad instalada del sistema (proyectos de interconexión).

ii) *Insumos*: La falta absoluta o la limitación evidente de insumos debió haber sido ya detectada en la etapa de identificación de la idea o tal vez en los estudios sobre recursos naturales. En el anteproyecto preliminar hay que estudiar más a fondo las diferentes alternativas de insumos no rechazadas en la etapa anterior. Los insumos deben estudiarse en relación a su calidad y cantidad, mientras que el problema de sus costos debe analizarse en conjunto con las alternativas de macrolocalización.

Como ejemplo del tipo de aspectos que interesa analizar cabe mencionar la calidad de los carbones. En las centrales térmicas, entre otros factores, es muy importante el contenido de cenizas, material que hay que transportar y luego desechar. Además de este problema económico de transporte hay la especificación técnica de las calderas en orden a la posible limitación de la cantidad de ceniza. Este problema puede ser resuelto no sólo del lado de los insumos sino también del lado de la especificación y construcción de los equipos.

Otro caso de insumos es el estudio del agua en las centrales hidroeléctricas. Con respecto a ellas deben valorarse elementos tales como: interferencia actual o futura con el saneamiento y suministro de agua para la bebida; interferencia con el riego; seguridad hidrológica con que debe ser calculado el proyecto; calidad física del agua en aspectos tales como sus arrastres y materiales en suspensión, etc.

iii) *Monto de la inversión*: Las restricciones determinadas por el monto de la inversión son obvias y parecerían menos relevantes que en los proyectos industriales. En estos últimos el empresario suele analizar un proyecto único, mientras que los proyectos eléctricos se analizan como unidades dentro de un sistema.

Pese a ello, estas restricciones subsisten dentro de los sistemas, ya que siempre se presentará el dilema entre los gastos de operación y el monto de la inversión. Así, por ejemplo, se puede plantear la disyuntiva entre dos centrales A y B en la siguiente forma:

$$\text{Central A} = \text{Inversión A} + \text{Gastos de operación A} = C_A$$

$$\text{Central B} = \text{Inversión B} + \text{Gastos de operación B} = C_B$$

Siendo $C_A < C_B$, o sea que la central A sería la que produciría energía más barata, no obstante lo cual significa una inversión mayor en esta central A, de energía barata, que en B.

Si la capacidad de inversión fuera limitada, a pesar de los mayores costos de operación, sería posible elegir B. Este caso suele darse entre centrales hidroeléctricas y centrales térmicas y la tasa de interés de cálculo juega entonces un papel importante.

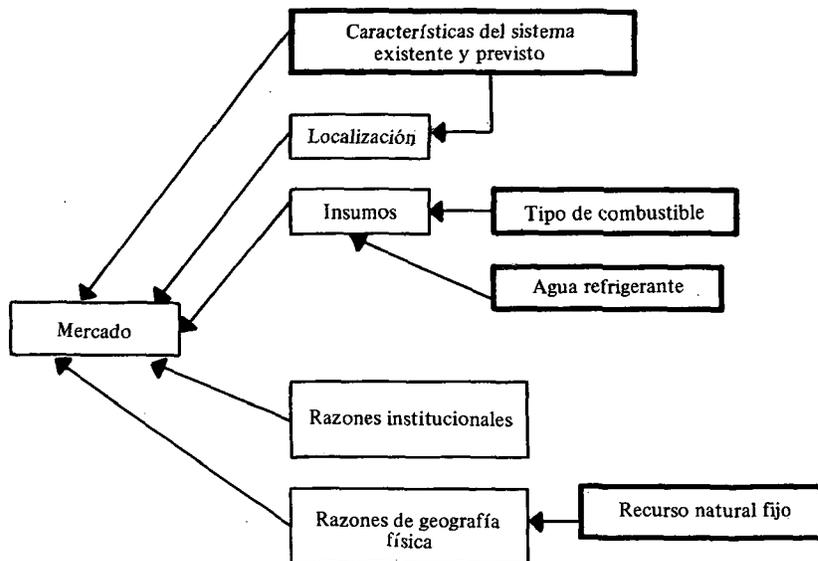
e) Elementos de análisis que se agregan al patrón normal de anteproyecto preliminar

En los proyectos de energía eléctrica, la elección entre soluciones está fuertemente condicionada por la localización y el calendario de ejecución, Ello obliga a adelantar este análisis, especialmente el de calendario, que en otros proyectos se suele realizar en el anteproyecto definitivo.

i) *Localización:* En el gráfico 33 se muestran los diferentes elementos que condicionan la localización de los proyectos de energía eléctrica. Este gráfico está basado en el patrón general de análisis utilizado en el anteproyecto definitivo. Sólo se prescinde en él de las economías externas y se han agregado, como elementos específicos de este tipo de proyectos, los siguientes: Características del sistema existente y previsto, tipo de combustible, agua de refrigeración y recurso natural fijo.

Gráfico 33

CONDICIONANTES DE LA LOCALIZACION^a

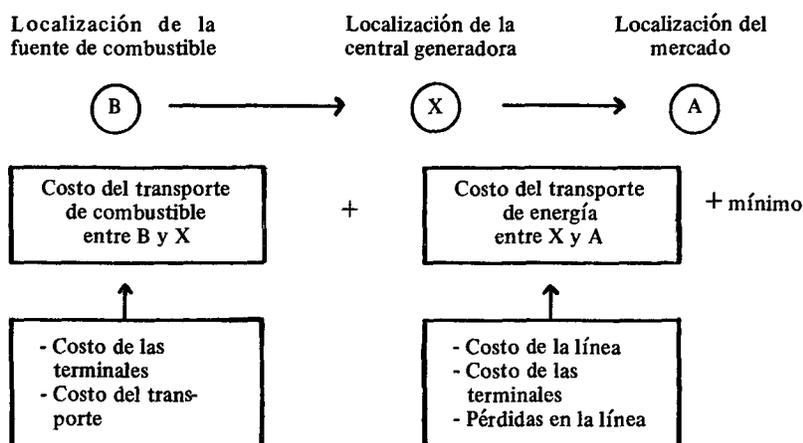


^a Los rectángulos normales corresponden al tipo de análisis general y los de línea gruesa a los conceptos de especial importancia en los proyectos de energía.

Las características del sistema existente o el crecimiento previsto del mismo condicionan fuertemente la localización de los nuevos proyectos que pasarían a formar parte del sistema. A esto se debe que la decisión sobre macrolocalización escape un poco de la simple acción del

proyectista, pues éste se encuentra con especificaciones muy concretas proporcionadas por el centro de decisiones del sistema o debe limitarse a transmitir la información para que dicho centro decida.

Tipo de combustible: Con la sola excepción del agua, parece a primera vista que el transporte de energía sería siempre más fácil y económico que el transporte de combustible. Esto podría llevar a analizar el problema superficialmente, buscando siempre la cercanía de la fuente de combustible. Esta situación, sin embargo, es sólo un caso particular de un problema más amplio que debe estudiarse con cuidado en esta etapa. El problema real se plantea así: dado un mercado A con una fuente de combustible B, se pretende determinar la localización de una planta generadora X que haga mínimo el costo total (inversión y operación).



En el transporte de combustible, los costos de las terminales determinan una distancia económica mínima. Respecto a la inversión total pueden haber economías externas (puentes, ferrocarriles, caminos y empresas de transporte) que hagan atractivo el transporte de combustible.

En el transporte de energía, las pérdidas en la línea determinan una distancia máxima de transporte económico.

La necesidad de eliminar residuos (cenizas, humos, anhídrido sulfuroso, residuos radiactivos o simplemente calor) es otro factor ligado a las características del combustible que condiciona fuertemente la localización.

Todas estas relaciones dependen a su vez de los volúmenes de energía y de combustible que sea necesario transportar.

El *agua refrigerante* es un elemento de extrema importancia en cualquier tipo de centrales térmicas y ha llegado a ser uno de los problemas más complejos. En efecto, esas centrales deben enfrentarse al

menos a alguno de estos aspectos: escasez del agua de refrigeración, recirculación, torres de enfriamiento, problemas de neblinas y formación de hielo, polución térmica (dificultad para la vida animal en aguas corrientes con variaciones de temperatura provocadas por la descarga de las centrales térmicas).

Las razones de geografía física se reducen en este caso a la rigidez de movilidad de los recursos hidráulicos y geotérmicos, ya que la construcción misma de la central no suele estar limitada por restricciones geográficas.

ii) *Calendario*: Como el sistema tiene que satisfacer los proyectos emanados de la demanda, es necesario materializar una oferta determinada dentro de un plazo fijo o mejor dicho, en la forma más ajustada posible a una curva de demanda determinada. El calendario adquiere entonces tal importancia que podría condicionar la elección entre soluciones, forzar el diseño de soluciones mixtas u obligar a descartar la solución económicamente más favorable para elegir otra de calendario más corto.

No es raro encontrarse frente a una alternación de la demanda prevista para el largo plazo —cambios en la política industrial, etc.— o ante una previsión inadecuada de la demanda, en forma tal que los planes de expansión de la oferta actualmente en ejecución no sean suficientes para satisfacerla en un determinado calendario. También puede ocurrir que sea buena la previsión de la demanda en el largo plazo, pero que surja una alteración no prevista en el plazo intermedio. En ambas situaciones una central hidráulica, por ejemplo, podría resultar la solución más conveniente desde el punto de vista de los costos de generación y de las características del sistema, pero no desde el punto de vista de la fecha en que esta nueva central entraría en funcionamiento. Ello obligaría a emplear centrales térmicas, quizás desfavorables técnica y económicamente, pero que podrían cumplir el calendario de la demanda. (Véase el gráfico 34.)

Si la demanda en el año s , por ejemplo, resultara más económica resolverla con un proyecto hidroeléctrico cuyo calendario fuera s años, el conjunto de proyecto B , iniciado antes del año 0, daría su capacidad máxima de oferta en el año r , quedando un período deficitario $(s - r)$ que sería necesario cubrir con obras de calendario más corto. Se llegaría así a la solución mixta de una central hidroeléctrica —que entraría en operación en el año r — y una o varias centrales térmicas que cubrirían la demanda durante el período $(s - r)$.

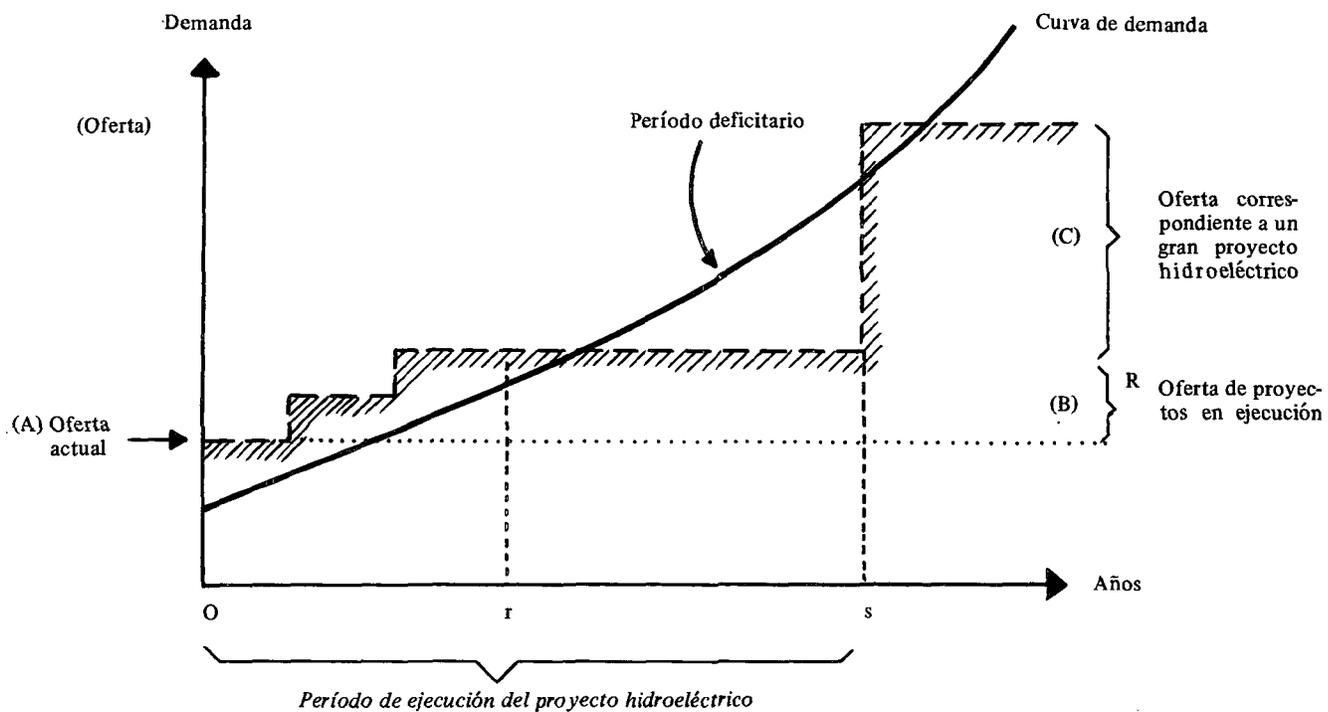
f) Resumen de la aplicación de condicionantes en el anteproyecto preliminar

Los condicionantes del anteproyecto preliminar —examinados principalmente alrededor de los proyectos de generación— tienen los efectos que se indican en el cuadro 17 para los proyectos de transmisión y distribución.

Las cruces de este cuadro señalan que el factor adquiere tal importancia que podría condicionar la elección entre soluciones.

Gráfico 34

PROYECTOS HIDROELECTRICOS: RELACIONES ENTRE OFERTA Y DEMANDA



Cuadro 17
PROYECTOS DE ENERGIA: ANALISIS DE LAS CONDICIONANTES

	<i>Generación</i>	<i>Transmisión</i>	<i>Distribución</i>
Mercado	x	-	-
Insumos	x	-	-
Monto de la inversión	x	x	x
Calendario	x	-	x
Marco institucional	x	x	x
Características de los recursos	x	x	-
Macrolocalización	x	-	-
Rentabilidad	x	x	x

g) Grado de profundidad del análisis de soluciones

El principio de economicidad, básico en el tratamiento por etapas, hace deseable que la opción entre soluciones se haga con el mínimo de estudios posibles, para concentrarse posteriormente en la solución elegida. Sin embargo, ciertas peculiaridades de las "soluciones" de los proyectos eléctricos obligan a avanzar en esta etapa algo más lejos que en los proyectos industriales.

Una característica especial de los proyectos de energía, —en relación a la profundidad del estudio de soluciones— es el cálculo de rentabilidad con el uso de criterios de evaluación social y medición de efectos indirectos. En el patrón general del anteproyecto preliminar se considera que la rentabilidad debe basarse en estadísticas a precios de mercado, dejando para el anteproyecto definitivo la medición de efectos indirectos y el uso de precios corregidos.

En el caso de los proyectos de energía es aconsejable realizar dicho análisis más a fondo precisamente en esta etapa ya que soluciones diferentes pueden producir efectos indirectos distintos que condicionarían finalmente su elección. Así, por ejemplo, factores como el uso de divisas, la ocupación durante la construcción, la ocupación indirecta inducida por el consumo de bienes nacionales, el desarrollo regional, etc. deben tomarse en cuenta en la elección de soluciones.

A manera ilustrativa cabe afirmar que el componente de mano de obra local, durante la construcción de una central generadora, es menor en las soluciones térmicas —en la proporción aproximada de 1 a 4— que en las soluciones hidráulicas. A esta mayor ocupación habría que sumar también la ocupación inducida en otras actividades productoras de bienes y servicios para la obra en construcción. Así, en una planta hidroeléctrica como Rapel en Chile, se emplearon aproximadamente 9 000 hombres/año en total, mientras que una central térmica del mismo tamaño habría requerido probablemente sólo 2 000 hombres/año. En el caso chileno, la economía de divisas inclina las decisiones entre petróleo y carbón en favor de este último, lo que es corroborado por razones de carácter social. Así se economizan divisas y se mantienen trabajando las minas de carbón que se encuentran ante una crisis de mercado.

h) Anteproyecto preliminar en el caso de los proyectos que provienen de la oferta

Como ya se indicó, este tipo de proyectos corresponde a dos categorías principales: los que tienden a bajar los costos y los que proveen una oferta de energía no demandada.

En el primer grupo quedan incluidos los proyectos de interconexión, considerados en la categoría de oferta solamente si contribuyen a bajar los costos, ya sea disminuyendo los costos directos de operación (por ejemplo, la interconexión de un pueblo con central propia al sistema nacional) o a través de la reducción de la capacidad de reserva. Los casos que sólo contribuyen a aumentar la seguridad de la oferta deberán considerarse como exigencias de calidad de la demanda, pues parecería lógico que las inversiones para mejorar la calidad, si no contribuyen al mismo tiempo a reducir los costos, sólo deberían hacerse respondiendo a necesidades de los usuarios.

Por lo general, los proyectos de este tipo se comportan en forma similar a los proyectos industriales. De ahí que sólo se comenten aquí algunas de sus diferencias más notorias, tanto con respecto al patrón general de análisis como al estudio de la misma etapa en los proyectos que provienen de la demanda.

El patrón de análisis —ya diseñado para los proyectos de la demanda— tiene el siguiente efecto en los proyectos de la oferta:

	<i>Generación</i>
Mercado	-
Insumos	x
Monto de la inversión	x
Calendario	-
Marco institucional	x ^a
Características de los recursos	x ^b
Macrolocalización	x ^c
Rentabilidad	x

^a El marco institucional puede imponer algunos cambios. Por ejemplo, en los casos de generación y transmisión de corriente continua, donde se requieren convertidores, se puede exigir al sistema que utilice en las ciudades convertidores estáticos en vez de convertidores tipo *motor-generador*, por las molestias de ruidos y distorsiones en las señales de transmisión. También puede exigir el cambio de combustible, reemplazando el carbón en las zonas urbanas o simplemente obligando a trasladar toda la central a otro sitio o fuera de la ciudad. Esta situación suele presentarse en plantas antiguas que originalmente quedaban en la periferia de la ciudad y que luego fueron absorbidas por el crecimiento urbano.

^b Las características del recurso son importantes, ya que puede hacer necesario cambiar totalmente el medio de generación con el solo propósito de bajar costos. Tal sería el caso de sustituir una planta térmica a petróleo por una central que utilice energía geotérmica.

^c La sustitución de los medios de generación sólo puede hacerse dentro de un cierto rango para que esta alteración no modifique las características del sistema.

Los proyectos de transmisión pueden clasificarse en tres grupos: uno tiene por objeto conectar una fuente de generación más barata con otra más cara para sustituir esta última; otro se propone bajar las pérdidas de transmisión en la línea y el tercero obedece a razones institucionales.

En el primer grupo caben la conexión de poblaciones con *centrales ineficientes*, al sistema nacional o regional. En esta forma la energía del sistema –de menor costo y mejor calidad– pasa a satisfacer la demanda de la población deficientemente abastecida. Se asimila a este caso la interconexión de sistemas eficientes pero cuyas demandas máximas pueden estar desfasadas, de tal manera que la energía generada en períodos de baja demanda puede representar una energía barata para el otro sistema. Tal podría ser la interconexión del sistema de Chile Central con el de Mendoza.

El caso de los proyectos que persiguen disminuir las *pérdidas de transmisión* en la línea es una situación común. Las pérdidas pueden ser altas por razones de diseño o porque el aumento de la demanda fue solucionado aumentando solamente la generación, con la consiguiente sobrecarga en la línea de transmisión. Este tipo de problemas, en proyectos provenientes de la oferta, sólo tiene importancia cuando la generación es térmica. Ello es lógico si se piensa que al ser estos proyectos independientes de la demanda, los ahorros de energía resultantes de disminuir las pérdidas en la línea se traducen en menores requerimientos de generación. Si esta situación se presenta en un sistema con generación hidroeléctrica, la economía que resultaría de disminuir la generación no tendría sentido frente a la inversión necesaria para disminuir las pérdidas, pero en las centrales térmicas las mejoras en la línea se traducen en un ahorro directo de combustible.

Las *razones institucionales* pueden obligar al sistema a cambiar sus soluciones de transmisión en áreas urbanas, sustituyendo la transmisión aérea por cable subterráneo u obligando a cambiar la localización de la línea.

Existe además un grupo de proyectos que se analizan como proyectos de energía y que corresponden a la *modificación de dispositivos accesorios y complementarios*, como la automatización de algunas partes del sistema, compuertas en cámaras de carga, etc. Este tipo de proyectos se propone básicamente disminuir los costos.

i) Anteproyecto preliminar en el caso de recursos energéticos no utilizados

Aunque este tipo de proyectos puede considerarse como un caso especial de los proyectos originados en la oferta, tiene características propias que hacen aconsejable tratarlo por separado. En esta categoría sólo caben los proyectos hidroeléctricos sobredimensionados que nacen junto a una demanda industrial. La parte correspondiente al sobredimensionamiento pasa a constituir un proyecto de oferta.

Ejemplo típico sería el de un proyecto industrial que requiriera 100 000 kW. Existiendo recursos hidráulicos capaces de generar un millón de kilovatios sería ilógico construir una central sólo para la

demanda industrial, perjudicando el valor del recurso, en vez de aprovechar su mayor potencialidad. Cuando no es posible dividir la obra civil, debe realizarse para una central de un millón de kilovatios y agregar progresivamente unidades de generación conforme vaya creciendo la demanda. Esta situación podría darse también junto a un proyecto de propósitos múltiples o en centrales que aprovechan mareas (aunque su aplicación no está muy difundida).

La prueba del patrón de análisis da el siguiente resultado:

Mercado	(x) ^a
Insumos	-
Monto de la inversión	x
Calendario	-
Marco institucional	x
Características de los recursos	x
Macrolocalización	x
Rentabilidad	(x) ^b

^a El mercado, que en los demás proyectos de oferta no tenía gran importancia, sí la tiene en este caso. Es necesario conocer el tamaño total del mercado y su curva de demanda futura, datos con que generalmente cuenta el sistema, ya que el exceso de oferta debe guardar proporción con estos datos. En efectos, un exceso de oferta de 100.000 kW tiene en la Argentina un significado totalmente distinto que en el Paraguay.

^b La rentabilidad en este tipo de proyectos pierde un poco la importancia que lógicamente debe tener –en los mismo términos– en los demás proyectos de energía.

j) Estudio de alternativas en el anteproyecto preliminar y paso a la etapa siguiente

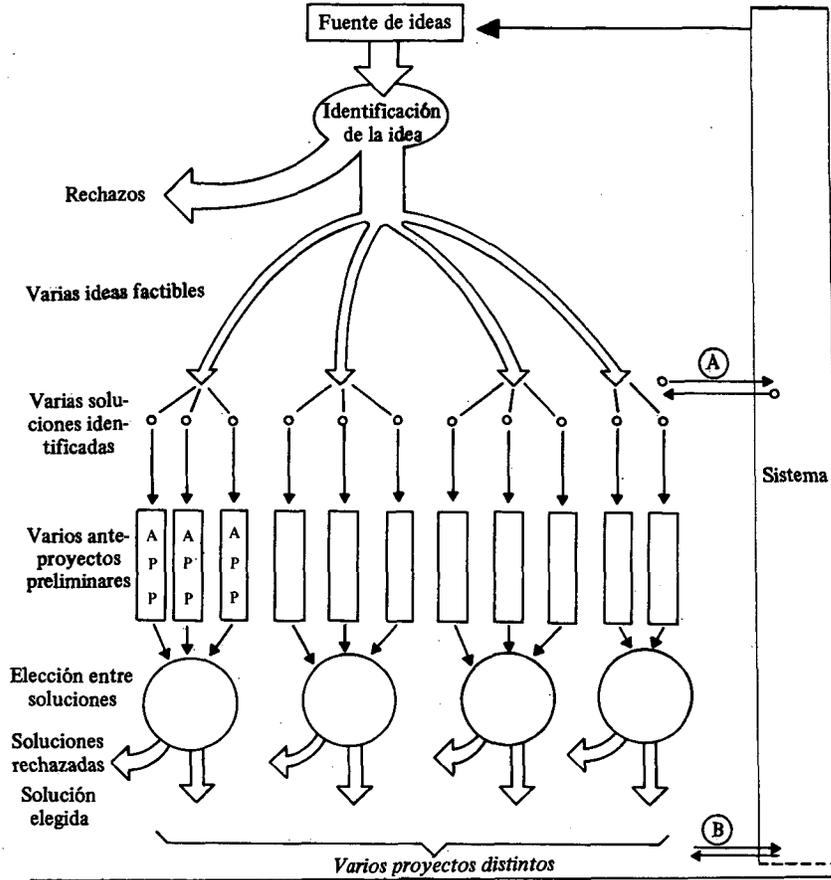
En el proyecto industrial el análisis de alternativas avanzaba hasta determinar la rentabilidad de la solución, estableciendo la ventaja de continuar estudiándola en la etapa siguiente. En los proyectos de energía que emanan de la demanda, la ventaja de seguir adelante con el estudio está fuera de discusión, por lo que es necesario adelantar en el estudio de alternativas sólo en la medida en que este esfuerzo sirva para comparar entre distintas soluciones. En el caso de los proyectos que emanan de la oferta debe procederse en forma similar a los proyectos industriales.

Es importante señalar que en los proyectos energéticos se cuenta con gran cantidad de información sistematizada para las soluciones y sus alternativas más comunes (costo por kilovatio, costo de inversión, etc.). Ello permite comparar soluciones con valores límites de sus alternativas (o un contorno probable) sin necesidad de especificar cada una de ellas (como suele ocurrir en los proyectos industriales).

A partir de este punto surge la duda de continuar con el estudio del anteproyecto definitivo como etapa separada o bien considerarlo como extensión del anteproyecto preliminar. La discusión en torno a este dilema no está agotada, pero desde el punto de vista metodológico

Gráfico 35

ESQUEMA DE ELECCION DE SOLUCIONES



La decisión entre proyectos distintos o la combinación que produce la mayor economía al sistema, escapan al campo de acción del proyectista. El sistema debería actuar a los niveles A o B (con la información del proyectista) para ahorrarse el costo de adelantar en la formulación de proyectos que posteriormente serían rechazados o postergados.

conviene mantener en general esta separación, aun reconociendo que en el caso de ciertos proyectos más pequeños —al igual que ocurre en los proyectos industriales— tienden a fundirse algunas de las etapas del patrón de análisis.

No se olvide que el anteproyecto preliminar centra su análisis en la elección entre soluciones, debiendo dejarse para el anteproyecto

Cuadro 18

SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS: ANTEPROYECTO DEFINITIVO

<i>Soluciones clásicas</i>		<i>Hidráulicas</i>	<i>Térmicas</i>	<i>Nucleares</i>
		<i>Alternativas posibles</i>	<i>Alternativas posibles</i>	<i>Alternativas posibles</i>
<i>Alternativas</i>				
Proceso ^a		<ul style="list-style-type: none"> - de pasada - de embalse - tipos de tuberías: Ruedas "Pelton" Ruedas "Francis" Ruedas "Kaplan"^b 	<ul style="list-style-type: none"> - Las alternativas de proceso, en general, son función de la presión y la temperatura del gas o vapor - Distintos tipos de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de combustible:^c uranio enriquecido o uranio natural - Tipo de moderador: grafito-gas, agua pesada, etc.
Tamaño	{ Planta Unidad	(Dejan de ser alternativas una vez elegida la solución)		
		El tamaño de la unidad depende de: Proceso → " → Sistema → " → y en las hidráulicas, del recurso natural ^d		
Localización	Estas alternativas se habrían agotado con el estudio de soluciones en el anteproyecto preliminar. El afinamiento correspondería a la etapa del proyecto de ingeniería			
Obra física		En el caso de pasada: - túnel - canal { revestido sin revestir En el caso de embalses: - diferentes tipos: hormigón gravitacional, arco, etc. Ubicación de la casa de máquinas con respecto al embalse ^e Diferentes tecnologías necesarias para la obra física ^f →	Distintos diseños de obra física; gran parte de estos estudios corresponden al diseño final de ingeniería	
Calendario	Algunas veces es necesario considerar las alternativas de calendario frente a las alternativas de túnel <i>versus</i> canal	-	Posibles diferencias de calendario debidas a licencias o problemas de diseño ^g	
Organización	Irrelevante			

^a Este análisis de alternativas se refiere exclusivamente a la parte mecánica del sistema de generación. La parte eléctrica no estaría sometida a estudio de alternativas en el campo del proyectista.

^b Las turbinas "Pelton", "Francis" y "Kaplan" corresponden a diseños genéricos de distintos tipos de ruedas. Cada una de ellas tiene un campo de aplicación bien determinado, en relación con la altura y el volumen de agua. No obstante, sus campos de aplicación se sobreponen y es en dicho campo donde el estudio de alternativas adquiere su verdadera validez. Así, por ejemplo, las "Pelton" corresponden a grandes alturas y volúmenes relativamente pequeños; las "Francis" a volúmenes y alturas medias, y las "Kaplan" a bajas alturas y grandes volúmenes de agua.

^c Existe una alternativa de proceso muy importante entre la "fusión" y la "fisión nuclear". No se ha incluido en esta lista porque hasta ahora la única posible de utilizar industrialmente es la fisión del uranio. Aún no se ha llegado a manejar el proceso de fisión nuclear para producir energía comercial, pero las investigaciones están orientadas en ese sentido (además de los estudios relativos al "plasma").

^d El tamaño de la unidad hidráulica está condicionado por la disponibilidad mínima de agua. Si se diseñara una unidad menor que ese límite se desaprovecharía la potencialidad del recurso natural.

^e La ubicación de la casa de máquinas con respecto al embalse debe ser dilucidada por el proyectista, ya que no sólo entran en consideración elementos técnicos sino también económicos. En realidad el conjunto embalse-casa de máquinas forma una alternativa. La casa de máquinas puede estar situada al pie del embalse, en caverna o alejada del sitio del embalse.

^f Esto corresponde al nivel tecnológico del medio, que pasa a constituirse en una seria limitante en la elección de alternativas. Aunque ocurre tanto en las centrales hidráulicas como en las nucleares, es más importante en las primeras por la mayor proporción de componente nacional que éstas representa, al menos en los países de América Latina.

^g El calendario de entrega de las plantas nucleares pasa a constituir una limitante muy importante. Así, por ejemplo, si se elige un cierto tipo de moderador, éste puede corresponder de momento a una patente de determinado fabricante que tenga sus pedidos copados por varios años. Tal es el caso de la General Electric con sus reactores. Esto obligaría en algunos casos a elegir otra alternativa de plazo de entrega más corto.

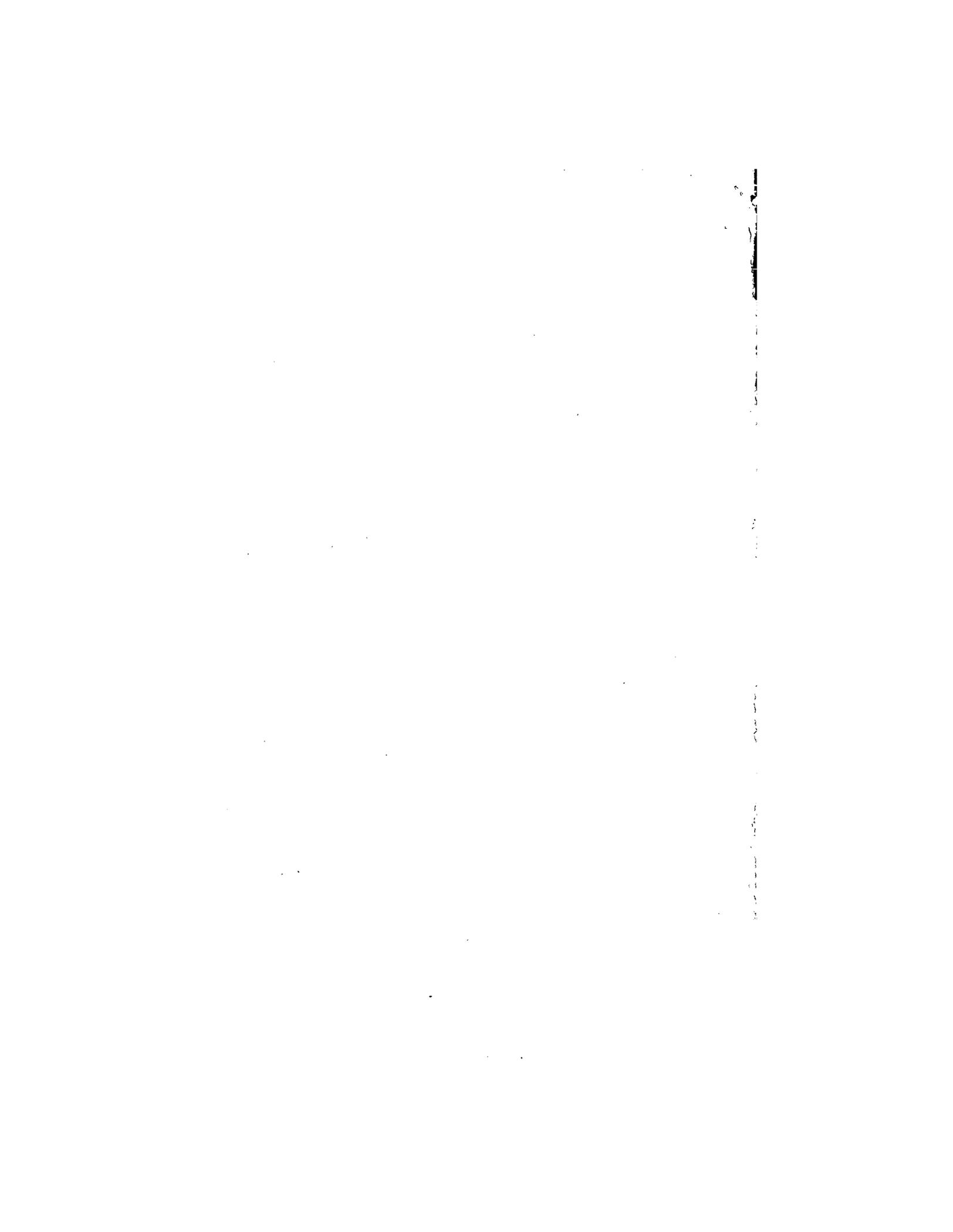
definitivo la tarea de encontrar la alternativa mejor (de acuerdo con los criterios que se adopten en cada caso) dentro de la solución elegida. La necesidad de realizar esta tarea en forma separada resulta más evidente si el anteproyecto preliminar no ha permitido elegir una sola solución y al término de esta etapa subsisten varias soluciones que dan origen a otros tantos proyectos distintos. (Véase a este propósito el gráfico 35.)

3. Anteproyecto definitivo

En general esta etapa del proyecto se realizaría siguiendo los mismos pasos señalados en el patrón general, aunque algunos de los estudios que suelen realizarse en esta etapa se hayan adelantado parcialmente al anteproyecto preliminar. Tal es el caso de las alternativas de calendario y localización, las cuales podrían ser profundizadas en esta última fase de la formulación del proyecto.

Cabe señalar que en los proyectos energéticos, la formulación y por lo tanto la labor efectiva del proyectista se encuentra en cierta forma comprimida entre la planificación y el proyecto de ingeniería. La metodología presentada en estas páginas se refiere a "funciones del proyectista" más bien que a acciones de responsabilidad exclusiva de la "entidad proyectista". De ahí que puedan producirse algunas situaciones prácticas de indefinición o posible duplicación de tareas entre la terminación del anteproyecto preliminar y el comienzo del proyecto de ingeniería.

A manera de ejemplo se muestra en el cuadro 18 el tipo de materias cuyo análisis debería comprender el anteproyecto definitivo en el estudio de alternativas.



EL INSTITUTO

ESTOS CUADERNOS