

INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN FÍSICA
Departamento de Planeamiento Turístico

**EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y DE
LOCALIZACIÓN DE INVERSIONES**



Dr. Arq. René J. Castellanos Romeu

1995

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y DE LOCALIZACIÓN DE INVERSIONES.

CONTENIDO TEMÁTICO:	PAG
I. GENERALIDADES.....	1
.1 Objetivos.....	1
.2 Definiciones y conceptos generales.....	1
.1 Concepto de Proyecto.....	1
.2 Concepto de inversión.....	2
.3 Concepto de Proyecto de Organización Territorial (POT).....	2
.3 Categorías de los proyectos.....	2
.4 Ciclo de vida de los proyectos.....	3
.5 La evaluación de proyectos.....	5
.6 Tipos de evaluación de proyectos.....	6
.7 Preparación de los proyectos.....	7
.8 La evaluación de la localización de proy.de inversión..	7
II. MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN, EVALUACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	11
.1 Clasificación de los métodos.....	11
.2 Métodos cuantitativos (Costo-Beneficio).....	11
.1 Análisis de Rentabilidad.....	11
.1 Métodos simples.....	12
.1 Tasa de Rendimiento Simple.....	13
.2 Período de Recuperación.....	13
.2 Métodos actualizados o descontados.....	13
.1 Valor Actual Neto (VAN).....	14
.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	16
.2 Evaluación económico-financiera.....	17
.1 Su lugar en los estudios de factibilidad.....	17
.2 La empresa como modelo económico-financiero.....	18
.3 Elementos del análisis económico-financiero.....	19
.4 Estado de Ingresos Netos.....	23
.4 Análisis de Corrientes de Liquidez (Flujo de Caja).....	24
.3 Evaluación financiera en casos de incertidumbre.....	25
.1 Análisis de Umbral de Rentabilidad.....	26
.2 Análisis de Sensibilidad o Variabilidad.....	28
.3 Análisis de Probabilidad.....	30
.4 Evaluación por el método de los efectos.....	30
.5 Evaluación por el criterio de los Gastos Reducidos.....	37
.3 Métodos cualitativos.....	40
.1 Método de Listas de Verificación.....	41
.2 Técnicas de Asignación de Puntajes (scoring models).....	42
.1 Métodos de Interacción Nominal. (Q-sorting).....	44
.2 Modelos de Aportes a Metas.....	45
.3 Métodos de Jerarquización Multicriterio.....	46
.1 El procedimiento Saaty.....	47
.2 Métodos Electre I y II.....	55

.4	Métodos Probabilísticos.....	66
.1	Modelos de dominancia entre proyectos.....	66
.2	Modelos de Portafolio.....	67
.5	Modelos de Programación Lineal.....	68
III.	LA PLANIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE INVERSIONES.....	63
.1	Antecedentes, definiciones y conceptos generales.....	69
.1	Evolución histórica de la teoría de la localización	69
.2	Los efectos de la localización de inversiones.....	73
.3	La planificación Ramal y Territorial.....	74
.4	La planificación Física y Territorial.....	76
.5	Integración de ambos tipos y efectos.....	77
.1	Análisis de Tamaño y Localización.....	77
.2	Economías y deseconomías de escala.....	78
.3	Economías de agregación.....	82
.6	Evolución y tendencias actuales en el mundo sobre el tamaño de las empresas industriales.....	84
.1	El tamaño y localización de la industria manu- facturera en Cuba.....	86
.7	El Proceso Inversionista.....	92
.1	Fases del proceso inversionista.....	92
.2	Criterios de evaluación de los proyectos.....	93
.3	Algunas de las principales deficiencias.....	93
.1	Falta de cooperación interindustrial.....	94
.2	"Gigantismo" industrial.....	94
.3	Las falsas "ampliaciones".....	97
.2	Escalas y niveles de la planificación territorial y de la localización de inversiones.....	98
.1	El Plan Físico Nacional y el Esquema General de Desarrollo y Distribución de las Fuerzas Productivas	99
.2	El Esquema Ramal-Territorial.....	101
.3	El Proyecto de Organización Territorial (POT).....	101
.4	Macro y Microlocalización de Inversiones.....	102
IV.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE INVERSIONES	95
.1	Métodos simples.....	104
.2	Métodos de los polivectores.....	105
.3	Métodos basados en los Gastos Reducidos Mínimos.....	108
.1	Metódica de la eficiencia de la localización de inversiones aisladas.....	108
.2	Metódica de la eficiencia de la localización de grupos de inversiones y de la formación de los CTP.	113
.4	Métodos multicriterios.....	118
.1	Procedimiento Electre.....	118
.5	Métodos de Programación lineal.....	122
.6	Métodos de evaluación de Proyectos de Org. Territorial..	130
.1	De desarrollo agropecuario.....	130
.2	De desarrollo turístico.....	132
.1	Generalidades.....	132

.2 Etapas de los estudios de preinversión.....	132
.3 Bases de la formulación de alternativas.....	133
.4 Criterios de selección de alternativas.....	133
.5 Validación de la metodología de evaluación económica y financiera del "polo" de Ancón.....	136
.6 Resultados de la evaluación.....	138
.7 Métodos de evaluación de proyectos ambientales.....	141
.1 Criterios de evaluación de proyectos ambientales....	141
.2 Técnicas para la toma de decisiones en evaluación de proyectos ambientales.....	142
.1 Análisis Costo-Beneficio (ACB).....	143
.2 Análisis de Costo-Eficiencia (ACE).....	144
.3 Análisis Multicriterio (AMC).....	144
.4 Análisis de Riesgo-Beneficio (ARB).....	144
.5 Análisis de Decisión (AD).....	146
.6 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	147
.3 Métodos de valoración de los beneficios ambientales.....	150
.1 Métodos basados en el mercado (Valorac. Directa).....	151
.1 Cambio de Productividad.....	151
.2 Pérdida de Ingresos.....	152
.3 Gastos Defensivos o de Protección.....	152
.2 Métodos basados en valores de mercados sustitutos.....	152
.1 Valor de la Propiedad.....	152
.2 Diferencial de Salarios.....	153
.3 Costo de Viaje.....	153
.4 Bienes con mercados como sustitutos de bienes sin mercado.....	154
.3 Métodos basados en Gastos Potenciales o Disposición a Pagar.....	154
.1 Costo de Reemplazo.....	154
.2 Proyecto Sombra.....	154
.3 Valoración Contingente.....	155
.4 Resumen.....	155

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	143
-------------------------------------	------------

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y DE LOCALIZACIÓN DE INVERSIONES

I. GENERALIDADES

I.1 Objetivos

Se pretende aumentar el caudal de conocimientos teóricos y prácticos de los especialistas del sistema de la Planificación Física en Cuba, que enfrentan cotidianamente la solución de problemas relacionados con la **localización de inversiones**, como etapa final de los proyectos de ordenamiento territorial.

En la solución eficiente de los problemas territoriales, la optimización de la localización de inversiones, que siempre ha sido una necesidad de primer orden y una responsabilidad que atañe directamente al Sistema de la Planificación Física, adquiere una mayor dimensión en las condiciones actuales.

Cumplir con este objetivo implica la imperiosa necesidad de actualizar nuestros conocimientos en esta materia, para lo que resulta imprescindible examinar los métodos y técnicas de evaluación de proyectos que se emplean actualmente en el mundo y en particular lo referido a su localización.

De esta forma se ha elaborado este material como resumen de una primera etapa de aproximación al tema, que tendrá que enriquecerse con la aplicación práctica en problemas concretos.

El trabajo lo hemos estructurado en cuatro capítulos que trata de abarcar la mayor parte de la problemática que actualmente se debate sobre este tema en el mundo.

Consideramos que muchos de las técnicas que se exponen, aunque son mayormente empleadas para la evaluación, selección y jerarquización de proyectos individuales, pueden ser aplicadas en el caso de los proyectos de organización territorial.

I.2 Definiciones y conceptos generales. [31]

.1 Concepto de Proyecto

- Es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, tendiente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.
- Conjunto de antecedentes que permiten estimar las ventajas y desventajas económicas que se derivan de asignar ciertos recursos de un país, para la producción de determinados bienes y servicios, comprendiéndose que la justificación de ventajas y desventajas económicas, supone una serie de estimaciones sobre

el futuro y consecuentes incertidumbres y riesgos. (Manual de Proyectos de Desarrollo Económico de ONU).

- Es la asignación de recursos escasos a determinados objetivos.
- Es una unidad de la actividad de cualquier naturaleza, que requiere para su realización del uso o consumo, inmediato o a corto plazo, de algunos recursos escasos o al menos limitados, aún sacrificando beneficios actuales, en la esperanza de obtener en un período de tiempo mayor, beneficios superiores a los que se obtendrían con el empleo actual de esos recursos, sean estos nuevos beneficios: financieros, económicos o sociales.

.2 Concepto de inversión.

Asociado con éstas definiciones se encuentra el concepto de inversión, que es cuando se cambia algo **cierto** (capital) por algo que es una **esperanza**, que tiene un **riesgo**, para obtener un incremento neto del capital.

.3 Concepto de Proyecto de Organización Territorial (POT)

En el campo de la organización territorial de las diferentes esferas de actividad del hombre, está el concepto de proyectos de organización territorial (POT), dirigidos a optimizar la localización de los proyectos de inversión de cualquier tipo.

Las características de los POT, su clasificación, objetivos, métodos de evaluación y su vinculación con la planificación del desarrollo socioeconómico, serán expuestas detalladamente en los Capítulos III y IV, que constituyen el núcleo de la Asignatura.

I.3 Categorías de los proyectos.

Atendiendo a la esfera o actividad a que se destinan los recursos económicos a invertir, los proyectos pueden clasificarse en seis grandes categorías. La importancia relativa y tipos de evaluación que se emplean comúnmente para estas categorías de proyectos son los siguientes:

Generalidades

Evaluación	Categorías	Imp. Macroec. Const Oper
Costo/Benef	1. De <u>infraestructura pública</u> (caminos, electrificación, acueductos, etc).	May Men
C/B	2. <u>Grandes proyectos de infraestructura</u> (puertos, aeropuertos, hidráulicos).	May Men
Costo/Efic	3. <u>Sociales</u> (salud pública, educación, viviendas).	Imp Imp
C/B	4. <u>Productivos</u> (de industrialización)	Imp
Otros	5. De <u>desarrollo social</u> (alfabetización, nutrición, vacunación, etc.)	Relat
Otros	6. De <u>apoyo a la producción</u> (asistencia técnica, capacitación).	Relat

I.4 Ciclo de vida de los proyectos. [1, pág 8].

Los proyectos, en ciertos aspectos, se parecen a los organismos vivos, en el sentido que nacen como una idea que debe alimentarse con información y estudios, para convertirse en una realidad concreta.

El proceso mediante el cual el proyecto pasa de la fase inicial como idea hasta convertirse en realidad, se conoce como "ciclo de vida del proyecto".

Durante este proceso de maduración el proyecto pasa por diferentes etapas, en cada una de las cuales se necesitan recursos y hay que adoptar decisiones. Cada etapa requiere de estudios técnico-económicos de complejidad y costos crecientes de acuerdo con el avance del proyecto en su ciclo de vida, tal como se muestra a continuación:

<u>Etapas</u>		<u>Relación con estudios técnico-económicos</u>	<u>Costo</u>	<u>Precisión</u>
1. Idea	→	Estudio de oportunidad	0.20 – 1.0%	± 30%
2. Perfil	→			
3. Prefactibilidad	→	Estudio de Prefactibilidad	0.25 – 1.5%	± 20%
4. Factibilidad		Estudio de Factibilidad	1.00 – 3.0 %	± 10%
5. Diseño				
6. Ejecución o construcción				
7. Operación o explotación				

Los pasos 1 al 5 se conocen generalmente como proceso de preinversión, donde se investiga sobre la conveniencia de realizar el proyecto.

La idea, es el primer pensamiento sobre la necesidad de satisfacer la demanda insatisfecha de un determinado interés social, individual, económico, político o científico. Es el motor que echa a andar el proceso inversionista.

En la etapa de perfil se gana en información sobre distintas alternativas; se hacen estimaciones preliminares de costo-beneficio; se analizan proyectos semejantes.

En la prefactibilidad se define el proyecto; se aspira a fundamentar la selección de una opción determinada del proyecto más ventajosa; incluye estudios típicos más profundos y detallados que los anteriores, tales como:

- Estudios de optimización de la situación actual;
- Estudios de mercado;
- Estudios de localización;
- Estudios técnicos y de ingeniería;
- Estudios organizacionales y contractuales.

La etapa de factibilidad tiene como objetivo fundamental, lograr una disminución mayor de la incertidumbre asociada con la decisión de emprender el proyecto. Los estudios asociados a esta etapa deberán precisar aspectos como tamaño y localización, tecnología, costos de inversión y de producción, financiamiento, calendario óptimo de ejecución y administración del proyecto.

Generalidades

La etapa de diseño constituye la fase final del estudio antes de la construcción, que incluye tanto la elaboración arquitectónica del proyecto como la redacción de las instrucciones y especificaciones detalladas para el manejo de los equipos.

En la etapa de ejecución se edifica la construcción civil y se adquieren los equipos y materiales para la puesta en marcha del proyecto.

Con la explotación se obtienen los beneficios previstos del proyecto y se requiere asignar fondos para el capital de explotación o para sufragar los gastos ordinarios.

La esencia de la división en grupos de etapas (ciclo), está dada en la necesidad de la disminución continua de la incertidumbre sobre el proyecto, para tener la certeza de la conveniencia de su ejecución.

El patrocinador de un proyecto casi siempre desea que se avance en las próximas etapas, mientras que el que lo financia está por no pasar a la otra hasta tanto no haya una incertidumbre menor en la etapa anterior.

Es necesario señalar que no todos los proyectos pasan por todas las etapas; algunas suelen saltarse si la disminución de la incertidumbre que podrían proporcionar no justifica el costo suplementario de emprenderlas.

.5 La evaluación de proyectos.

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no acometer un proyecto de inversión. Como vimos anteriormente, en el transcurso del ciclo vital de los proyectos, se realizan un conjunto de estudios típicos que conducen a determinar la viabilidad del proyecto y su efecto económico y social. [2, pág 61].

La evaluación de proyectos ha sido objeto de especial interés por parte de los organismos internacionales encargados de la economía del desarrollo. Este interés ha estado ligado a la importancia creciente de las inversiones en el sector público y al papel jugado por dichos organismos en la financiación de estos proyectos.

Para la elaboración de estos estudios, en los manuales de la ONUDI se proponen métodos de **selección, evaluación y jerarquización de proyectos**, que utilizan indicadores tanto cuantitativos como cualitativos, cada uno de los cuales presentan ciertas ventajas y limitaciones. [3].

En todos los casos se elaboran sobre la base de la **comparación de alternativas**. La teoría de evaluación de proyectos (teoría de decisión de inversiones), provee de un conjunto de criterios para poder realizar este tipo de análisis.

I.6 Tipos de evaluación de proyectos.

En los países de economía de mercado son reconocidos dos tipos de evaluación, para los casos en que el criterio a jerarquizar sea el de costo-beneficio: [1 pág 38].

- . evaluación privada;
- . evaluación social.

El primer caso corresponde a la evaluación que se realiza para cuantificar el efecto económico para el empresario, utilizando precios de mercado para calcular las corrientes de costos y beneficios.

En la evaluación social se compara el costo y los beneficios para la sociedad (país), es decir se trata de estimar la repercusión que tendrá el proyecto sobre el bienestar de la sociedad. A diferencia de la evaluación privada, en la social se calculan los costos y beneficios utilizando precios sociales o precios "sombra", que reflejan el costo real de los recursos.

Además de esta división general de la evaluación de proyectos, existe otra más comúnmente utilizada y reconocida en la literatura de la ONU, que considera tres tipos:

1. Evaluación financiera;
2. Evaluación económica;
3. Evaluación social.

La financiera corresponde con la "privada" de la clasificación anterior. Realmente no es una alternativa diferente ya que se realiza a precios de mercado y es del tipo costo-beneficio.

En la económica, a diferencia de la financiera, se considera el efecto del proyecto sobre toda la economía al utilizar precios de cuenta o precios "sombra". Además en la evaluación económica se consideran los efectos de otros "factores secundarios", como los costos y/o beneficios sobre terceros (contaminación ambiental, desecación de zonas pantanosas, etc.).

Generalidades

La evaluación social considera adicionalmente a la económica, el efecto del proyecto sobre:

- Proporción entre acumulación y consumo;
- Distribución de los ingresos entre diferentes grupos sociales;
- Disminución de las diferencias en el desarrollo socioeconómico de los territorios.

I.7 Preparación de los proyectos.

Los manuales citados recomiendan para la correcta evaluación de proyectos, la realización de los siguientes estudios: [1 pág 19].

- Diagnóstico y optimización de la situación actual;
- Análisis de opciones;
- Estudios de mercado;
- Estudios técnicos:
 - . Proceso de producción;
 - . Estudio de ubicación óptima;
 - . Estudio de tamaño óptimo;
- Estudio en materia de organización;
- Estudio financiero.

Como se observa, en la preparación de proyectos con esta metodología, se considera la localización como parte integrante de los estudios técnicos que se realizan estrechamente vinculados con la definición del tamaño y la tecnología del proyecto.

I.8 La evaluación de la localización de proyectos de inversión [41.

Como vimos, los estudios de localización (ubicación) de los proyectos de inversión, forman parte de los estudios técnicos que se realizan en la evaluación, bien sea privada o social. **Es decir, la localización está estrechamente interrelacionada con los otros elementos de la programación y planificación de las inversiones.**

El concepto de evaluación privada o social, en el caso de la evaluación de la localización de inversiones, podríamos hacerla corresponder, en el primer caso, con la evaluación que se hace para optimizar la localización de un proyecto aislado de la economía nacional. La social correspondería a la evaluación de los efectos de la localización, de uno o varios proyectos, en su interrelación mutua y con respecto a la economía nacional.

En cualquiera de los casos, la localización de inversiones constituye un proceso de análisis dirigido al logro de un conjunto de objetivos, que debe conducir a la selección del lugar óptimo para el desarrollo eficiente de la actividad de una instalación dada. En otras palabras, la localización debe tener un carácter óptimo, debe ser la más efectiva.

Para hablar de optimización y de efectividad de la localización, hay que referirse en primer lugar, al papel y lugar que ocupa la inversión que se localiza, en el desarrollo de las fuerzas productivas del país en general (evaluación social). Sólo cumplida esta etapa, sería lícito hablar de la eficiencia desde el punto de vista individual (evaluación privada).

En este sentido hay que referirse a las regularidades, principios y factores que interactúan en el proceso de evaluación de la localización en su sentido social. No es más que la base teórico-conceptual sobre la que se estructura el "andamiaje" de la localización.

A cada modo de producción le es inherente un tipo de regularidad en la localización:

- En el modo de producción capitalista, la regularidad principal que se manifiesta en la localización de las inversiones, es la obtención máxima de ganancias, lo cual conduce a una distribución irracional de las fuerzas productivas.
- A la economía socialista le son inherentes otras regularidades asociadas a la ley económica fundamental de ese modo de producción, y en correspondencia se manifiesta la distribución racional, la planificada y proporcional y la distribución integral de la producción.

En la base de estas regularidades de la localización en el socialismo, está el "ahorro máximo del trabajo social", cuya viabilidad se logra a través de la interacción de un conjunto de principios y factores:

Los **principios** de localización en el socialismo, son los objetivos que se elaboran para que el Estado guíe el desarrollo a largo plazo de la economía, es decir es la estrategia de la distribución de las fuerzas productivas, que se puede resumir como sigue:

- El desarrollo planificado e integral de la economía de las regiones, que garanticen la utilización racional del potencial científico-productivo y de los recursos naturales y laborales.
- La equiparación (igualación) del nivel de desarrollo económico de las regiones, sobre la base de la división territorial social del trabajo y de su especialización planificada.

¿ Como se plantea lograr el cumplimiento de estos objetivos estratégicos de la localización en el socialismo?

Generalidades

A través de la interacción de los llamados "**factores locacionales**", que son el conjunto de recursos (materiales y humanos), a través de cuya utilización, se materializan las relaciones entre un objeto de localización y el territorio. Estos factores pueden clasificarse en dos grupos:

- los que caracterizan ramas y producciones, también llamados determinantes locacionales
- los asociados a los potenciales de recursos disponibles en los territorios, conocidos como características locacionales.

Sobre la base de métodos cualitativos aplicados al sector industrial, y empleando la experiencia internacional, se ha determinado el nivel de influencia de los diferentes factores en la localización de las ramas y producciones industriales en Cuba. Un resumen de este estudio se puede consultar en la bibliografía recomendada para este capítulo.

Como conclusión de estos estudios de "factores locacionales", se elaboró una agrupación de ramas y producciones industriales, según la influencia que en su localización ejercen estos factores. Se propuso la utilización de cinco grupos, que son los siguientes:

1. Ramas con altas demandas de fuerza de trabajo.
2. Ramas vinculadas con el mercado de consumo.
3. Ramas vinculadas a las fuentes de materias primas.
4. Ramas de alto consumo energético.
5. Ramas de libre localización.

Esta clasificación es de suma importancia para los estudios de localización industrial. En primer lugar, permite formular correctamente las alternativas de localización de los proyectos de inversión y además contribuye a concentrar la atención sobre los factores fundamentales de localización de estas producciones industriales.

Al examinar el lugar y papel de los estudios de localización, en el procedimiento general de programación y selección de las inversiones, se puede afirmar que el análisis de la efectividad de la localización es parte del análisis de la efectividad de las inversiones. Sin embargo, hay una diferencia entre los estudios sobre la efectividad de las inversiones y los de localización. [5, pág 134-137].

Para la evaluación de la efectividad de las inversiones, es posible utilizar ciertos índices fundamentales, que pueden contribuir a aceptar o refutar el proyecto dado, si se demuestra que no es peor o aún mejor que la variante básica.

Con relación al estudio de la efectividad de la localización, no hay hasta ahora, normas o estándares que pudieran ser usados para evaluar la efectividad de la localización propuesta. No puede decirse razonablemente de localizaciones individuales, que ellas son "buenas" o "malas" sin **compararlas** con otras variantes de localización.

De acuerdo con esto, la efectividad de la localización de una planta industrial puede ser analizada sobre una **base comparativa** solamente. Por estas razones, el análisis de variantes es una condición fundamental para la evaluación de las localizaciones, lo cual tiende a ser decisivo en lo concerniente a la localización de una planta industrial.

La unidad de ambos procesos evaluativos (el de la inversión y el de la localización), está dada en su relación mutua, es decir en la vinculación inexorable de ambos estudios. Esta relación no siempre es simétrica, pues la inversión y las variantes de localización pudieran diferir en todos sus elementos excepto en la localización. Aquí la influencia de la localización en la efectividad del proyecto industrial es claramente visible.

Cabe señalar que el análisis de variantes de localización no es por sí mismo garantía de que la localización óptima será en realidad la escogida. El puede solamente indicar cuál de las variantes consideradas es la mejor. Pudieran existir mejores variantes que las consideradas. Por lo tanto, si el método de las variantes va a ser útil, aseguraría que las variantes adecuadas serán seleccionadas de entre las cuales la óptima será a su vez escogida.

De aquí podemos sacar como conclusión, que la selección de la localización de una planta industrial no puede ser tratada como si el problema consistiera en "esquemas aislados" sin referencia al análisis de planificación y estudios que proveen ciertas pautas y canales para la indagación de las variantes de localización.

Esto no es más que el proceso implícito en la metodología de localización correspondiente al modo de producción socialista. En el capítulo III serán expuestas en detalle, los niveles y escalas de la planificación de la localización de inversiones, tal y como se ha realizado en Cuba en los últimos años.

II. MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN, EVALUACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

II.1 Clasificación de los métodos.

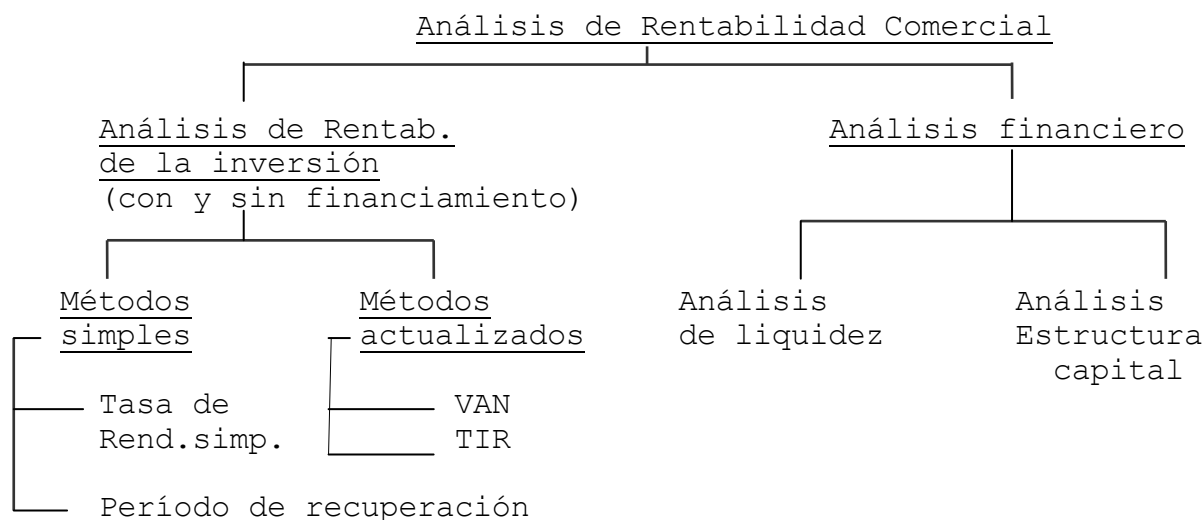
Tanto el paso de los proyectos de una etapa a otra a lo largo de su ciclo de vida, como la elaboración de programas de inversiones, requieren previamente una selección y jerarquización de los proyectos en espera de financiamiento, a fin de determinar cuales serán financiados y en que período. Para el desarrollo de este proceso es posible emplear distintos métodos o procedimientos, cada uno de los cuales presenta ciertas ventajas y limitaciones.

En general estos métodos pueden clasificarse en cuantitativos y cualitativos, atendiendo a las características de las valoraciones que se utilizan para la selección y/o jerarquización de los proyectos.

II.2 Métodos cuantitativos (costo-beneficio) [6].

.1 Análisis de rentabilidad.

Entre los análisis cuantitativos de selección y jerarquización de proyectos más utilizados, están los denominados análisis de rentabilidad comercial, que comprenden a su vez los siguientes tipos de análisis.



.1 Métodos simples.

Los métodos que se basan en el período de amortización y en la tasa de rendimiento simple, se denominan por lo general métodos simples o sencillos, porque no tienen en cuenta toda la vida útil del proyecto, sino sólo períodos breves de un año. Además los datos anuales se toman al valor real y no al valor actualizado.

.1 Tasa de rendimiento simple.

La tasa de rendimiento simple es la relación entre todas las utilidades netas, en un año normal de producción plena, con respecto al costo total de inversión. Tiene la desventaja de que resulta a veces difícil, y a veces imposible, determinar cual es el año más representativo del proyecto.

$$R = \frac{\text{Utilidad neta} + \text{Intereses}}{\text{Inversión}} \quad \text{ó} \quad R_{cs} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Cap soc aportado}}$$

.2 Período de recuperación.

El período de recuperación o de amortización de la inversión está dado por las utilidades (considerando la depreciación y los intereses) hasta que se compensa el costo de inversión. Este criterio mide el número de años que se necesitan para recuperar el capital invertido en el proyecto.

El mayor mérito del período de amortización como criterio para seleccionar proyectos, es la facilidad con que se puede calcular. Es particularmente útil para los análisis de riesgos, los cuales son muy necesarios en países políticamente inestables y en ramas de la industria en las que la obsolescencia técnica es muy rápida.

$$PRA = \sum_{t=0}^p \text{Utilidades (t) + Depreciación (t) + Intereses (t)}$$

hasta que se compense el costo de inversión.

.2 Métodos actualizados o descontados:

El problema de deducir directamente los costos del proyecto de los beneficios de éste, radica en que los costos y los beneficios generalmente se presentan en diferentes puntos en el tiempo. Por consiguiente es necesario "actualizar" los costos y los beneficios a una fecha común.

.1 Valor Actual Neto.

El Valor Actual Neto (VAN), también conocido como Valor Presente Neto (VPN), se utiliza para comparar en igualdad de condiciones, el costo del proyecto con los beneficios que producirá.

Desde el punto de vista conceptual, el VAN mide en dinero corriente, el grado de mayor riqueza que tendrá el inversionista en el futuro si emprende el proyecto.

El VAN se obtiene al deducir de la suma de las corrientes de ingresos actualizados, la suma de las corrientes de gastos actualizados.

Muestra el monto de beneficios reales que un proyecto aportaría y considera por tanto el valor cronológico del dinero. La fórmula básica para calcular el VAN de un proyecto es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t}$$

donde: B_t = beneficios en el año "t";

C_t = costos en el año "t";

r = tasa de descuento;

n = horizonte de evaluación en años.

Si utilizamos este criterio, será conveniente emprender un determinado proyecto sólo si tiene un valor actual neto positivo, lo que significa que el inversionista será más rico en el futuro si emprende el proyecto.

Como ejemplo, examinemos un proyecto con la siguiente corriente de costos y beneficios:

1er. año: inversión:	USD 50 000	
2do. año: gastos ordinarios	USD 10 000	Ingresos: USD 30 000
3er. año: gastos ordinarios	USD 10 000	Ingresos: USD 30 000
4to. año: gastos ordinarios	USD 10 000	Ingresos: USD 30 000
5to. año: gastos ordinarios	USD 10 000	Ingresos: USD 30 000
6to. año: gastos ordinarios	USD 10 000	Ingresos: USD 30 000
	Valor residual: USD 10 000	

Si utilizamos una tasa de descuento del 12%, el VAN de este proyecto es el siguiente:

$$VAN = - 50000/1.12 + 20000/1.12^2 + 20000/1.12^3 + 20000/1.12^4 + 20000/1.12^5 + 30000/1.12^6 = \boxed{24794 \text{ USD}}$$

Aunque se trata de uno de los mejores criterios para seleccionar proyectos, el VAN no refleja la inversión de capital necesaria para obtener determinado VAN. Por tanto para asignar prioridad a los proyectos es mejor utilizar la relación entre el VAN y el valor actualizado de la inversión (VAI), indicador conocido como RVAN y se expresa:

$$RVAN = \frac{VAN}{VAI}$$

y de ella se obtiene la tasa de rendimiento actualizada. Si usamos este criterio deberán elegirse los proyectos que presenten la RVAN más alta.

Si examinamos el proyecto anterior y otro con la siguiente corriente neta de fondos:

1er. año;	-200 000
2do. año:	60 000
3er. año:	60 000
4to. año:	60 000
5to. año:	60 000
6to. año:	80 236

El VAN de este segundo proyecto es también de 24 794 USD, sin embargo la inversión necesaria para generar esa cantidad de dinero es mucho mayor. Para el primer proyecto, la relación entre el VAN y la inversión será de 0.5, mientras que para el segundo será de 0.12.

El período de actualización debe ser igual a la duración del proyecto, que en la mayoría de los casos comprende el período de construcción mas unos 10 años de vida del proyecto.

Si el VAN es positivo, la rentabilidad de la inversión está por sobre la tasa actualizada o de rechazo; si es cero, la rentabilidad será igual a la tasa de rechazo. Por consiguiente, un proyecto con un VAN positivo o cero puede considerarse aceptable.

Si el VAN es negativo, la rentabilidad está por debajo de la tasa de rechazo y el proyecto debe descartarse, siendo más efectivo colocar el dinero en un banco.

Si se debe escoger entre diversas variantes, deberá optarse por el proyecto con el VAN mayor.

En resumen, en comparación con los métodos simples el VAN ofrece grandes ventajas como método discriminatorio, dado que tiene en cuenta toda la vida del proyecto y la oportunidad de las corrientes de liquidez.

.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).

La tasa interna de retorno de un proyecto, denominada también tasa de rentabilidad o de rendimiento, se define como la tasa de descuento que hace que el valor actual neto sea igual a cero, es decir, cuando la corriente de ingresos y egresos actualizados se igualan.

La TIR se obtiene recalculando el VAN por tanteo con diferentes tasas de actualización mediante la fórmula para el VAN, fijándolo igual a cero y calculando el valor resultante de "r". Esta TIR representa la rentabilidad exacta del proyecto.

Por ejemplo, para el primer proyecto con un VAN de 24794 USD, se obtiene una TIR de 31% resolviendo la ecuación siguiente:

$$\text{VAN} = - 50000/(1+x) + 20000/(1+x)^2 + 20000/(1+x)^3 + \\ 20000/(1+x)^4 + 20000/(1+x)^5 + 30000/(1+x)^6 = 0$$

de donde $x = 0.31$ Para el segundo proyecto analizado, se obtiene una tasa interna de retorno de 17% utilizando el mismo procedimiento.

El criterio de decisión mediante la utilización de la TIR, es que debe emprenderse el proyecto si su TIR es mayor que el costo del capital (costo de oportunidad del capital que se invertirá) o la tasa de interés pertinente para el inversionista. Si se comparan diversas variantes, se debe escoger la que tenga la TIR más alta, siempre que ésta sea mayor que la tasa de rechazo.

Entre las limitaciones de la TIR como criterio de decisión están las siguientes:

- si en el futuro hay ciertos años en que el costo sea mayor que los beneficios, es decir, si la corriente neta de fondos del proyecto presenta más de un cambio de signo en el transcurso del tiempo, hay más de una tasa de interés que llenaría el requisito de la ecuación de que el VAN sea igual a cero.
- la TIR no permite seleccionar proyectos que se excluyen recíprocamente, dado que una TIR mayor no significa necesariamente un mayor VAN.

.2 Evaluación económico-financiera de las inversiones.

.1 Su lugar en los estudios de factibilidad.

La evaluación **económica-financiera**, constituye la etapa final de los estudios de **factibilidad**, cuyo contenido se resume de la siguiente forma:

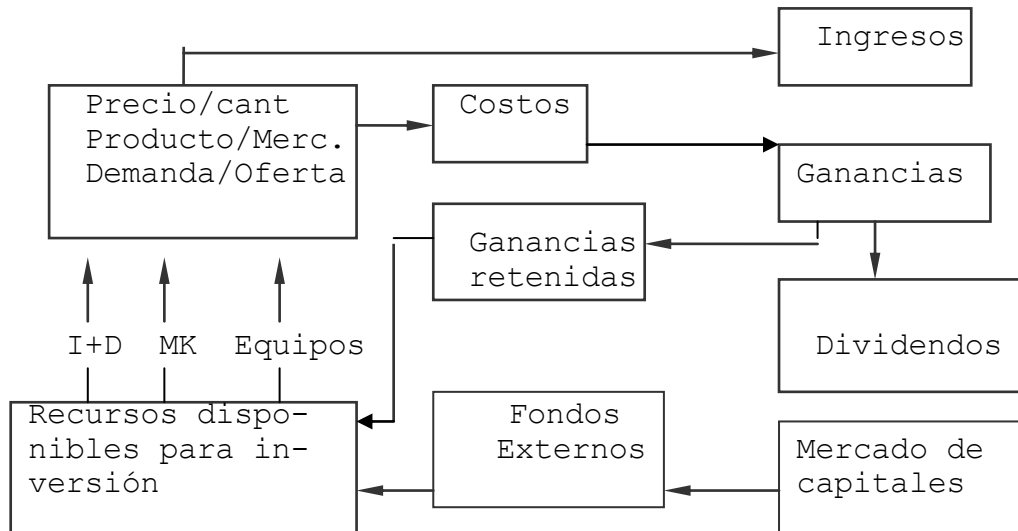
1. Antecedentes.
2. Mercado y Capacidad.
 - . Demanda y mercado.
 - . Pronóstico de ventas y comercialización.
 - . Programa de producción.
 - . Determinación de la capacidad.
3. Insumos materiales.
 - . Materias primas.
 - . Servicios, en particular energía.
4. Ubicación y emplazamiento.
5. Ingeniería del proyecto.
 - . Tecnología y equipos.
 - . Obras de ingeniería.
6. Organización de planta, gastos generales.
7. Mano de obra.
8. Calendario de ejecución.
9. **Evaluación económica-financiera.**

En los **antecedentes** se analizan las causas que motivan la realización del proyecto; a partir de las demandas del **mercado** y de la parte que pretendemos abastecer, se determina la escala o **capacidad** de producción y los **insumos** materiales que ese nivel de producción requiere; la **macro y microlocalización** de la planta se determina en correspondencia con los factores locacionales y de la mayor eficiencia del proyecto en los diferentes territorios.

Definida la **tecnología**, se elabora el plan general, se calcula la demanda de **fuerza de trabajo** y se elabora el **calendario** de ejecución del proyecto.

.2 La empresa como modelo económico-financiero. [32].

Esquemáticamente la empresa, vista como un modelo económico- financiero, presenta las siguientes relaciones:



I+D: Investigación-Desarrollo

MK : Marketing

De aquí se derivan las siguientes observaciones:

- Lo que se puede vender en el mercado, es la capacidad que debe instalarse.
- Si pagamos excesivos dividendos, vamos en contra de la autofinanciación, o sea es necesario quedarse con una parte como ganancias retenidas para el desarrollo de la empresa.
- De no tener suficientes fondos para la inversión, tengo que ir "afuera" en busca de préstamos. Nadie da dinero gratis, ni siquiera el autofinanciamiento es gratis, ya que tiene sus costos.
- Dividendo es costo de capital por acciones.

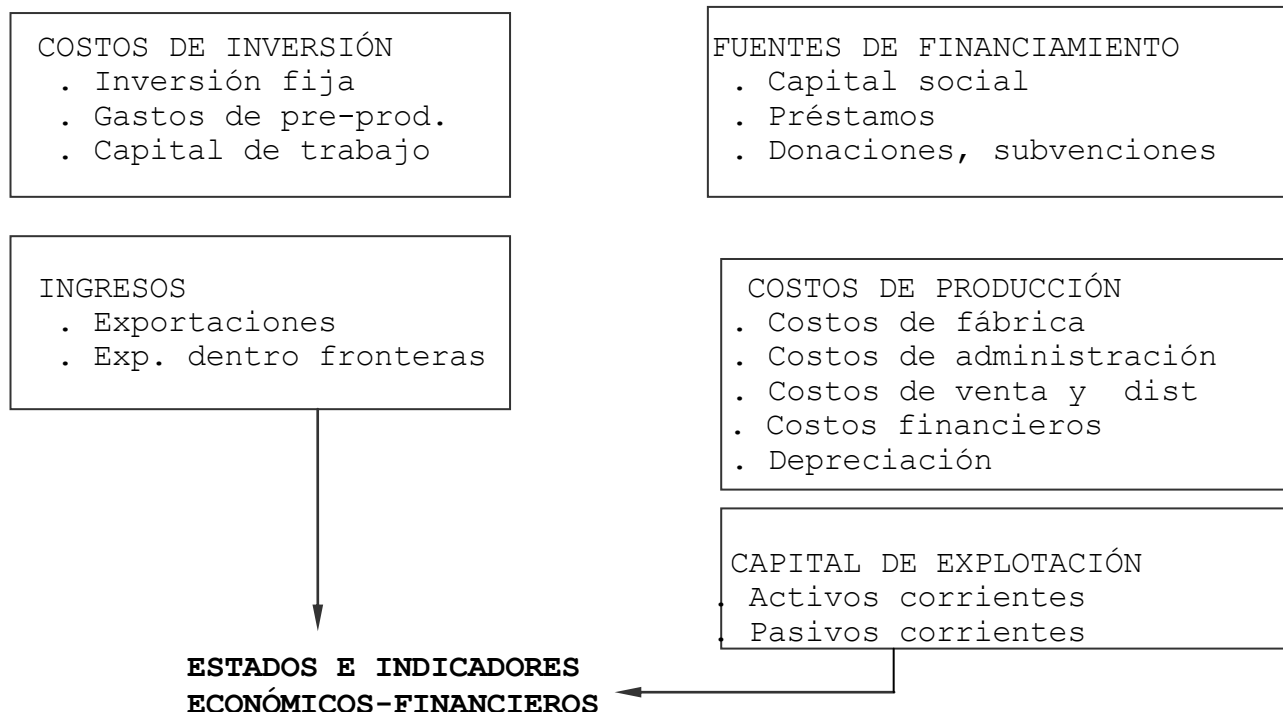
.3 Elementos del análisis económico-financiero⁷

¿Cuales son los elementos que deben tenerse en cuenta para el análisis económico-financiero de las inversiones?

Fundamentalmente son cinco los elementos a considerar:

- Costos de inversión total;
- Ingresos;
- Fuentes de financiamiento;
- Costos de producción;
- Capital de explotación.

Veamos gráficamente las interrelaciones de estos elementos y sus componentes:



Con la metodología de la ONUDI, el costo de inversión está formado por lo que se denomina inversión fija, los gastos previos a la producción y el capital de trabajo o capital de explotación.

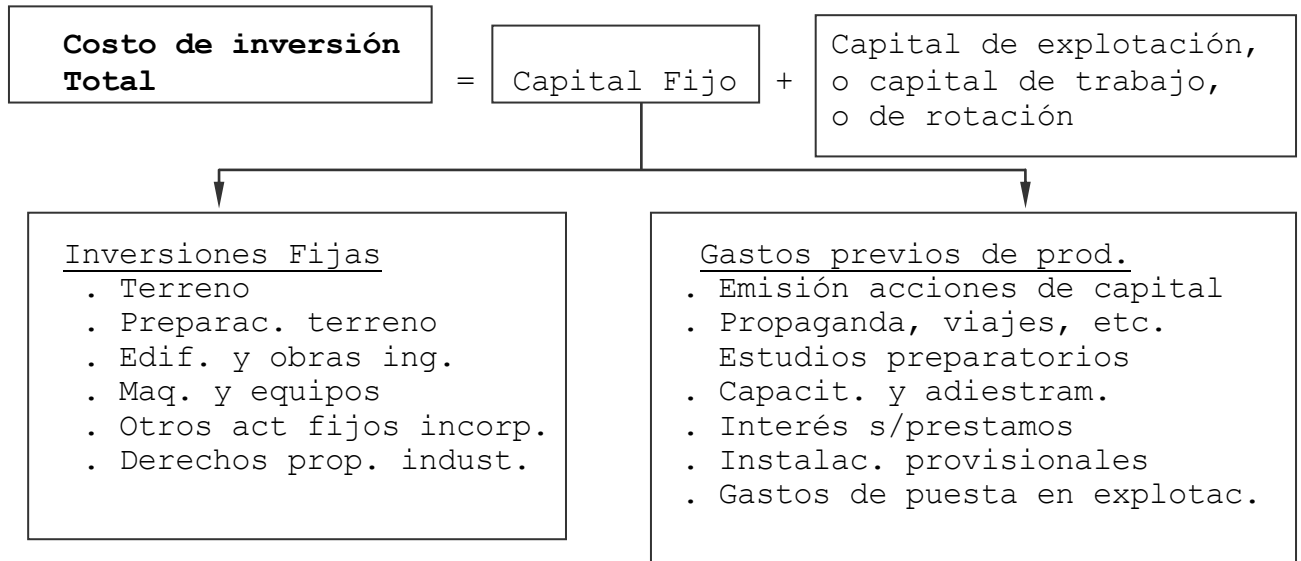
Los ingresos están dados fundamentalmente por las exportaciones, tanto al extranjero, como dentro de fronteras (turismo).

Las fuentes de financiamiento, están compuestas por el capital social, los préstamos y por determinadas donaciones o subvenciones que se obtengan.

⁷ Se utilizan los criterios de la Metodología y el "Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial" de la ONUDI.

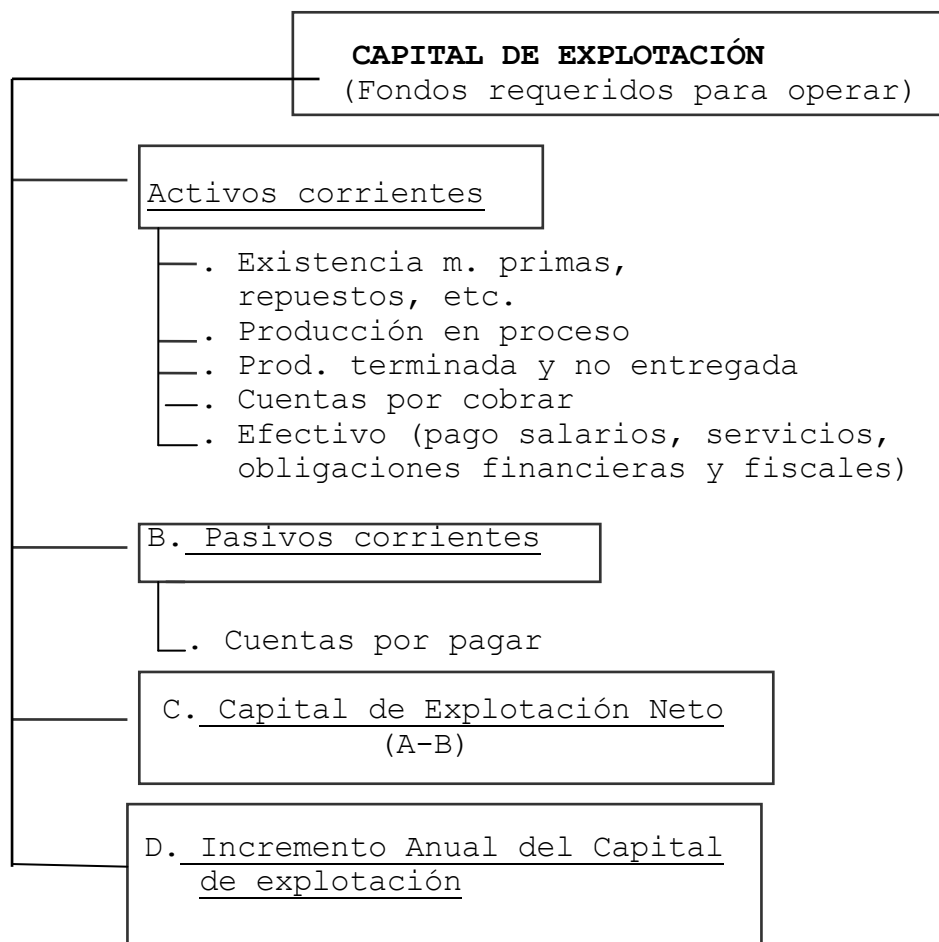
Los restantes elementos son los costos de producción y el capital de explotación, con sus pasivos corrientes y activos corrientes

Veamos más en detalle el indicador del Costo de Inversión Total.

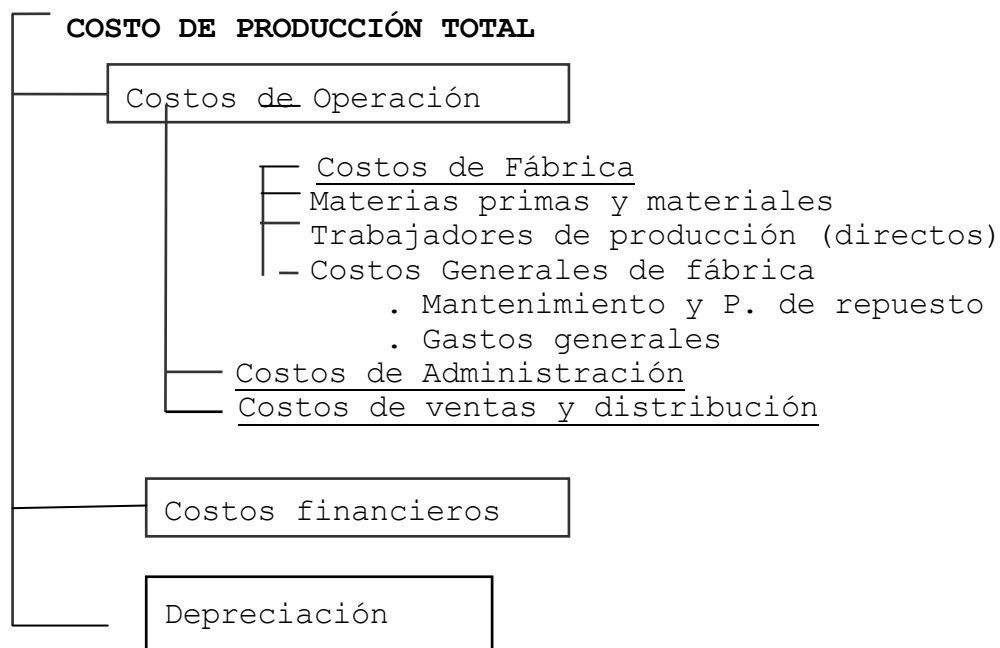


A las inversiones fijas le son inherentes gastos físicos, mientras que los gastos previos de producción son aquellos que no son totalmente físicos.

El Capital de Explotación está integrado por aquellos recursos que debo tener para que la inversión opere y se calcula como la diferencia entre Activos y Pasivos corrientes. Veamos en detalle los componentes del Capital de explotación.



La partida del Costo de Producción tiene los siguientes componen-
tes:



El **financiamiento** de un proyecto puede lograrse básicamente de tres fuentes, con los siguientes usos y características:

Fuentes de financiamiento	Uso fundamental	Características
- Capital Social	Inversión inicial	Aportado p/los dueños (socios) Paga dividendos
- Préstamos y créditos:		
. A largo plazo	Inversión inicial	Otorgados por bancos comerc. con pago de intereses.
. A corto y mediano plazo	Capital explotación	Otorgados por abastecedores con pagointer.
- Dinero en efectivo generado por el propio proyecto	Capital explotación	Se obtiene de: . ganancias ret. . depreciación . Reservas acum

4 Estado de Ingresos Netos.

Para estimar las necesidades financieras de una empresa (nueva o en expansión), se requiere la elaboración del Estado de Ingresos Netos de un "proyecto de balance" o un "pronóstico de corriente de liquidez".

El Estado de **Ingresos Netos** es un análisis muy importante y está dado por la diferencia entre los ingresos que obtenemos por nuestras ventas y los costos de producción, lo que nos da la utilidad imponible. Si a esta utilidad le deducimos nuestros impuestos sobre utilidades, se llega a alcanzar la utilidad neta.

A esta utilidad neta se le aplica el % de las utilidades acordadas a repartir entre los socios (utilidad distribuida o dividendos), cuya diferencia con la utilidad neta constituye la utilidad no distribuida.

Estado de Ingresos Netos

Indicadores	Períodos			
	Año 1	Año 2	Año 3....	Año n
1. Ingreso por ventas				
2. Costos de producción				
3. Utilidad imponible (1-2)				
4. Impuesto sobre utilidades				
5. Utilidad Neta (3-4)				
6. Utilidad distribuida				
7. Utilidad no distribuida (5-6)				
8. Reservas acumuladas o capitalizadas.				

.5 Análisis de corrientes de liquidez

La teoría del pronóstico de **Corrientes de liquidez** se basa en la recepción de dinero en efectivo prevista para un momento determinado y las salidas de dinero en efectivo pronosticadas para otros momentos.

Dicho de otra forma, la **Corriente de Liquidez o Flujo de Caja** analiza el movimiento del dinero en el tiempo, es decir, los ingresos y egresos que tenemos en el tiempo y como con el dinero que recibimos por un lado, podemos asumir los gastos del período siguiente.

De no efectuarse esta sincronización, se pueden producir pérdidas considerables de ingresos en términos de intereses (como resultado de la inmovilización de fondos), o demoras en la ejecución del proyecto (como resultado de estrangulamientos financieros).

La planificación financiera para el período operacional debe velar por que los ingresos de dinero en efectivo provenientes de las ventas sean adecuados para cubrir los costos de producción y todas las obligaciones financieras, tales como servicios de deudas, impuestos y pago de dividendos.

Corriente de liquidez para la planificación financiera

Indicadores	Const Explotac.				Valor residual
	Año 1	Año2	Año 3	Año n	
A. Entradas de efectivo					
1. Recursos financieros					
Capital social					
Préstamos					
Créditos					
Subsidios, donaciones					
2. Ingresos por ventas					
B. Salidas de efectivo					
1. Activos totales					
Inversión fija inicial					
Inversión fija corriente					
Gastos previos de prod.					
Incremento cap. explot.					
2. Costos de Operación					
3. Servicios de la deuda					
Reembolsos					
Intereses					
4. Impuestos					
5. Dividendos					
C. Saldo (A-B)					
D. Saldo acumulado (nunca debe ser negativo)					

.3 Evaluación financiera en casos de incertidumbre.

Los pronósticos de las demandas, la producción y las ventas, pueden no ser exactos por incertidumbres del futuro. Del mismo modo, no siempre son correctas las estimaciones de los costos de producción y de inversión, los precios o la duración del proyecto.

Cuando se trata de una inversión en estas condiciones, se deben examinar principalmente tres variables: ingresos por las ventas, costos de producción y costos de inversión. El equipo de planificación del proyecto debe identificar las variables que pueden tener una influencia decisiva sobre la rentabilidad del proyecto y que deben ser sometidas a análisis de incertidumbre.

Las causas de incertidumbre más comunes son la inflación, las modificaciones en la tecnología, las estimaciones erróneas de la

capacidad nominal, y el período de construcción y de prueba y puesta en marcha.

Los análisis de incertidumbre se pueden realizar en tres etapas:

- . Análisis de Umbral de Rentabilidad;
- . Análisis de Sensibilidad;
- . Análisis de Probabilidad.

.1 Análisis de Umbral de Rentabilidad.

Mediante el análisis de umbral de rentabilidad se determina el punto en el que los ingresos provenientes de las ventas coinciden con los costos de producción. Se puede definir también en términos de unidades físicas producidas, o del nivel de utilización de la capacidad, en el cual los ingresos provenientes de las ventas coinciden con los costos de producción.

En otras palabras, este análisis se realiza para determinar los niveles más bajos de producción y/o ventas a que puede elaborarse un proyecto, sin poner en peligro su viabilidad financiera.

Para calcular el umbral de rentabilidad, se deben considerar las siguientes condiciones:

- . Los costos de producción son una función del volumen de producción o de ventas;
- . El volumen de producción es igual al volumen de ventas;
- . Los costos operacionales fijos son iguales para todos los volúmenes de producción;
- . Los costos unitarios variables se modifican en proporción al volumen de producción y por consiguiente los costos de producción totales también se modifican en proporción al volumen de producción;
- . Los precios de venta unitarios de un producto o una gama de productos son iguales para todos los niveles de producción (ventas) a lo largo del tiempo;
- . Se deben utilizar datos de un año normal de operaciones;
- . El nivel de los precios de venta unitarios y de los costos de operaciones variables y fijos permanece constante;
- . Se fabrica un solo producto. Si se fabrican varios productos similares, la gama de productos debe ser convertible a un producto único;
- . La gama de productos debe permanecer constante a lo largo del tiempo.

Estas condiciones no siempre se dan en la práctica y los resultados de los análisis de umbral de rentabilidad pueden, a su vez, ser influenciados en forma negativa. Por consiguiente, los análisis de umbral de rentabilidad se deben considerar sólo como una herramienta complementaria de los otros métodos de evaluación de proyectos.

La determinación algebraica del umbral de rentabilidad, cuando se expresa en unidades físicas producidas, se realiza mediante las siguientes ecuaciones:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Ecuación para las ventas} & y = px \\
 \text{Ecuación para los costos de producción} & y = vx + f \\
 \text{o sea} & px = vx + f \quad (1a) \\
 & \quad \quad \quad f \\
 y & a = \frac{f}{p - v}
 \end{array}$$

donde: x : volumen de producción (ventas) en el punto de umbral de rentabilidad.

y : valor de las ventas (=costos de producción)

f : costos fijos

p : precio de venta unitario

v : costos unitarios variables

a : umbral de rentabilidad

Así, pues, del análisis de umbral de rentabilidad se pueden derivar varias conclusiones prácticas:

- . no es conveniente que el UR sea elevado, dado que ello hace a la empresa vulnerable a los cambios en el nivel de producción (ventas).
- . Cuanto mayor sean los costos fijos mayor será el UR.
- . Cuanto mayor sea la diferencia entre los precios de venta unitarios y los costos operacionales variables, más bajo será el UR.

El enfoque de UR tiene la ventaja de que permite al analista calcular varios UR, teniendo en cuenta diversas propuestas de inversión resultantes de diferentes capacidades instaladas o diversos procesos tecnológicos.

El UR también se puede determinar gráficamente sobre la base de las dos ecuaciones siguientes:

$$y = px \quad \text{e} \quad y = vx + f$$

.2 Análisis de sensibilidad o de variabilidad.

Con la ayuda del análisis de sensibilidad es posible mostrar cómo la rentabilidad del proyecto se modifica cuando se asignan valores a las variables necesarias para el cómputo (precios de venta unitarios, costos unitarios, volumen de ventas).

Permite conocer los parámetros de mas cuidadoso pronóstico al modificar más sensiblemente el resultado de los cambios.

Para ilustrar la aplicación del análisis de sensibilidad en la formulación de proyectos, a continuación se indican las repercusiones de los cambios en los precios de venta unitarios y en los costos de producción variables y fijos (incluida la depreciación) sobre el umbral de rentabilidad (como porcentaje de la utilización de la capacidad).

Partidas	Valor MUSD
Ingreso de las ventas	12500
Costos de producción fijos	3280
de los cuales:	
Depreciación	780
Costos de producción variables	6500

La cantidad de unidades producidas es 2 millones y el umbral de rentabilidad se calcula en función de la utilización de la capacidad.

a) Suponiendo que el precio de venta unitario cambie primero de 6.25 a 5.75 dólares y luego a 5.50 dólares:

$$\text{Umbral de Rentabilidad} = \frac{\text{Costos de producción fijos}}{\text{Ingreso/ventas} - \text{costos prod variables}}$$

$$UR_1 = \frac{3280}{11500 - 6500} \times 100 = 65\% \text{ (ó 1300 MU = 7475 MUSD ventas)}$$

$$UR_2 = \frac{3280}{11000 - 6500} \times 100 = 73\% \text{ (ó 1460 MU = 8030 MUSD ventas)}$$

Aplicando la fórmula (1a) se puede obtener también el precio de venta con el cual se logra el umbral de rentabilidad del proyecto:

$$2000 \times p = (\$3.25 \times 2000) + 3280$$

$$p = \$4.89$$

En otras palabras, el proyecto sufriría pérdidas si no fuera posible alcanzar un precio de venta de 4.89 dólares. Comparando el precio del umbral de rentabilidad con el precio de venta calculado a plena utilización de la capacidad, el proyecto previsto tiene un margen de seguridad de:

$$\frac{6.25 - 4.89}{6.25} \times 100 = 21.8\%$$

El margen de seguridad en términos de la producción está dado, por supuesto, por la tasa de utilización de la capacidad en el umbral de rentabilidad y por la utilización plena de la capacidad prevista (100% - UR). En el ejemplo, el margen es 100-65=35% para UR₁ y 100-73=27% para UR₂.

b) Suponiendo que los costos de producción variables:

- 1) Aumenten en un 10%, mientras la depreciación y los costos de operaciones fijos permanecen iguales:

$$UR_1 = \frac{3280}{12500 - (6500 + 650)} \times 100 = 61\% \text{ (ó 1220 MU=7625 MUSD ventas)}$$

- 2) disminuyan en un 10%, mientras la depreciación y los costos de operaciones fijos permanecen iguales:

$$UR_2 = \frac{3280}{12500 - (6500 - 650)} \times 100 = 49\% \text{ (ó 980 MU=6125 MUSD ventas)}$$

c) Suponiendo que los costos de producción fijos:

- 1) aumenten en un 10%, mientras la depreciación y los costos de operaciones variables permanecen iguales:

$$UR_1 = \frac{2500 + 250 + 780}{12500 - 6500} \times 100 = 59\% \text{ (ó 1180 MU=7375 MUSD ventas)}$$

- 2) disminuyen en un 10%, mientras la depreciación y los costos de operaciones variables permanecen iguales:

$$UR_2 = \frac{2500 - 250 + 780}{12500 - 6500} \times 100 = 50\% \text{ (ó 1000 MU= 6250 MUSD ventas)}$$

.3 Análisis de probabilidad.

Se realiza en casos de gran incertidumbre sobre la viabilidad de un proyecto, ya que requiere de numerosos cálculos.

En los análisis de probabilidad se procura no sólo pronosticar variables a partir de estimaciones optimistas y/o pesimistas, sino también ampliar considerablemente la gama y determinar la probabilidad de que se den cada uno de los valores de la variable.

.4 Evaluación por el Método de los Efectos [7, 8].

.1 Aspectos generales.

El "**Método de los Efectos**" constituye un método de evaluación de proyectos concebido en el contexto de la elaboración de un "Plan de desarrollo", a diferencia de los métodos que utilizan los "precios de cuenta", fundamentados en el modelo neoclásico del equilibrio general.

El Método de los Efectos es la formalización de un conjunto de trabajos realizados por equipos de cooperación franceses sobre los problemas de la evaluación y la programación de proyectos en los países en vías de desarrollo.

Sobre el Método de los Efectos existe un gran desconocimiento en el área latinoamericana, a pesar de ser de amplia aceptación y aplicación generalizada en muchos países en vías de desarrollo de la zona francófona (Marruecos, Costa de Marfil, Mali,...).

Como componente del plan, el Método de los Efectos debe propender, a través del Estado, a la selección de proyectos tales que:

- se respeten las **restricciones** de la economía (financieras, de equilibrio presupuestal, de balanza de pagos, etc.);
- se logren los **objetivos** perseguidos, operando con hipótesis que caractericen la situación de los países en desarrollo, en particular la hipótesis del subempleo importante de la mano de obra.

Es decir, el **principio** en que se basa la evaluación por este método, es **medir los efectos** de cada proyecto sobre los **objetivos** perseguidos y sobre sus **restricciones**.

Una vez hecha y aprobada la selección de proyectos, se requiere la implementación por el Estado en la realidad de esos países, a través de políticas fiscales, aduaneras, de precios, de préstamos, reglamentaciones, intervenciones directas, etc.

.2 Premisas para la aplicación del Método.

El Método razona en un contexto en el cual las economías:

- están ampliamente **abiertas** al comercio exterior;
- presentan **desequilibrios** marcados en la distribución del ingreso por capas sociales y regiones, déficits en la balanza de pagos, déficit presupuestal, etc.;
- para los cuales se plantea un problema de "**desarrollo económico**";

Con independencia de si se trata de una planificación "imperativa o "indicativa", "pasiva" o "activa", el Método de los Efectos se sitúa en un contexto caracterizado por:

- un papel económico importante del **Estado**;
- una **información** estadística económica suficiente;
- una voluntad firme de las **autoridades políticas** para alcanzar ciertos objetivos;

.3 Descripción de las etapas principales del Método:

El proceso analítico para la medición de los efectos se realiza en cinco fases:

- 1.- análisis detallado de la economía del país;
- 2.- análisis detallado del proyecto;
- 3.- inserción del proyecto en la economía (economía con proyecto);
- 4.- estudio de la solución alternativa (economía sin proyecto);
- 5.- comparación de las dos soluciones para determinar los efectos del proyecto en la economía.

El contenido de cada fase del método es el siguiente:

1. Análisis de la economía:

Se explicitan las **características de la economía** en la que van a operar los objetivos y restricciones. En la práctica este análisis se traduce en la elaboración de las cuentas detalladas de sectores de producción y en la matriz insumo-producto.

De esta forma cada sector y rama de producción están caracterizados por la descomposición del valor de su producción en:

- . consumo intermedio doméstico;
- . consumo intermedio importado;
- . valor agregado, con su estructura en:
 - . salarios;
 - . impuestos;
 - . ingresos de empresarios, etc.

Cada uno de los consumos intermedios domésticos puede ser descompuesto a su vez en: consumo intermedio doméstico; consumo intermedio importado; valor agregado.

Continuando con este tipo de descomposición se puede llegar a caracterizar cada sector según el valor de la producción, en los siguientes rubros:

- . importaciones incluidas;
- . consumos intermedios importados directa o indirectamente en el proceso de producción;
- . valor agregado incluido: suma de valores agregados directos e indirectos.

Al expresar estos valores en términos porcentuales, se puede entonces disponer del valor del producto que corresponde a ingresos distribuidos en el país (tasa de valor agregado incluido) y la parte restante del valor del producto que sale de la economía (tasa de importaciones incluidas).

.2 Análisis del proyecto.

El análisis consiste en desglosar el período de operación del proyecto en los siguientes indicadores:

- . consumo intermedio doméstico por tipo de producto;
- . consumo intermedio importado por tipo de producto;
- . valor agregado: salarios (por categorías), impuestos, ingresos del empresario, etc.
- . total anual de ingresos del proyecto.

Resulta un análisis del mismo tipo que el de la fase anterior, con el fin de conocer cómo se articulará y afectará la economía, si se realiza el proyecto, lo cual será objeto de la etapa siguiente.

3.Inserción del proyecto en la economía: (economía con proyecto).

En esta etapa se relacionan (integran) las dos anteriores, con el fin de simular la inserción del proyecto en la economía, que podría presentarse en dos formas:

- analizando el conjunto de proyectos ligados al proyecto estudiado;
- analizando el conjunto de actividades ligadas al proyecto estudiado.

En el **primer** análisis se consideran aquellos proyectos que son imprescindibles para el funcionamiento del estudiado. Ej. los proyec-

tos de transporte y puerto para un proyecto de explotación de un recurso mineral.

El **segundo** análisis se refiere al conjunto de actividades afectadas por la ejecución del proyecto (o del conjunto de proyectos), implicaciones que se dan en dos sentidos:

- en el suministro de consumos intermedios suplementarios;
- por inversiones suplementarias.

En el primer caso estos recursos intermedios suplementarios pueden ser estimadas rápidamente aplicando a los consumos intermedios domésticos del proyecto estudiado, las tasas calculadas en las etapas 1 y 2.

El segundo caso se presenta cuando algunas unidades de producción doméstica operan a plena capacidad, por lo que se requerirá de una inversión suplementaria, que debe agregarse a la inversión del proyecto. De esta forma se obtendrá en esta etapa el impacto real sobre la economía por la ejecución del proyecto, disponiéndose del valor de la producción del proyecto según: importaciones incluidas, valor agregado incluido (a su vez expresado en los distintos componentes).

El rubro de inversión a considerar será igual a la suma de: la inversión propia del proyecto; la inversión de los proyectos ligados al proyecto; las inversiones suplementarias en otras ramas de la producción que permitan satisfacer el consumo intermedio del proyecto o conjunto de ellos.

.4 Estudio de la solución alternativa: (economía sin proyecto).

Las soluciones alternativas, bajo el supuesto de demanda doméstica dada (etapa 2 del plan), pueden ser de tres tipos, a las cuales corresponden tres tipos de proyectos:

- si la alternativa es la importación, se trata entonces de un **proyecto de sustitución de importaciones**.
- si la alternativa es una técnica tradicional o artesanal, se trata entonces de un **proyecto de modernización técnica**;
- si la alternativa consiste en no hacer nada, se trata entonces de un **proyecto de exportación** (o de valorización de productos anteriormente exportados en forma bruta).

Para cada uno de estos tres tipos de solución alternativas, se puede hacer un análisis similar al realizado para el proyecto. De esta forma, para un mismo valor de producción, la solución alter-

nativa está caracterizada por: importaciones totales; valor agregado total (discriminado en sus diferentes componentes).

.5 Efecto global del proyecto sobre la economía.

La comparación de las dos soluciones (con y sin proyecto) permite estimar el efecto global del proyecto sobre la economía, razonando bajo la hipótesis de subempleo importante de la mano de obra.

En un contexto de demanda final dada (etapa 2 del plan), un buen número de proyectos van a ser considerados como proyectos de sustitución de importaciones: todos aquellos proyectos para los cuales, de no realizarse, sería necesario importar el producto.

Los proyectos de modernización técnica comprenden aquellos proyectos industriales cuya producción reemplazará producciones con técnicas tradicionales o artesanales.

En los proyectos de exportación se trata de la transformación de materias primas en productos de mayor valor agregado (textiles, torta de soya, artículos de cuero, gasolina, etc), o cuya alternativa es exportarlos como se venía haciendo (algodón, soya, cueros, petróleo, etc).

El **efecto global sobre la economía** es igual al incremento en el valor agregado "a" debido a la realización del proyecto. En los tres casos anteriores, este incremento en el valor agregado es igual al ahorro de divisas para la economía y por lo tanto, es independiente del nivel de precios domésticos.

Así por ejemplo, en el caso de un proyecto de sustitución de importaciones, el valor agregado de la solución alternativa (la importación) está constituido por los derechos de aduana que el Estado recibe, o podría recibir, si colocara en el mercado el mismo producto al mismo precio.

El "a" creado caracteriza la contribución del proyecto a la producción interna bruta y por tanto constituye una medida del impacto del proyecto en el desarrollo económico del país.

.4 Selección de proyectos aplicando el Método de los Efectos.

En un contexto global los proyectos aparecerán más interesantes mientras aporten una mayor contribución a los objetivos perseguidos y sin que tengan necesidad de muchos de los recursos sometidos a restricciones.

La **selección** de proyectos será hecha entonces al confrontar los análisis de los efectos precedentes con los diversos objetivos (etapa 1 del plan) y con la restricciones existentes (financieras, equilibrio de la balanza de pagos, equilibrio presupuestal...).

Esta confrontación puede ser sintetizada presentando:

- el impacto del proyecto sobre un objetivo determinado (característica de beneficio).
- requerimiento de recursos escasos (característica de costo).

Estos dos criterios permiten la clasificación de unos proyectos contra otros, aunque es imposible dar cuenta simultáneamente por un simple cálculo, del conjunto de objetivos y restricciones de una economía.

De esta forma la selección de proyectos deberá ser el resultado de un proceso de discusión con los responsables políticos: los economistas presentan una primera selección de proyectos y sus diferentes efectos, los responsables políticos tendrán que tomar posición respecto a ellos y a precisar los objetivos perseguidos.

Esta secuencia iterativa es lo que caracteriza la esencia de los trabajos de elaboración del Plan. En términos prácticos se presentan dos tipos de cálculos:

- un cálculo global que relacionen para todos los proyectos, el valor agregado suplementario con el monto de inversiones requeridas;
- cálculos parciales más detallados, a partir de la distribución de los ingresos creados por tipo de agente.

En el Método de los Efectos el criterio de aceptación más corriente consiste en considerar como beneficio, el valor agregado suplementario; como costo, el monto de inversiones.

Si se supone que los flujos anuales de producción del proyecto son constantes, el criterio más simple de selección es la relación:

$$\frac{a}{I} \quad ; \text{ donde: } a = \text{Valor agregado suplementario creado por el proyecto (igual al ahorro de divisas).}$$

$I =$ Costo de inversiones.

Este criterio de selección corresponde lógicamente a proyectos que presentan un flujo de producción constante y de vidas útiles de la misma duración.

Si estas condiciones no se cumplen, se propone el criterio de la tasa interna de retorno, dada por la siguiente expresión:

$$-I + \sum_{t=1}^n \frac{a_t}{(1+r)^t} = 0$$

donde:

a_t = Valor agregado suplementario creado en el año t ;
 I = Costo de inversión;
 n = Vida útil del proyecto;
 r = Tasa interna de retorno.

Ya sea utilizando el primer criterio o el segundo, la significación del proceso de selección es claro: escoger los proyectos que crean un mayor valor agregado suplementario por unidad de inversión, lo cual conduciría a un desarrollo económico más rápido, pues para un monto de inversión dado, el "a" creado será máximo.

.5 Evaluación de proyectos por el criterio de los Gastos Reducidos Mínimos (GRM) [9, pág 11-23].

El criterio de los **Gastos Reducidos Mínimos (GRM)** para la evaluación de proyectos, conocido también como criterio de **eficiencia económica comparativa**, tuvo una amplia divulgación en Cuba a partir de las experiencias de su aplicación en la antigua URSS.

Se le denomina así porque se utiliza para seleccionar la mejor variante de inversión cuando hay varias **alternativas** tecnológicas para ampliar o crear nuevas capacidades de producción de uno o más bienes preseleccionados.

También el criterio de los GRM fue utilizado para la evaluación de la eficiencia comparativa de la **localización** de inversiones industriales y en la formación de los Complejos Territoriales Productivos (CTP), aplicaciones que serán expuestas en el capítulo correspondiente.

La mayor limitación atribuida a este criterio de evaluación de inversiones, radica en que sólo tiene en cuenta el costo mínimo, o mejor dicho el valor de producción mínimo como criterio económico. Sin embargo, es muy riesgoso para la economía nacional tomar una decisión de inversión sin tener en cuenta otros factores económicos y sociales, lo que conduce a que la variante tecnológica de producción más conveniente para el país, muchas veces no es la que brinda el menor costo de producción para la economía.

El criterio de **Gastos o Costos Reducidos Mínimos** se conoce generalmente en la economía socialista por la expresión siguiente:

$$C_i + E_n \cdot I_i = \text{Mínimo}; \quad (1) \quad i = 1, 2, 3, \dots, k$$

donde:

C_i = costo de producción promedio anual de la variante i .

E_n = coeficiente normativo o tasa de eficiencia económica ramal o nacional.

I_i = costo de inversión total de la variante i .

i = variantes de inversión básica. ($i = 1, 2, 3, \dots, k$).

Esta fórmula expresa los GRM para un año promedio de explotación de la inversión. Obsérvese que utilizando el coeficiente (**E_n**) aplicado al costo de inversión, pueden ser sumadas partidas de gastos que se hacen de "una sola vez" (inversiones), con partidas de gastos que se hacen "todos los años" durante la vida útil de la planta (costos de producción).

Los GRM pueden ser calculados para todo el período de recuperación de la inversión, sustituyendo en la fórmula (1) el coeficiente de eficiencia normativo por su inverso $1/E_n$, de la siguiente forma:

$$C_i \cdot T_n + I_i = \text{Mínimo}; \quad (2)$$

donde:

T_n = Período de recup. de la inversión (magnitud inversa a E_n).

La denominación de Gastos o Costos Reducidos Mínimos de este criterio de eficiencia, no es la que mejor caracteriza este indicador de eficiencia económica, ya que en esencia estamos calculando el valor o precio de la producción promedio anual (costo de producción + ganancia normada).

Esto es así, ya que de forma general la eficiencia se calcula como:

$$(a) \quad \frac{V_p - C_p}{I} = E \leq E_n ; \text{ donde } \begin{array}{l} V_p = \text{valor de producción} \\ C_p = \text{costo de producción} \\ I = \text{inversión total} \\ E = \text{eficiencia de la inv.} \end{array}$$

Como $V_p - C_p = \text{Ganancia}$

por tanto la expresión (a) quedaría como:

$\frac{\text{Ganancia}}{I} = E$	de donde:	$\text{Ganancia} = I.E \text{ y } \text{Ganancia Normada} = I . E_n$
---------------------------------	-----------	--

Por estas razones es mejor denominar este criterio como criterio de eficiencia económica comparativa.

Otro factor que ha incidido en la poca utilización de este criterio como predominante para seleccionar las mejores variantes tecnológicas de los proyectos, está dado en la gran cantidad de premisas o supuestos que hay que tener en cuenta, que en muchas ocasiones no se cumplen y hace incomparables las variantes.

Con el objetivo de contribuir a mejorar la distribución territorial de la producción industrial, en los años 70 los economistas cubanos utilizaron el criterio de los GRM, pero añadiendo a la expresión (1) los gastos de transportación de la producción terminada desde las zonas alternativas de posible ubicación de la inversión, hacia las distintas zonas de consumo del producto terminado y que minimicen el gasto total de transportación.

En este sentido la fórmula de los GRM adoptó la forma siguiente:

$C_i + E_n . I_i + \sum_{j=1}^p T_{ij} = \text{Mínimo}; \quad (3) \quad i= 1,2,3,..,k$
--

donde:

T_{ij} = gastos de transportación promedio anual de la producción terminada desde la zona i de localización de la fábrica a las distintas zonas de consumo j más cercanas.

i = zonas de posible localización de la nueva planta.

j = zonas de consumo de la producción terminada, $j=(1,2,3,...,p)$

No obstante ser más objetiva, esta fórmula (3) tenía aún limitaciones ya que no tomaba en cuenta el efecto económico en los costos de producción y las diferentes distancias de transporte de materias primas.

Además en esta expresión no se consideran los gastos en inversiones inducidas en infraestructura técnica y social, ni los necesarios para garantizar los consumos intermedios suplementarios de la inversión principal (medios de rotación), gastos que se presentan con marcadas diferencias territoriales.

Determinado por estas limitaciones, en la década de los 80, como parte del perfeccionamiento de los estudios de localización que se realizaban en el IPF, se comenzó a aplicar de forma experimental una formulación de los GRM basada en los denominados **"gastos diferenciados por territorios"**.

En el Capítulo IV se abordará en detalle las características, contenido y aplicación de esta variante del criterio de GRM.

II.3 Métodos cualitativos de evaluación de proyectos.

Hasta ahora hemos visto métodos de evaluación "unicriterios", que como su nombre indica, son métodos de toma de decisiones con objetivos o criterios **únicos**, que se emplean para la evaluación cuantitativa de los proyectos.

O sea, la fundamentación crítica de los unicriterios están en la base de métodos como el "Costo-Beneficio", que a su vez se refiere a una determinada "función de utilidad", tanto en la evaluación financiera como en la social.

Esta función ha sido muy discutida, porque hay factores cuya utilidad no se pueden **cuantificar** y que sin embargo tienen una connotación importante en determinados proyectos.

Debido a la imposibilidad de poder evaluar el efecto cuantitativo de muchos proyectos, se ha hecho necesario emplear métodos basados en criterios subjetivos. Para tener en cuenta los aspectos subjetivos de determinado proyecto de la manera mas objetiva, se utilizan diferentes técnicas y métodos **cualitativos**.

De acuerdo con estas técnicas, antes de realizar el proceso de evaluación, se deben definir los criterios que servirán de base a la evaluación cualitativa de los proyectos.

Una vez que se ha llegado a un acuerdo en relación con este marco de evaluación, los expertos o evaluadores comienzan a asignar calificaciones a cada proyecto, teniendo en cuenta la manera como satisface cada uno de los criterios.

A partir de estas definiciones primarias, se comienzan a aplicar las diferentes técnicas, métodos o procedimientos de carácter cualitativo. Entre los más utilizados están los siguientes:

.1 Métodos de Listas de Verificación. [3, pág 7-8].

Este procedimiento permite juzgar en forma sencilla y rápida si un proyecto cumple o no con los objetivos que se haya fijado el país o la institución. Para su aplicación es necesario definir claramente los objetivos a base de los cuales se juzgará el proyecto. Para cada objetivo se establece una escala en la cual se clasifica el proyecto. En cada escala se fijan niveles mínimos que el proyecto deberá cumplir a fin de ser seleccionado.

La principal ventaja de este procedimiento radica en su sencillez. Sin embargo no es posible emplearlo para jerarquizar proyectos, ya que sólo sirve para descartar rápidamente proyectos que no cumplen ciertas condiciones mínimas.

Ejemplo:

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA TRES PROYECTOS

Proyecto evaluado	Cumplimiento del criterio (*)				
	1	2	3	4	5
PROYECTO "A"					
Generación de empleo		X			
Ahorro de divisas					X
Apoyo a sectores más pobres	X				
PROYECTO "B"					
Generación de empleo				X	
Ahorro de divisas				X	
Apoyo a sectores más pobres			X		
PROYECTO "C"					
Generación de empleo					X
Ahorro de divisas					X
Apoyo a sectores más pobres	X				



Mínimo acept.

(*) 1=Muy malo 2=Malo 3=Regular 4=Bueno 5=Excelente

.2 Técnicas de asignación de puntaje (Scoring Models) [1, pág 34].

Los criterios de partida para la aplicación de este método, pueden basarse en las políticas nacionales, en un plan de desarrollo macroeconómico o en aspectos de seguridad nacional. Naturalmente, pueden incluirse también criterios económicos. Asimismo, deberá asignarse ponderaciones a los diferentes criterios y elegirse una escala de calificación.

Con este marco de evaluación definido, los evaluadores comienzan a **asignar** calificaciones a cada proyecto, teniendo en cuenta la manera como satisface cada uno de los criterios. Estas calificaciones se multiplican luego por la **ponderación** que se les ha asignado para obtener la calificación del evaluador para el proyecto. La calificación final se calcula para cada proyecto como la calificación ponderada media que le asigna cada evaluador. Finalmente, se seleccionan los proyectos que presentan las máximas calificaciones.

Este método es básicamente una extensión de procedimiento anterior, al que se le agrega la determinación de ponderaciones para cada objetivo. Empleando dichas ponderaciones y la puntuación obtenida por el proyecto frente a cada objetivo, se determina un puntaje único para el proyecto. Para ello pueden emplearse modelos aditivos, multiplicativos u otras funciones matemáticas.

Un ejemplo de modelo aditivo es: [3 pág 8-10].

$$P_j = \sum (W_i * S_{ij})$$

donde: P_j = puntaje del proyecto j

W_i = ponderación del objetivo i

S_{ij} = puntuación del proyecto j frente al objetivo i

Estos modelos presentan la ventaja de permitir la jerarquización de proyectos según su aporte a objetivos preestablecidos. En el caso del ejemplo presentado, la primera prioridad correspondería al proyecto C, la segunda al B y la tercera al A. Se puede apreciar que el bajo rendimiento del proyecto C frente al objetivo de apoyar los sectores más pobres es compensado por un excelente puntaje frente a los otros dos objetivos.

Sin embargo, salvo que los ponderadores y las escalas de puntuación se diseñen y apliquen de modo de cumplir con las propiedades de una escala proporcional ("ratio scale"), no es posible afirmar si un proyecto es mejor o peor que otro en un determinado porcentaje. Este método es eminentemente práctico y sencillo de usar pero es necesario tener presente la limitación antes indicada.

Ejemplo:

MODELO DE PUNTUACIÓN PARA TRES PROYECTOS

Proyecto evaluado	Puntaje *	Ponderación Objetivo	Puntaje Ponder.
PROYECTO "A"			
Generación de empleo	30	0.3	9
Ahorro de divisas	90	0.3	27
Apoyo a sectores más pobres	10	0.4	4
Puntaje total del proyecto			40
PROYECTO "B"			
Generación de empleo	50	0.3	15
Ahorro de divisas	60	0.3	18
Apoyo a sectores más pobres	40	0.4	16
Puntaje total del proyecto			49
PROYECTO "C"			
Generación de empleo	100	0.3	30
Ahorro de divisas	80	0.3	24
Apoyo a sectores más pobres	10	0.4	4
Puntaje total del proyecto			58

* Escala de puntaje de 0 a 100 con: 0= no aporta nada al objetivo y 100= excelente aporte al objetivo.

.3 Métodos de interacción nominal y "Q-Sorting". [3, pág 16].

Este procedimiento para la jerarquización de proyectos se basa en el trabajo sistematizado de un grupo de evaluadores, como producto del cual se obtiene una clasificación de los proyectos según su aporte a los objetivos de la organización. El procedimiento combina etapas de trabajo individual con etapas de trabajo en grupo.

La aplicación del procedimiento se inicia pidiéndole a cada evaluador que clasifique los proyectos de acuerdo a su prioridad. Para ello puede aplicarse un procedimiento **"Q-Sorting"**. Este procedimiento consiste en una secuencia de pasos destinados a facilitar la clasificación de los proyectos en distintas categorías según la prioridad atribuida a él por el evaluador.

Cada evaluador recibe un conjunto de cuartillas en que cada una representa un proyecto. Su tarea consiste en clasificarlas en dos grupos, uno representando proyectos de alta prioridad y otro representando proyectos de baja prioridad. En el siguiente paso se le solicita separar del grupo de proyectos de baja prioridad aquellos de prioridad intermedia y los de muy baja prioridad. Asimismo, debe separar de los proyectos de alta prioridad los de prioridad inter-

media y los de muy alta prioridad. Se obtiene así una clasificación de los proyectos en cinco categorías según el nivel de prioridad atribuido a ellos por el evaluador.

Luego sigue una etapa de **interacción nominal** en que los resultados obtenidos por cada uno de los evaluadores son presentados en una sesión de grupo, sin identificar quien ha entregado cada clasificación. El modo de presentación consiste en indicar cuantos "votos" obtuvo cada proyecto en cada categoría. Estos resultados son discutidos por el grupo con el objeto de aumentar la coherencia de los juicios en el caso de aquellos proyectos en que se observe una alta dispersión entre las distintas categorías.

Enseguida se realiza, en forma individual, una segunda ronda de "Q-Sorting". Sus resultados vuelven a ser presentados al grupo y son discutidos. El procedimiento se repite hasta alcanzar un adecuado nivel de coherencia acerca de la prioridad asignada a cada uno de los proyectos.

.4 Modelos de aportes a metas. [3, pág 13].

Estos modelos pretenden medir el aporte que realiza un proyecto al logro de determinadas metas. A diferencia del método basado en una puntuación de acuerdo a la concordancia del proyecto con el objetivo, en este caso se pretende obtener una estimación del avance porcentual hacia el logro de determinada meta debido a la realización del proyecto.

Por ejemplo, si la meta es dotar de viviendas dignas a 1000 familias de escasos recursos y el proyecto contempla la construcción de 100 casas, el porcentaje de aporte a la consecución de la meta será de un 10%.

Después de estimar el aporte porcentual del proyecto a cada una de las metas propuestas, se sumarán dichos valores, eventualmente ponderado según la importancia de la meta. Se obtendrá así un indicador del aporte general del proyecto a la obtención de las metas nacionales.

.5 Métodos de Jerarquización Multicriterio. [31].

En los últimos años se han desarrollado métodos de evaluación cualitativos con objetivos múltiples (multicriterios), que se utilizan en la valoración de proyectos relacionados con la aplicación del progreso científico-técnico, el mejoramiento del medio ambiente, el desarrollo de otros sectores, etc., sin que esto quiera decir que se absoluticen y se desconozca la influencia de los factores cuantitativos vistos hasta ahora.

Las ventajas de los Métodos de Jerarquización Multicriterios se pueden resumir de la siguiente forma:

- Descomponen en sus partes a una situación compleja y no estructurada;
- Clasifican estas partes o variables en un orden jerárquico;
- Atribuyen valores numéricos a juicios subjetivos respecto a la información relativa de cada variable;
- Sintetizan los juicios a fin de determinar aquellas variables que tienen prioridad y sobre las cuales conviene actuar a fin de lograr una solución;
- Se basan en los métodos modernos de planificación, como la "planificación prospectiva", el "trabajo en grupos de especialistas", etc.

Son métodos idóneos para la aplicación del trabajo en grupo y que en esencia imponen una disciplina y una metodología de trabajo, en la búsqueda de consenso en la toma de decisiones.

Estos métodos se basan en la aplicación del principio de la "variación compensadora" o principio de "sustituibilidad", que utilizan comparaciones binarias. Es utilizado en el análisis de prioridades entre un grupo de proyectos, que se comparan entre sí y luego se tratan de sintetizar hasta llegar a la propuesta de solución del problema.

Los métodos multicriterios más utilizados, y que pueden tener una mayor aplicación, tanto en la evaluación en general de proyectos, como en la evaluación de la localización, son los procedimientos **Saaty y Electre**. Veamos en detalle el contenido de estos dos procedimientos.

.1 El procedimiento Saaty. [31].

Ejemplo: El Objetivo que se persigue es **reducir la Inflación**.

Se plantean cuatro alternativas (criterios) para lograr ese objetivo de reducir la inflación.

- A1: devaluar la moneda.
- A2: fijar precios máximos.
- A3: congelar salarios.
- A4: reducir la masa monetaria en circulación.

En este caso se utilizará un solo evaluador con un criterio de decisión que considera la alternativa A2 como la de mejores posibilidades.

Se construye una matriz de relaciones binarias:

C	A1	A2	A3	A4
A1				
A2				
A3				
A4				

El evaluador compara las filas contra las columnas, y aplica la escala del **Método "Saaty"** que va del valor 1 al 9, la cual él denominó de "predominancia", con las siguientes características:

Los valores impares, Saaty los definió así:

Escala	Características	Valor
1	Ambos elementos contribuyen de igual manera a lograr el objetivo (igual importancia de ambos elementos del par binario)	1
2	Débil predominancia de A sobre B	3
3	Considerable predominancia de A sobre B	5
4	Muy significativa predom. de A sobre B	7
5	Absoluta predominancia de A sobre B	9

Los "pares" Saaty los definió como "juicios cuantitativos intermedios" de los impares.

Partiendo de esta escala se construye una matriz, asignando los valores de predominancia por el evaluador según el método Saaty. Después se siguen los siguientes pasos:

1) Se suman las columnas;

	A1	A2	A3	A4
A1	1	1/5	1/7	1/5
A2	5	1	1/3	1/4
A3	7	3	1	1/3
A4	5	4	3	1
TOT	18	8.2	4.48	1.78

No necesariamente en la parte superior de la diagonal están los valores menores; esto es para el ejemplo.

2) Se normaliza la matriz (llevar los totales al valor 1) dividiendo cada escaque entre el valor total de la columna;

3) Se suman las filas y se calcula el promedio de ellas.

	A1	A2	A3	A4	Σ	X_1	X_2	X
A1	0.06	0.02	0.03	0.11	0.22	0.06	0.14	0.10
A2	0.28	0.12	0.07	0.14	0.61	0.15	0.11	0.13
A3	0.39	0.37	0.22	0.19	1.17	0.29	0.45	0.37
A4	0.28	0.49	0.67	0.56	2.00	0.50	0.30	0.40
TOT	1.01	0.99	1.00	1.00	4.00	1.00		

En la columna X_1 se dan los resultados de la importancia de cada alternativa utilizando los criterios de un evaluador.

En la columna X_2 se ofrecen los resultados con los criterios de un segundo evaluador.

En la columna X se promedian los resultados obtenidos con los criterios de los dos evaluadores, con lo que se ponderan ambos criterios.

La **interpretación del resultado** de este ejemplo es el siguiente:

- 1) La alternativa A4 de reducción de la masa monetaria es 3 veces más activa en el logro de mi objetivo que lo que incidiría la alternativa inicialmente considerada (A2).
- 2) Si no puedo implementar en la práctica la A4, escogería la A3, que es la que le sigue en orden de importancia (congelar los salarios).

En la aplicación de este Método debe tenerse en cuenta la "Coherencia" de la valoración, es decir, se tiene que cumplir el postulado de **transitividad**. Por ejemplo:

	A1	A2	A3
A1	1	$\frac{1}{2}$	1
A2	2	1	$\frac{1}{2}$
A3	1	2	1

En este ejemplo $A1=A3$
 $A2>A1$

Con lo que A2 tendría que ser $>A3$, y en la matriz vemos que $A3>A2$, lo cual es incoherente.

Veamos otro **ejemplo** con dos proyectos con más de un evaluador, para que se vean las puntuaciones:

Criterios	Import. ó Ponderación	Proyecto 1				Proyecto 2			
		Evaluador 1		Evaluador 2		Evaluador 1		Evaluador 2	
		Puntos	Ponder.	Puntos	Ponder.	Puntos	Ponder.	Puntos	Ponder.
C1	0.4	10	4	8	3.2	8	3.2	8	3.2
C2	0.2	10	2	10	2.0	10	2.0	4	0.8
C3	0.4	5	2	5	2.0	8	3.2	10	4.0
Σ	1.0	25	8	23	7.2	26	8.4	22	8.0

Aquí no vamos a aplicar todos los pasos vistos anteriormente, ya que el objetivo es ver como se realiza la valoración con dos evaluadores a partir de la ponderación de los puntos según los criterios. No obstante, se puede determinar el mejor proyecto de la siguiente forma:

Proyectos	Evaluador 1		Evaluador 2		Promedio	
	Sin pond	Pond	Sin Pond	Pond	Sin pond	Pond
P1	25	8.0	23	7.2	24	7.6
P2	26	8.4	22	8.0	24	8.2

Donde se puede afirmar que debe seleccionarse el Proyecto 2 que obtuvo, como promedio, una valoración ponderada de 8.2 puntos mayor que el Proyecto 1 que obtuvo 7.6 puntos, independientemente que el promedio de la puntuación sin ponderar sea igual para ambos proyectos (24 puntos).

Pueden realizarse los cálculos según la metodología del Saaty para comprobar y definir la medida en que este Proyecto 2 es mejor que el Proyecto 1.

Veamos ahora un ejemplo con **tres proyectos** P1, P2 y P3, con **cinco criterios** de evaluación a su vez clasificados en dos tipos:

Criterios:

Criterios de Beneficio.

- C1: éxito probable del proyecto.
- C2: interés social del proyecto.
- C3: interés regional del proyecto.

Criterios de Gastos.

- C4: Costo financiero del proyecto.
- C5: Tiempo de ejecución del proyecto.

Aplicando el procedimiento del Saaty:

1er. paso: Determinación de la importancia relativa de los criterios.

A. Para los criterios de **beneficio**:

a) se elabora la matriz de relac. binarias: b) Se normaliza la matriz: c) Se suman las filas: d) Se calculan promedios:

	C1	C2	C3		C1	C2	C3	Σ	$\bar{X}$
C1	1	2	1		0.4	0.33	0.43	1.16	0.39
C2	1/2	1	1/3		0.2	0.16	0.14	0.50	0.17
C3	1	3	1		0.4	0.50	0.43	1.33	0.44
Σ	2.5	6	2.33		1.0	1.00	1.00	-	1.00

B. Para los criterios de **gastos**:

	C4	C5		$\bar{X}$
C4	1	1	con el mismo procedimiento llego a este valor:	0.50
C5	1	1		0.50
				1.00

2do. Paso: Estimación comparativa del aporte de cada proyecto a cada criterio de beneficio o costo.

I Etapa: En este paso se construyen para los proyectos, matrices semejantes a las construidas para los criterios en el 1er paso. Esto se hace para cada criterio

II Etapa: Se normalizan estas matrices, calculando la Σ y los promedios por filas.

I Etapa (son 5 matrices, una para cada criterio).

Criterio 1 (Beneficios)

Respecto a: Normalización:

C1:	P1	P2	P3		P1	P2	P3	Σ	$\bar{X}$
P1	1	2	3		0.55	0.57	0.50	1.62	0.54
P2	1/2	1	2		0.27	0.29	0.33	0.89	0.30
P3	1/3	1/2	1		0.18	0.14	0.17	0.49	0.16
Σ	1.83	3.5	6.0		1.00	1.00	1.00		

C2:	P1	P2	P3	P1	P2	P3	Σ	- X 0.16 0.33 0.51
P1	1	1/4	1/2					
P2	4	1	1/3					
P3	2	3	1					
Σ								

C3:	P1	P2	P3	P1	P2	P3	Σ	- X 0.35 0.17 0.48
P1	1	3	1/2					
P2	1/3	1	1/2					
P3	2	2	1					

 Σ **Criterio 2 (Gastos).**

C4:	P1	P2	P3	P1	P2	P3	Σ	- X 0.33 0.33 0.33
P1	1	1	1					
P2	1	1	1					
P	1	1	1					
Σ								

C5:	P1	P2	P3	P1	P2	P3	Σ	- X 0.49 0.31 0.20
P1	1	2	2					
P2	1/2	1	2					
P3	1/2	1/2	1					

 Σ

3er. paso: Resumir los resultados del 2do. paso por separado para los beneficios y los costos, atendiendo a las ponderaciones del paso 1.

Este paso se resuelve mediante la multiplicación de las matrices siguientes:

SOLUCIÓN:

I PASO: Determinación de la importancia relativa de los criterios:

Matriz de Relaciones Binarias							Matriz Normalizada						Σ Promedio	
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
C1	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	.50	.16	.17	.153	.200	.136	.130	.95	.16
C2	1.00	1.00	2.00	4.00	1.00	.50	.16	.17	.306	.200	.136	.130	1.11	.18
C3	1.00	.50	1.00	5.00	3.00	.50	.16	.09	.153	.250	.409	.130	1.19	.20
C4	.25	.25	.20	1.00	.33	.33	.04	.04	.031	.050	.045	.087	.30	.05
C5	1.00	1.00	.33	3.00	1.00	1.00	.16	.17	.051	.150	.136	.261	.93	.16
C6	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	.32	.35	.306	.150	.136	.261	1.52	.25
TOT	6.25	5.75	6.53	20.00	7.33	3.83	1.00	1.00	1.000	1.000	1.000	1.000	6.00	1.00

II PASO:

Aportes de cada opción a cada criterio:

Criterio **C1**: Investigación

				Normalizada			Σ Promedio	
	A	B	C	A	B	C		
A	1.00	.25	.50	.14	.16	.11	.41	.14
B	4.00	1.00	3.00	.57	.63	.67	1.87	.62
C	2.00	.33	1.00	.29	.21	.22	.72	.24
TOT	7.00	1.58	4.50	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

Criterio **C2**: Promoción

	A	B	C	A	B	C		
A	1.00	.25	.20	.10	.08	.12	.29	.10
B	4.00	1.00	.50	.40	.31	.29	1.00	.33
C	5.00	2.00	1.00	.50	.62	.59	1.70	.57
TOT	10.00	3.25	1.70	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

Criterio **C3**: Beneficios

	A	B	C	A	B	C		
A	1.00	3.00	.33	.23	.60	.14	.97	.32
B	.33	1.00	1.00	.08	.20	.43	.71	.24
C	3.00	1.00	1.00	.69	.20	.43	1.32	.44
TOT	4.33	5.00	2.33	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

Criterio **C4**: Colegas

	A	B	C	A	B	C		
A	1.00	.33	5.00	.24	.22	.38	.85	.28
B	3.00	1.00	7.00	.71	.68	.54	1.93	.64
C	.20	.14	1.00	.05	.10	.08	.22	.07
TOT	4.20	1.47	13.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

Criterio **C5**: Cercanía

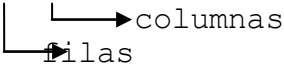
							Σ Promedio	
	A	B	C	A	B	C		
A	1.00	1.00	7.00	.47	.47	.47	1.40	.47
B	1.00	1.00	7.00	.47	.47	.47	1.40	.47
C	.14	.14	1.00	.07	.07	.07	.20	.07
TOT	2.14	2.14	15.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

Criterio **C6**: Reputación

	A	B	C	A	B	C		
A	1.00	7.00	9.00	.80	.85	.60	2.25	.75
B	.14	1.00	5.00	.11	.12	.33	.57	.19
C	.11	.20	1.00	.09	.02	.07	.18	.06
TOT	1.25	8.20	15.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

III PASO: Multiplicación de matrices

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	.16
A	.14	.10	.32	.28	.47	.75	C2	.18
B	.62	.33	.24	.64	.47	.19	C3	.20
C	.24	.57	.44	.07	.07	.06	C4	.05
							C5	.16
							C6	.25

(3,6)


(6,1)

Σ filas

.02	.02	.06	.01	.07	.19	.38
.10	.06	.05	.03	.07	.05	.36
.04	.10	.09	.00	.01	.02	.26

Respuesta: La opción A resulta el mejor trabajo para el individuo.

.2 Métodos ELECTRE I y II [31].

Constituye otro método "multicriterio" que permite el uso de criterios más allá de los puramente cuantitativos.

Viene del francés: "**E**lection **E**t **C**hoix **T**raduisant la **R**ealité" que en español significa "Elección de alternativas traduciendo la realidad".

La diferencia con el **SAATY** radica en que este último llegaba a la agregación de criterios, mientras que en el **ELECTRE** no se trata de agregar criterios, sino que se trabaja con la noción de "sobreclasificación"

La sobreclasificación viene de la traducción de los términos: "out-ranking" en inglés y del término francés de "sur".

Ejemplo: Se tienen 2 productos A y B y se quiere evaluar cual es el mejor a partir de 4 criterios:

- 1: durabilidad (DU);
- 2: presentación (PS);
- 3: gusto (GU);
- 4: precio (PR).

Se toma una escala simple, que va de : Muy Bueno (MB), Bueno (B), Neutro (N) y Malo (M) y se llega a una escala del siguiente tipo:

	A	B	
			En todos los casos el producto A es mejor al B (sin lugar a dudas).
DU	MB	B	En este caso los 4 criterios están en <u>concordancia</u> con la hipótesis de que A es mejor que B.
PS	MB	N	
GU	B	N	
PR	B	M	

De aquí surge un concepto Básico: **Concordancia**.

Supongamos que el precio puede variar de la siguiente forma:

	A	B	
			Aquí hay 3 criterios que están en <u>concordancia</u> y 1 que está en <u>discordancia</u> (Precio), siempre relacionando A con B o sea sobre la hipótesis de que <u>A es mejor que B</u> .
DU	MB	B	
PS	MB	N	
GU	B	N	
PR	N	MB	

A pesar de que el producto A sigue siendo mejor que el B, es posible que el comprador se decida por el B, ya que el precio puede ser el criterio a jerarquizar por el comprador.

Regla básica:

En general se admite la hipótesis de que A sobreclasifica a B si se verifica:

- 1.- Una determinada mayoría de puntos de vista no contradice esta afirmación;
- 2.- La minoría que se opone no está decididamente en contra.

Forma de cálculo de los coeficientes de **concordancia** y **discordancia**:

Concordancia:

$$C_{A/B} = \frac{\sum \text{de los pesos de los criterios para los que A es mejor o igual que B}}{\sum \text{de los pesos de todos los criterios del modelo}} \quad \frac{N}{D}$$

Indica en que medida la opción A es mejor que la opción B, para el conjunto de los criterios.

$$0 \leq C_{A/B} < 1$$

o sea, mientras más se acerca a 1 es mejor la opción A que la B.

Discordancia:

$D_{A/B}$ = $\frac{\text{Módulo de la mayor variación negativa, medida por los puntajes para los criterios en que A es peor que B.}}{\text{Rango máximo entre el puntaje más alto y el puntaje más bajo, obtenido en alguno de los criterios para cualquier par de opciones.}}$

Indica en que medida una opción contiene elementos desfavorables que puedan volverla insatisfactoria respecto a otra.

La discordancia se mueve entre cero y uno:

$$0 \leq D_{A/B} \leq 1$$

o sea, según tiende a cero, mejores son las posibilidades de la opción A, cuando la hipótesis sea de que A es mejor que B.

Resumiendo, esta es la base teórica del método ELECTRE, en donde para que se cumpla la hipótesis de que el producto A es mejor que el B, tiene que darse que los coeficientes de concordancia y discordancia sean:

$$C_{A/B} \longrightarrow 1$$

$$D_{A/B} \longrightarrow 0$$

Veamos la aplicación de esta base teórica en un **ejemplo** concreto.

Tres opciones (A, B y C) con 5 criterios:

	C1	C2	C3	C4	C5	
A	8	8	5	15	10	
B	10	1	8	0	15	
C	5	10	8	20	10	
%	15	15	20	30	20	= 100 $\longrightarrow$ <u>Importancia relativa de los criterios.</u> Estos datos entran extramodelo y puede utilizarse el Saaty.

El C4 es el más importante; le siguen en orden el C3 y C5, y el C1 y C2.

Se calculan los coeficientes de Concordancia y Discordancia:

$$C_{A/B} = \frac{15 + 30}{100} = \boxed{0.45}$$

Aquí para los C2 y C4,
A es mejor que B

$$D_{A/B} = \frac{-2-3-5}{20} = \frac{-5}{20} = \boxed{0.25}$$

La mayor en valor
absoluto (módulo)
= 5

Aquí para los C1, C3 y C5,
A es peor que B.

¿Y esto que indica?

Para interpretar estos resultados, se comparan estos valores obtenidos contra umbrales o límites que da la experiencia, que serían:

$$C_{A/B} > \boxed{0.70}$$

$$D_{A/B} \leq \boxed{0.20}$$

En la comparación, vemos que:

$$C_{A/B} < 0.7 \quad \text{y}$$

$$D_{A/B} > 0.2$$

Por tanto no llego a la conclusión de que A supera a B.

Veamos el significado de estos **umbrales**.

Umbrales	Si sucede que:	Se puede decir entonces que:
$C_{A/B} > 0.7$	1) $C_{A/B} \geq 0.7$ y $D_{A/B} \leq 0.2$	A sobreclasifica a B
$D_{A/B} \leq 0.2$	2) $C_{B/A} \geq 0.7$ y $D_{B/A} \leq 0.2$	B sobreclasifica a A
	3) Si A sobrec. a B y B sobrec. a A (que es posible)	A es equivalente a B
	4) En el resto de los casos	A y B son incomparables.

Y se expresan así estas relaciones: (Matriz de resultados).

- 1) A $\longleftarrow$ B
- 2) A $\longleftrightarrow$ B
- 3) A $\longleftrightarrow$ B
- 4) A B

En el ejercicio, vamos a hallar:

$$C_{B/A} = \frac{15+20+20}{100} = 0.55 \quad \text{que no es } \geq 0.7$$

$$D_{B/A} = \frac{15}{20} = 0.75 \quad \text{que no es } \leq 0.2$$

Por lo tanto estamos en el caso 4), que son incomparables A y B.

Obsérvese que estos valores con el complemento (hasta 100) de los inversos $C_{A/B}$ y $D_{A/B}$ hallados con anterioridad. (Ley de complementariedad). El ejercicio se continúa, hallando todos los coeficientes de concordancia y discordancia y conformando con esos valores las matrices correspondientes, que son las siguientes:

Matriz de concordancia

	A	B	C
A	-	0.45	0.35
B	0.55	-	0.55
C	0.85	0.65	-

Matriz de discordancia

	A	B	C
A	-	0.25	0.25
B	0.75	-	1.00
C	0.15	0.25	-

A partir de estas matrices se confecciona la siguiente Matriz de Resultados:

	A	B	C
A →	0	0	0
B →	0	0	0
C →	1	0	0

Puedo sintetizar que:

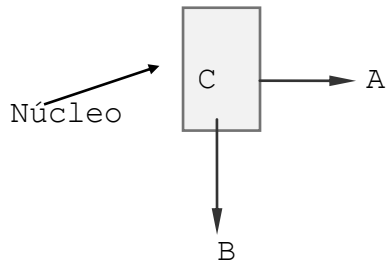
- A no sobreclasifica a nadie y es sobreclasificada por C.
- B " " " y tampoco es sobreclasificada.
- C sobreclasifica a A y no es sobreclasificada por nadie.

Por tanto no es posible decidir con estos resultados. Ante esta disyuntiva, bajamos el umbral a 0.6 y 0.25 y se nos produce la siguiente matriz de resultados:

	A	B	C
A ----->	0	0	0
B ----->	0	0	0
C ----->	1	1	0

Y ahora si podemos decir que la opción preferible es la C.

Con estos resultados podemos hacer el siguiente **grafo**:



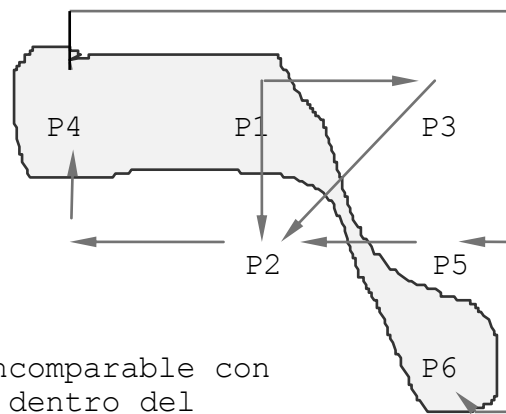
Donde C es el "núcleo" del grafo, que significa la mejor opción.

Y se observa que A y B son incomparables.

Una opción bajo análisis, será elemento de un grafo de sobreclasificación (núcleo del grafo), si se verifican las siguientes **condiciones**:

1. Cada elemento fuera del núcleo es sobreclasificado por al menos uno de los elementos ubicados dentro del núcleo;
2. Ningún elemento dentro del núcleo debe ser sobreclasificado por otro elemento del núcleo.

Ejemplo de un grafo realizado para 6 proyectos :



Partición:

P1	Entre estos proyectos está el mejor
P4	
P6	

P6 siendo incomparable con todos, está dentro del núcleo.

Núcleo del Grafo

Ventajas de la noción de **sobreclasificación** sobre la noción de **preferencia**:

1. No se exige la propiedad de transitividad; es decir, si A sobreclasifica a B y B sobreclasifica a C, no implica que A sobreclasifique a C;
2. No exige una relación necesaria entre un par de opiniones.

La principal dificultad del Método ELECTRE I, es que no es definitivo como el SAATY, o sea, no hay una jerarquización clara de los proyectos, sino que hace una partición.

El ELECTRE 2, trata de resolver esto por dos vías:

1. Introduce el criterio de sobreclasificación "fuerte" y sobreclasificación "débil".

Por ej: A $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$ B (fuerte)
 A $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$ B (débil)

2. Utiliza un procedimiento de síntesis de todas las relaciones de sobreclasificación.

La variante ELECTRE 2 opera, como en el caso de ELECTRE I, basado en la noción de sobreclasificación. La diferencia al ELECTRE I se refieren a:

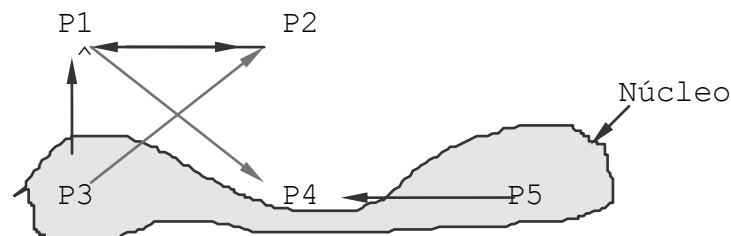
- La introducción del concepto de sobreclasificación "fuerte" y sobreclasificación "débil", lo que redunda en un análisis más refinado.
- La posibilidad de obtener una priorización de las acciones (proyectos), como situación más general que la selección de un conjunto limitado de acciones (núcleo del grafo) como era en el caso del ELECTRE I.

El ELECTRE 2 también trabaja con matrices.

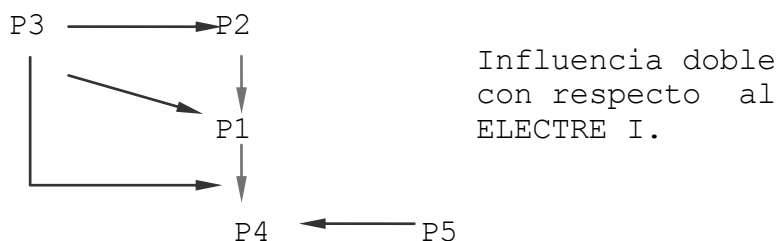
Ejemplo: 5 proyectos trabajados con 6 criterios.

(P2,P1) sobreclasificación débil;
 (P3,P1) sobreclasificación fuerte;
 (P1,P4) sobreclasificación débil;
 (P1,P5) incomparables;
 (P3,P2) Sobreclasificación fuerte;
 (P2,P4) incomparables;
 (P2,P5) incomparables;
 (P3,P4) sobreclasificación débil;
 (P3,P5) incomparables;
 (P5,P4) sobreclasificación fuerte.

Estas relaciones de sobreclasificación dan el siguiente Grafo:



Ordenando el grafo del ELECTRE 2, **sin la clasificación en fuerte y débil**:



Los resultados para este Grafo se resume de la siguiente forma: (Método de Flechas Enviadas y Recibidas).

Proyecto	Flechas recibidas	Orden	Flechas enviadas	Orden	Σ de ordenes	
P1	3	3	1	3	6	
P2	1	2	2	2	4	
P3	0	1	5	1	2	1er Lugar
P4	6	4	0	4	8	
P5	0	1	1	3	4	2do Lugar

Si se toma en cuenta la clasificación en fuerte y débil, se complica la valoración y habría que ponderar. Por ejemplo, dando el triple de valor a la fuerte sobre la débil:

Proyecto	Flechas recibidas			Valor
	Total	Fuertes	Débiles	
P1	6	1	5	3+5= 8
P4	4	3	1	9+1= 10 ← el mejor

Consideraciones generales comparativas entre el SAATY y el ELECTRE

- 1.El procedimiento SAATY proporciona un marco general de análisis, que resulta de suma utilidad para la jerarquización de objetivos y para la comprensión de problemas complejos.

Sin embargo, la exigencia de coherencia en las comparaciones de cada nivel, puede no resultar acorde con los comportamientos de los tomadores de decisiones, dentro del contexto del problema sujeto a análisis.

Ello no implica descalificar dichos comportamientos, sino el reconocimiento que en los problemas de elección surgen componentes que se sitúan en un plano que va más allá de la racionalidad.

- 2.El método ELECTRE, al menos en sus primeras versiones, brinda un tratamiento al problema de la eventual no transitividad de las preferencias introduciendo la noción de sobreclasificación.
- 3.Desde el punto de vista computacional, el procedimiento SAATY puede ser programado con relativa facilidad, mediante la aplicación de los lenguajes utilizados en los paquetes DBase. En cambio, el método ELECTRE no tiene la misma versatilidad, requiriendo lenguajes del tipo BASIC o PASCAL, para facilitar las corridas de iteración necesarias.

Ejercicio de aplicación del método ELECTRE I con un ordenamiento según el ELECTRE 2.

Una persona quiere decidir entre varios proyectos para sus próximas vacaciones y tiene **5 opciones**:

- P1 : Permanecer en casa y disfrutar de las olimpiadas por TV;
 P2 : Reservar una semana en la playa;
 P3 : Pasarla con su familia en el campo;
 P4 : Cumplimentar el trabajo de un curso recién concluido;
 P5 : Reparar la casa.

Se utilizan **4 criterios de decisión**, con el siguientes contenido y escalas valorativas:

Criterios	Escala
C1 : Esparcimiento, disfrute personal a recibir	1-10
C2 : Posibilidad de disfrute para cónyuge e hijos	1-20
C3 : Conveniencia de hacerlo en estas vacaciones	1-5
C4 : Costo	1-20

Por el método de Brainstorming se llega a la siguiente **matriz de asignación de valores**:

	C1	C2	C3	C4
P1	10	8	5	16
P2	8	18	3	12
P3	6	20	2	20
P4	2	0	4	16
P5	2	4	4	8
%	30	30	10	30 = 100%

A partir de esta matriz se calculan los **coeficientes** de concordancia y discordancia:

Concordancia

$$C_{1/2} = .30 + .10 + .30 = 0.70$$

$$C_{1/3} = .30 + .10 = 0.40$$

$$C_{1/4} = .30 + .30 + .10 + .30 = 1.00$$

$$C_{1/5} = .30 + .30 + .10 + .30 = 1.00$$

$$C_{2/1} = 0.30$$

$$C_{2/3} = .30 + .10 = 0.40$$

$$C_{2/4} = .30 + .30 = 0.60$$

$$C_{2/5} = .30 + .30 + .30 = 0.90$$

$$C_{3/1} = .30 + .30 = 0.60$$

$$C_{3/2} = .30 + .30 = 0.60$$

$$C_{3/4} = .30 + .30 + .30 = 0.90$$

$$C_{3/5} = .30 + .30 + .30 = 0.90$$

$$C_{4/1} = .30 = 0.30$$

$$C_{4/2} = .10 + .30 = 0.40$$

$$C_{4/3} = .10 = 0.10$$

$$C_{4/5} = .30 + .10 + .30 = 0.70$$

$$C_{5/1} = 0$$

$$C_{5/2} = 0.10$$

$$C_{5/3} = 0.10$$

$$C_{5/4} = .30 + .30 + .10 = 0.70$$

Discordancia

$$D_{1/2} = -10/20 = 0.50$$

$$D_{1/3} = -12/20 = 0.60$$

$$D_{1/4} = 0$$

$$D_{1/5} = 0$$

$$D_{2/1} = -4/20 = 0.20$$

$$D_{2/3} = -8/20 = 0.40$$

$$D_{2/4} = -4/20 = 0.20$$

$$D_{2/5} = -1/20 = 0.05$$

$$D_{3/1} = -4/20 = 0.20$$

$$D_{3/2} = -2/20 = 0.10$$

$$D_{3/4} = -2/20 = 0.10$$

$$D_{3/5} = -2/20 = 0.10$$

$$D_{4/1} = -8/20 = 0.40$$

$$D_{4/2} = -18/20 = 0.90$$

$$D_{4/3} = -20/20 = 1.00$$

$$D_{4/5} = -4/20 = 0.20$$

$$D_{5/1} = -8/20 = 0.40$$

$$D_{5/2} = -14/20 = 0.70$$

$$D_{5/3} = -16/20 = 0.80$$

$$D_{5/4} = -8/20 = 0.40$$

Se confeccionan las **matrices de concordancia y discordancia:**

Concordancia:

Discordancia:

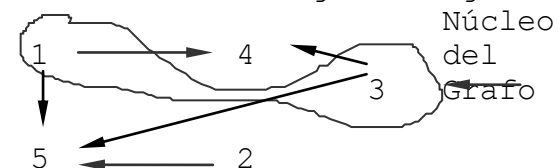
	P1	P2	P3	P4	P5		P1	P2	P3	P4	P5
P1	-	0.70	0.40	1.00	1.00	P1	-	0.50	0.60	0.00	0.00
P2	0.30	-	0.40	0.60	0.90	P2	0.20	-	0.40	0.20	0.05
P3	0.60	0.60	-	0.90	0.90	P3	0.20	0.10	-	0.10	0.10
P4	0.30	0.40	0.10	-	0.70	P4	0.40	0.90	1.00	-	0.20
P5	0.00	0.10	0.10	0.70	-	P5	0.40	0.70	0.80	0.40	-

Se elabora la **Matriz de Resultados**, con el **Umbral** Típico de:

$$C_{A/B} > 0.70 \quad \text{y} \quad D_{A/B} \leq 0.20.$$

	P1	P2	P3	P4	P5
P1	0	0	0	1	1
P2	0	0	0	0	1
P3	0	0	0	1	1
P4	0	0	0	0	0
P5	0	0	0	0	0

Obteniéndose el siguiente grafo:



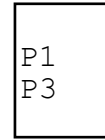
Si bajamos el **Umbral** a:
 $C_{A/B} > 0.60$ y $D_{A/B} \leq 0.30$

Obtenemos la siguiente Matriz de Resultados:

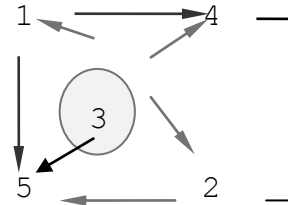
	P1	P2	P3	P4	P5
P1	0	0	0	1	1
P2	0	0	0	1	1
P3	1	1	0	1	1
P4	0	0	0	0	1
P5	0	0	0	0	0

Partición:

Entre estos
dos está el
mejor



Y el siguiente grafo:



De aquí se obtiene que la **opción 3 es la más ventajosa** y en 2do lugar la opción 1.

Por el **Método de las flechas recibidas y enviadas**, la opción 2 conjuntamente con la opción 1, comparten el 2do. lugar:

Opción	Flechas Recibidas	Orden	Flechas enviadas	Orden	Σ ordenes	
P1	1	2	3	2	4	2do lugar
P2	1	2	3	2	4	" "
P3	0	1	9	1	2	1er lugar
P4	5	3	1	3	6	
P5	9	4	0	4	8	

.4 Métodos probabilísticos.

Estos métodos son utilizados cuando la incertidumbre de los proyectos es muy grande, lo que conduce a condiciones muy riesgosas para decidir entre la ejecución de uno u otro proyecto.

Para su aplicación se requiere el concurso de especialistas con amplio dominio de las técnicas de estadística-matemática, ya que resulta un método verdaderamente complejo y con un volumen grande de información a procesar. Algunos de los más utilizados se exponen a continuación.

.1 Modelos de dominancia entre proyectos [3 pág 12].

Este tipo de modelo se emplea para determinar dominancia entre proyectos desde el punto de vista de los resultados esperados.⁸ Es decir, analiza los posibles resultados de un proyecto bajo distintos **escenarios de probabilidad** asociada a cada uno de ellos, y los **compara** con los correspondientes a otros proyectos.

Si en cualquier escenario posible se da que el peor resultado de un proyecto **A** es igual o mejor al mejor resultado de un proyecto **B**, existirá dominancia absoluta del primero sobre el segundo y será recomendable emprender el proyecto **A**.

Existirá dominancia probabilística de un proyecto **A** sobre un proyecto **B**, cuando para cualquier escenario posible, la probabilidad de obtener un cierto resultado (deseable) sea mayor para el proyecto **A** que para el **B**.

No obstante la conveniencia de este modelo para la selección de proyectos con alto grado de incertidumbre, su uso es limitado ya que resulta difícil su aplicación para proyectos de distintas ramas o actividades, bajo las condiciones de un mismo escenario.

Además, su uso se ve complicado por la dificultad para estimar en forma confiable la probabilidad asociada a cada resultado posible del proyecto.

.2 Modelos de portafolio [3, pág 14].

Conocido también como de "cartera de inversiones", según los cuales se trata de determinar el aporte marginal que significa la inclusión de un nuevo proyecto a un conjunto de proyectos ya seleccionados. Para ello se consideran factores tales como: la **rentabilidad** de cada proyecto y la **diversificación del riesgo** que introduce al portafolio⁹.

Los modelos de portafolio cuentan con una sólida base conceptual y constituyen, en teoría, el instrumento ideal para la selección de paquetes de proyectos. Sin embargo, el volumen y tipo de información requerida para aplicarlos, torna su uso impráctico en la elaboración de programas de inversiones.

⁸ Información más detallada sobre el tema puede consultarse el libro: "Decision Making Under Uncertainty. Models and Choices". Charles A. Holloway, Pentice Hall, 1979.

⁹ Para un análisis de estos modelos véase: "Financial Theory and Corporate Policy", Copeland y Weston. Adison Westley, 1983.

.5 Modelos de Programación Lineal [3, pág 14].

Dentro de los métodos económico-matemáticos más utilizados en la evaluación, jeraquización y selección de proyectos, se encuentran los modelos basados en la Programación Lineal.

Frente al problema de tratar de alcanzar **objetivos múltiples** con **recursos limitados** y sujeto a numerosas **restricciones**, se ha intentado aplicar modelos de programación lineal a la selección de paquetes de proyectos.

La función objetivo seleccionada suele ser maximizar la suma de los valores actuales netos (VAN) sociales de los proyectos incluidos en el programa de inversiones. Las restricciones reflejan limitaciones de recursos (fundamentalmente dinero), límites a la inversión por sector, región y/o institución y relaciones de dependencia, complementariedad o exclusividad entre proyectos.

Sin embargo, la aplicación de este método requiere contar con una evaluación social de cada proyecto que se postule al programa de inversiones, lo que casi nunca es lograble. Además, el problema se torna rápidamente tan complejo que no es posible encontrar una solución por procedimientos sencillos.

Por lo tanto, aún reconociendo el potencial de instrumentos de este tipo, no es posible pensar en su empleo para la determinación de programas de inversiones cuando figuren en ellos un número grande de pequeños proyectos, para los cuales no se cuente con información o metodologías para el cálculo de su VAN.

III. LA PLANIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE INVERSIONES.

III.1 Antecedentes, definiciones y conceptos generales.

.1 Evolución histórica de la teoría de la localización [10, pág VIII-XV], [11, pág 179].

Los estudios para determinar la localización óptima de las producciones agrarias e industriales, se iniciaron a principios del siglo XIX por los científicos alemanes J. Von Thünen para la agricultura y A. Weber para la producción industrial.

Von Thünen en 1826 en su obra "El Estado Aislado", planteó el tema en términos de contestarse a la pregunta de como se desarrollaría la agricultura atendiendo por un lado, a la estructura de su producción correspondiente y, por el otro a la mayor rentabilidad posible de los cultivos en relación con la distancia al mercado.

El problema de la localización agraria así plantado, queda resuelto en este primer modelo de economía espacial, a través de la determinación de ciertas zonas óptimas que, de acuerdo con las distintas distancias y pesos de los productos, se distribuyen alrededor del mercado a modo de círculos concéntricos.

Los análisis de carácter industrial sucedieron en el campo de los estudios espaciales a los propios de las consideraciones agrarias. Roscher, Schaffle, Launhardt pusieron las primeras piedras.

Más tarde fue A. Weber, quien de modo sobresaliente, delimitó el ámbito formal de estos estudios al publicar en 1909 su conocida obra "Ueber den Standort der Industrien". Sus axiomas de partida vienen determinados por las llamadas "fuerzas de la localización", las cuales a partir de un análisis de los "factores locacionales, determinan unas orientaciones según la atracción que ejerzan en el espacio el transporte, el trabajo y la aglomeración.

La interrelación de estas tres "fuerzas" dará lugar al emplazamiento óptimo para una determinada actividad industrial. Para ello, y desde el punto de vista instrumental, elabora las llamadas figuras localizacionales, entre las cuales la triangular cobra especial relieve.

Ya en los años 30 de nuestro siglo, las ideas de A. Weber fueron criticadas, apareciendo nuevos trabajos entre los que se destacan los de los de Predoehl y Palander, que aspiraban a brindar nuevas teorías de localización.

Sin embargo, sólo A. Loesch en su monumental obra de 1940, "Teoría Económica Espacial", logró obtener resultados teóricos importantes, que han determinado en grado considerable, el nivel metodológico de las teorías regionales más progresistas de la actualidad.

Loesch formuló la idea fundamental de su teoría del modo siguiente: "La localización óptima para una empresa, en las condiciones de la economía de mercado, será el punto que asegure la obtención del máximo beneficio líquido".

Según él, los factores básicos que determinan la obtención de tal beneficio, son los gastos de producción y la demanda; por esta razón estudia las regiones de consumo de los puntos de producción, cuya combinación denomina "regiones económicas".

Al examinar la formación de regiones, A. Loesch trata de establecer sus formas y dimensiones, llegando a la conclusión de que un hexágono representaba la forma más racional para una región y que su sistema iba a componer un cuadro parecido a las celdas de abejas.

Aunque Loesch había llegado a esta conclusión de una manera independiente, el carácter racional de esta forma era conocida con anterioridad. Aún desde la Edad Media se usaban en la práctica las formas hexagonales en la organización urbana, considerando que esta forma aseguraba mejor la defensa de la ciudad contra los enemigos exteriores.

También Launhardt en 1885 prestó atención al carácter racional de las formas hexagonales para las regiones y Cristaller consideraba las celdas hexagonales como la mejor forma para la organización de la demanda de la población.

El mérito fundamental de Loesch consistió, en que fue el primero en la ciencia burguesa en reunir en un sólo problema, la localización de la economía, la división en regiones económicas y las relaciones intra e interregionales, al demostrar la unidad de estos tres aspectos en el desarrollo de la economía nacional.

Los estudios de Loesch, trascendentales para la teoría económica espacial, suponen la culminación y al mismo tiempo, el fin de la hegemonía del pensamiento germánico en este campo. A partir de 1940, el liderazgo pasa de forma gradual a autores anglosajones, dentro de los que se destacan un grupo de científicos encabezado por el norteamericano Walter Isard, que formaron la llamada "Escuela Regional".

En el campo de los métodos de cálculo Isard llegó a obtener resultados positivos al aplicar el esquema de "gastos-producción" de Leontiev, al análisis de las relaciones regionales, así como gene-

ralizó otros métodos matemáticos, que se encuentran a disposición de la ciencia contemporánea para la localización de la producción.

La teoría de Isard, no obstante contar con el reconocimiento de sus métodos, es refutada por los regionalistas soviéticos, en el sentido de que en sus trabajos no fue interpretado el problema de la cooperación, combinación e integralidad en la formación de los complejos industriales.

También se plantea que no llegó a encontrar y definir el criterio de eficiencia para una región y para el país de forma interrelacionada, ya que utiliza, o el máximo beneficio como Loesch o los gastos mínimos como Weber.

En otras palabras, se argumenta que Isard considera como la base de partida de la eficiencia del desarrollo de la economía de una región, los intereses de esta determinada región y no la eficiencia para la economía nacional.

A la utilización de métodos matemáticos para el análisis de la localización de la producción, han prestado mucha atención geógrafos ingleses, como W. Hamilton, P. Hagget y D. Harvey. En sus trabajos científicos se solidarizan en lo fundamental con la escuela de Isard, apoyándose en las ideas de A. Weber, A. Loesch y V. Leontiev. Por esta causa dedican especial atención a los problemas del mercado en el proceso de localización de la producción.

Los geógrafos ingleses, aunque han examinado numerosos modelos para ser utilizados por la ciencia soviética para el análisis de algunos fenómenos económicos, no brindaron un sistema de modelos para el examen de la organización racional integral de la región como un todo único.

Aunque no es el objetivo hacer un análisis crítico de las limitaciones o bondades de la teoría de la localización en los países capitalistas y socialistas, por lo demás un tema para el cual no contamos con toda la información necesaria, es probable que las desarrolladas en los países de economía de mercado, carezcan ciertamente de la integración del análisis para el "empresario" con la solución de los problemas de la economía nacional como un todo.

En este sentido, y atendiendo a la realidad histórica, a los científicos soviéticos correspondió la prioridad del descubrimiento de un fenómeno tan importante como la diferenciación territorial del desarrollo de las fuerzas productivas, descubierto en el período cuando en Rusia había comenzado a desarrollarse la división geográfica del trabajo. En Rusia, las primeras investigaciones de regionalización económica, se refieren al siglo XVIII.

Sobre la base de estas investigaciones se estructuró un sistema de la planificación de la localización de las inversiones, que descansa precisamente en el análisis de la eficiencia para la economía nacional vista como un todo, que se realiza a través de estudios en varios niveles de planificación, que proveen ciertas pautas y canales para la indagación de las variantes de localización de las inversiones.

Por tanto, la localización de las inversiones en los países de planificación centralizada, forma parte de la elaboración de los planes de desarrollo económico de las regiones. Los éxitos o fracasos de la aplicación de este enfoque, no pueden ser analizados bajo la situación política que determinó la desintegración de la URSS y del campo socialista.

Este enfoque sistémico de la localización de inversiones no deja de tener una lógica incuestionable, no obstante las limitaciones para su implementación en toda su magnitud en los países subdesarrollados como el nuestro, sobre todo en las condiciones económicas actuales.

La localización de inversiones estudiada bajo este enfoque integral de la planificación, está fundamentado en los pronósticos a largo plazo de desarrollo socioeconómico, horizonte de la planificación que sólo es viable en unas condiciones diferentes a las que actualmente atraviesa nuestro país.

No por ello debemos renunciar a la localización de inversiones bajo estos principios, independientemente de que en la actualidad las condiciones demanden un análisis diferente, tanto en la influencia de la inversión hacia otros elementos del sistema de la economía nacional, como en el horizonte temporal a corto plazo que caracteriza las decisiones que se están tomando.

.2 Los efectos de la localización de inversiones [5, pág 134-137].

Las decisiones de localización afectan tanto la esfera de la producción como la de la distribución. Pero esos efectos puramente económicos no son los únicos; las decisiones de localización de nuevas inversiones tienen considerables consecuencias sociales, ambientales, culturales y políticas.

Una nueva inversión puede cambiar las estructuras sociales tradicionales, puede estimular la actividad ocupacional de la población residente, así como su progreso social y aún producir nuevas relaciones y vínculos sociales. Al localizar una inversión cambiamos parcialmente el medio geográfico, de ahí la importancia de proteger la naturaleza contra las consecuencias adversas de la actividad productiva (polvo, contaminación de las aguas, etc.).

Otro efecto de la nueva inversión es que la población local obtiene la posibilidad de asimilar nuevas tecnologías industriales y de participar en el proceso de producción industrial. En áreas dedicadas al desarrollo industrial este efecto civilizador y estimulante de la cultura y fundamentalmente de la industria es muy importante.

Las políticas de localización de inversiones son un instrumento útil para activar las regiones económicamente menos desarrolladas y fomentar la descongestión de centros que sufren de una excesiva concentración industrial.

La decisión de localizar una planta industrial en un lugar definido, siempre significa para el lugar, digamos un pueblo, para su vecindad e incluso para la región, la creación de puestos de trabajo, que permite el incremento de los ingresos de la población. Las condiciones de vida mejoran también de otra forma, ya que la nueva industria usualmente demanda el desarrollo de la infraestructura social del territorio (viviendas, servicios sociales, etc).

Los problemas económicos de la localización de inversiones son también múltiples y complejos, que van desde los gastos de inversión y los costos corrientes de la planta, hasta el efecto que la estructura espacial de la industria tiene en la tasa de crecimiento de la economía nacional.

Se ve por tanto que la selección de la localización de una nueva planta industrial, debe tomar en cuenta diferentes factores, tanto económicos como no económicos. Al mismo tiempo, debe tenerse en cuenta que la selección producirá efectos muy diversos.

Es precisamente debido a la multiplicidad de los efectos de las decisiones de localización, a su diversidad y carácter permanente, así como a la falta de un adecuado instrumento para calcular las ventajas y las pérdidas incurridas por ciertas decisiones de localización, que los problemas concernientes a la ubicación de inversiones son tan complejos y difíciles.

.3 La Planificación Ramal y Territorial [12, pág 62].

Estos dos tipos o categorías de la planificación, están determinadas por las diferencias existentes en la estructura ramal y territorial de la producción social. Aunque le corresponden tareas y funciones también diferentes, ambas tienen los mismos derechos en el sistema de planificación de la economía nacional.

El objeto de la planificación **ramal** son las ramas y producciones, mientras que la planificación **territorial** se ocupa de la combinación de las ramas en determinado territorio y abarca todos los aspectos básicos del desarrollo de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción.

Los aspectos ramales y territoriales de la planificación de la economía nacional están íntimamente ligados. Un efecto económico mayor se puede obtener al garantizar una correcta proporcionalidad en el desarrollo económico, tanto de las ramas como de los territorios del país.

La planificación ramal permite establecer los nexos y las proporciones racionales entre las ramas y establecer una política técnica única. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, en las condiciones del principio ramal "puro" de la planificación y dirección de la producción, surgen obstáculos para la racional unificación de producciones que se localizan en determinado territorio, lo cual conduce a la disminución del ritmo de crecimiento de la productividad del trabajo social.

Los ministerios ramales, no toman en cuenta ni investigan todas las particularidades regionales del desarrollo ramal en la planificación de la producción. Por estas causas y atendiendo a sus funciones productivas, ellos jerarquizan los aspectos ramales por sobre los territoriales.

Con el desarrollo de la producción, muchas ramas muestran una tendencia a la "autarquía" o la llamada "autosuficiencia", donde cada vez se hacen más independientes. Por ello la planificación ramal, no considera siempre la necesidad de planificar el desarrollo de las ramas por territorios, desde las posiciones de la economía nacional.

Además en los planes ramales no siempre se reflejan nexos importantes de carácter interrramal, ni del desarrollo proporcional de producciones inducidas en determinado territorio. De esta forma se ha desarrollado en los países de planificación centralizada, la tendencia conocida como "sectorialismo".

Considerando la complicación actual de las relaciones productivas entre las regiones y la profundización de la división territorial del trabajo, se asigna a la planificación territorial un conjunto de objetivos, para lograr una conciliación racional y razonada de ambos principios, entre los cuales se destacan:

- la coordinación de la planificación del desarrollo de las ramas de la economía en determinado territorio;
- la determinación científicamente argumentada, de las demandas y recursos productivos de las regiones;
- la eficiente utilización de los recursos naturales, materiales y laborales de las regiones;
- el desarrollo racional de la cooperación intrarregional;
- el desarrollo de relaciones interregionales racionales.

Sobre la base de estos objetivos de la planificación territorial, descansa la metodología que se utilizó en nuestro país para la planificación y evaluación de la localización de las inversiones productivas, que serán expuestos en detalle en este capítulo.

Antes, es preciso ver las características en Cuba del proceso de planificación de las inversiones a través de los nexos de la Planificación Física y Territorial.

.4 La Planificación Física y Territorial [13, pág 33-79].

La **planificación territorial** siempre se ha visto, en primer término, como un mecanismo del sistema de planes de la economía nacional, dirigido a cumplimentar los objetivos que anteriormente se señalaron.

El logro de estos objetivos se materializa en la práctica a través del ordenamiento del proceso inversionista en el plano territorial, de manera tal que:

- se pueda lograr una distribución más uniforme de las fuerzas productivas del país;
- se eleven las condiciones de vida de los territorios de menor desarrollo económico relativo;
- se logre la expansión de los servicios sociales en esos territorios;
- se pudieran aprovechar las potencialidades productivas de esas regiones;
- se ensancharan la infraestructura productiva y las redes técnicas a lo largo y ancho del país.

En Cuba, en los primeros 15 años del proceso revolucionario, la planificación territorial aparece bajo la forma de **planificación física**, siendo una actividad que, en concordancia con los objetivos, tareas y direcciones del Plan Único de Desarrollo Económico y Social y mediante la investigación de las condiciones naturales, demográficas, económicas y técnicas del país, se encarga del ordenamiento territorial en sus diferentes niveles.

Esta actividad no tenía antecedentes en el período prerrevolucionario y su evolución estuvo determinada, en sus contenidos y métodos, por las características de nuestro desarrollo económico, así como por las limitadas concepciones que, en aquella etapa, se tenía del Sistema de Dirección de la Economía.

En esta etapa la planificación física centró sus estudios en asegurar una correcta **localización** de las inversiones y de las medidas del ordenamiento del territorio, de manera que se fuera logrando una integralidad a nivel de cada zona geográfica de procesos inversionistas que tenían una elaboración sectorial-ramal y cuya evalua-

ción y consistencia en el desarrollo territorial no era posible definir centralmente.

Con independencia del nombre -sea planificación física o territorial- en todo momento, las tareas asociadas a la transformación de cada territorio a partir de su base económica y la integración de las potencialidades productivas de estos a la economía nacional, han constituido un objetivo del desarrollo económico del país.

Asociado con los métodos de planificación y evaluación de la localización de las inversiones, estas vertientes de la planificación generó dos tipos de trabajos diferentes, realizados por el Instituto de Planificación Física a partir del año 1976, en que se comenzó la elaboración de la "Estrategia de Desarrollo Económico y Social para la perspectiva hasta el año 2000".

1. Los trabajos de carácter pre-plan integrados por estudios de organización territorial de las diferentes ramas y sectores y la síntesis correspondiente para toda la economía nacional en su conjunto.
2. Los trabajos más específicos de localización de las inversiones concebidas en los planes de desarrollo de la economía.

En el **primer grupo** de trabajos clasifican los así llamados "esquemas", que según su contenido nacional o sectorial se denominan "Esquema General de Desarrollo y Distribución de las Fuerzas Productivas" y "Esquemas Ramales".

Estos "esquemas" constituyen el marco de referencia necesario para los trabajos del **segundo grupo**, en el que se elaboran los estudios específicos de localización de las inversiones.

En detalle serán expuestos más adelante, los contenidos y respuestas de estos trabajos de la planificación física.

.5 Integración de ambos tipos de planificación y efectos de la localización.

.5.1 Análisis de tamaño y localización [14, pág 130-138].

El análisis de la escala o tamaño de las capacidades productivas, tanto para las nuevas inversiones, como para las plantas existentes que demandan ser ampliadas, constituye el primer acercamiento de la planificación económica y la territorial, vinculadas con la localización de inversiones.

En estos estudios es donde se concilian ambos tipos de planificación, bajo el influjo de los diferentes efectos que provocan la localización de las inversiones.

Esto es así porque el "tamaño y la localización" son dos aspectos que están íntimamente relacionados, ya que la localización estará asociada a las necesidades a satisfacer en un área dada, lo cual obligará a determinados gastos vinculados a la transportación, que habrá que considerar en el momento de definir la capacidad de la planta que se proyecta instalar y viceversa.

Para llegar a conclusiones sobre el tamaño de la planta, es necesario conocer las capacidades que tecnológicamente se puedan alcanzar, en relación con las demandas a satisfacer y su desarrollo en el tiempo. Además se deben analizar la variación de los costos de producción y el efecto de las **economías de escala** sobre los mismos.

.5.2 Economías y deseconomías de escala.

Cuando los costos de producción crecen menos que proporcional al aumento de la producción, estamos en presencia de "economías de escala".

La economía de escala se define como las ganancias en la producción y/o en los costos, resultantes del aumento del tamaño de la planta, empresa o industria [15, pág 221].

Habrá economía de escala si ocurrieran estas dos situaciones:

1. si el aumento de la cantidad de factores de producción es menor en proporción al aumento de la producción.
2. si los costos por unidad de producción decrecen, debido a que los precios de los factores también decrecen, si se compran en grandes cantidades.

Un ejemplo clásico, utilizado para demostrar el efecto de la economía de escala, es el siguiente:

- Un campo de 20 metros de lado y 400 m² de superficie requiere una valla de 80 m de longitud.
- Un campo de 40 metros de lado requeriría una valla del doble de longitud, pero para una superficie cuatro veces mayor.

Las economías de escala pueden ser **internas** o **externas**:

Internas- Cambios en la escala de producción dentro de una empresa o planta que conducen a reducciones del costo de producción unitario. La mayor parte de las economías de escala internas surgen con el empleo de factores fijos "indivisibles", que se emplean de una forma más eficiente a mayores niveles de producción y para los cuales:

- no existen sustitutos para producciones inferiores;
- los sustitutos de pequeña escala son desproporcionalmente ineficientes.

Externas- Son el resultado del incremento del tamaño de la planta o empresa y de una menor división del trabajo (especialización) y del mejor uso de grandes factores de producción de carácter indivisible.

Se pueden calcular los costos de inversión de un proyecto, utilizando los coeficientes o exponentes de escala, conocido también como "factor de los 6 décimos" [16 pág 66], asociados con plantas similares en cuanto a tecnología pero con tamaños o escalas diferentes.

Si se parte de un costo de inversión conocido asociado con una capacidad dada, esta relación serviría para hallar el costo de un proyecto industrial de igual tecnología pero capacidad diferente; y se podría calcular este costo a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{C_1}{C_2} = \left[\frac{S_1}{S_2} \right]^\alpha \quad \text{o} \quad \log C_1 = \alpha (\log S_1 - \log S_2) + \log C_2$$

donde:

- C_1 = costo de inversión del proyecto que se está analizando;
- C_2 = costo de inversión del proyecto conocido;
- S_1 = capacidad o tamaño del proyecto que se está analizando;
- S_2 = capacidad o tamaño del proyecto conocido;
- α = exponente de escala.

α debe ser menor que 1 para que haya economía de escala. Internacionalmente el valor de α está entre $0.2 < \alpha < 0.9$ de acuerdo con el proceso productivo que se trate.

- Si $\alpha = 1$ no hay economía de escala.
- Si $\alpha > 1$ Deseconomía de escala.

Ejemplo de aplicación del método de coeficiente de escala.

Proyecto: Planta de producción de acetato de polivinilo, de una capacidad de 10000 t/año (1×10^4) de tecnología de polimerización.

Planta Capacidad 5000 t/año = 5×10^3
similar: Costo de inversión 1.1 MMP = 1.1×10^6

El coeficiente de escala aceptado para este proceso es de 0.63 para una capacidad que se mueve en el intervalo de:

800 000 t/año < S_2 < 2 200 000 t/año
(8×10^5) (2.2×10^6)

Sustituyendo en la fórmula y operando se podrá obtener para la planta proyectada, el costo de inversión correspondiente.

$$\frac{C_1}{1.1 \times 10^6} = \left[\frac{1 \times 10^4}{5 \times 10^3} \right]^{0.63}$$

$$\log C_1 = 0.63 (\log 1 \times 10^4 - \log 5 \times 10^3) + \log 1.1 \times 10^6$$

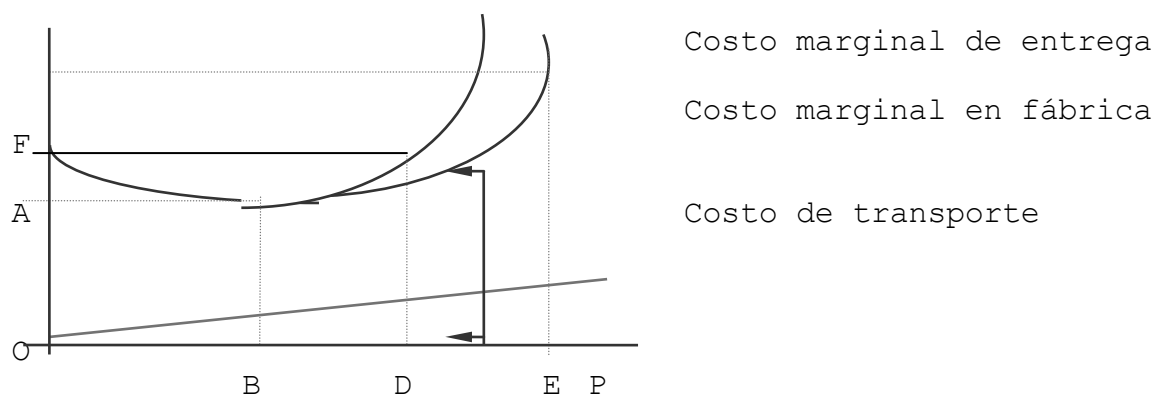
donde

$C_1 = 1.7 \times 10^6 \text{ MMP}$

El efecto de la economía de escala en la disminución de los costos de producción, puede estar contrarrestado por el aumento de los costos de transportación, al tener esa mayor capacidad posibilidades de atender la satisfacción de necesidades en un área mayor y más dispersa. En este caso se produciría una deseconomía de escala.

En este sentido, resulta de interés estudiar las economías internas de las plantas en relación a la extensión territorial de su consumo [17].

Analicemos el caso de una planta individualmente. Asumamos que los consumidores del producto de la planta se hallan dispuestos linealmente en la dirección OP.



El costo de producir exclusivamente para el consumidor que se halla en O es de OA. Según aumentamos nuestra producción para satisfacer a los consumidores que se encuentran entre O y B, disminuyen los costos marginales debido a las economías de escala en la producción, pero van aumentando a su vez los costos de transporte debido a la mayor distancia.

Hasta la distancia OD las economías de escala compensan el crecimiento de los costos de transporte, pero a partir del punto D resulta más conveniente instalar una nueva fábrica. La distancia OD constituye entonces el límite del mercado para el tipo de planta que estamos considerando, de acuerdo a sus economías de escala.

Si los consumidores en vez de disponerse en línea recta se dispusieran en forma circular en torno al punto O, la curva de costos marginales sufriría algunos cambios (el incremento de la producción sería proporcional al cuadrado de la distancia), pero las conclusiones a las que arribaríamos serían similares a las anteriores.

Este límite máximo que hemos obtenido es lo que pudiéramos denominar un límite "natural" del área de consumo para la planta en cuestión, pero no constituye necesariamente un límite económico absoluto.

Pudiera resultar que por limitaciones de financiamiento, etc., no fuese posible instalar de inmediato una planta en un punto más allá de D. Suponiendo que el precio del producto fuese superior a OA, digamos OF, continuaríamos produciendo para los consumidores entre D y E, hasta que el costo marginal de entrega alcanzara el nivel OF. A partir de aquí sería antieconómico continuar produciendo (asumiendo naturalmente que el precio reflejara el valor que tiene para la sociedad ese producto).

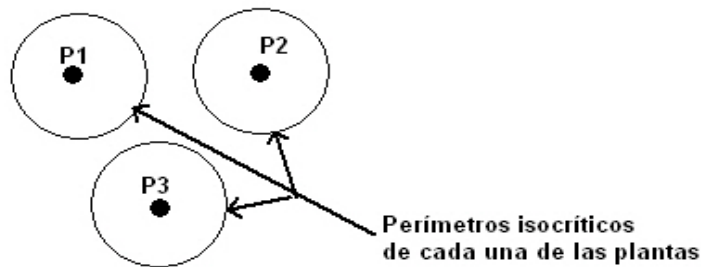
.5.3 Economías de agregación.

Para muchas instalaciones productivas es posible obtener considerables economías por el simple expediente de agruparlas territorialmente. Esto puede deberse a economías externas, economías de escala en las instalaciones de servicios comunes, al menor gasto en obras de infraestructura, a la eliminación de la manipulación y el transporte de subproductos y a una mayor flexibilidad o economía en la operación de las instalaciones.

La agregación de dos o más instalaciones se producirá cuando los costos adicionales, que suponen el traslado desde los puntos óptimos de localización de cada industria, hasta el punto común de agregación, sean inferiores a las economías de agregación que se logren.

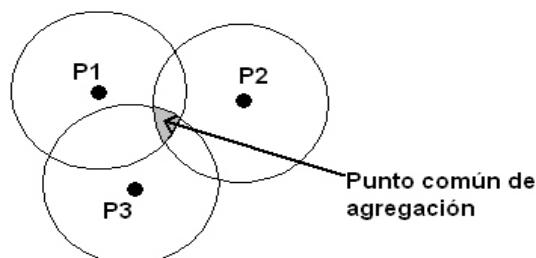
Esta situación podemos representarla gráficamente a través del concepto de perímetro isocrítico de agregación. Este perímetro se define como el lugar geométrico de todos los puntos para los cuales el trasladar la fábrica a los mismos produciría un mismo incremento en los costos conjuntos de transporte de la materia prima y de los productos terminados. Además la magnitud del incremento es igual a la magnitud de las economías de agregación factibles de obtenerse.

P1, P2, P3 localización óptima para cada una de las plantas



En el gráfico vemos que los perímetros isocríticos no se cortan. Esto significa que es mayor el incremento del costo que se produce al trasladar la fábrica desde el punto óptimo al punto de agregación, que las propias economías de agregación. Por tanto la agregación no debe realizarse.

Cuando estos perímetros se intersectan, será conveniente la localización de las tres instalaciones, en el punto común de agregación.



La economía de escala no se manifiesta de igual forma en todas las ramas de la industria. Tiene sus mayores efectos en la industria pesada que en la ligera, ya que la incidencia de los costos de transporte en los costos totales de producción es mucho mayor en las primeras.

Es por ello que en la industria pesada se denota una marcada tendencia a la concentración de la producción, mientras que en la industria ligera por el contrario, prevalecen modelos de desarrollo conocidos como de "descentralización productiva" y que han conducido a una dispersión geográfica de este tipo de industrias.

La concentración de la producción y el aumento de las dimensiones de las empresas industriales, influyen negativamente en el desarrollo proporcional del territorio, por las siguientes causas:

- El aumento de las dimensiones de las plantas industriales, genera la necesidad de cambiar sus bases tradicionales de materias primas.
- Al ampliar las empresas industriales, se suele extender la zona de consumo de su producción.
- Con el incremento de la concentración de la producción, se limita el número de empresas en la rama correspondiente, y por tanto son menores las opciones para el desarrollo de las ciudades y regiones más atrasadas.

Atendiendo a estas circunstancias, desde la década del 60 se ha venido manifestando una tendencia en la concepción y localización de las inversiones en muchos países desarrollados y subdesarrollados, denominada "descentralización productiva".

Este nuevo concepto es aplicado fundamentalmente en la industria manufacturera, y para su materialización ha aparecido en la escena de la localización industrial un nuevo "ente" que se conoce indistintamente como "Pequeña y Mediana Empresa" (PME)=(PYME) o "Pequeña y Mediana Industria (PMI).

.6 Evolución y tendencias actuales en el mundo sobre el tamaño de las empresas industriales [18].

Uno de los problemas actuales de los países latinoamericanos, y entre ellos Cuba (aunque en menor medida), es la concentración de la producción industrial en los grandes centros urbanos y en particular en las ciudades capitales. Esta asimetría de la organización territorial de la producción, ha estado gravitando negativamente en la economía de estos países y sobre todo es un aspecto que impide o retrasa el proceso de **"Desarrollo con Equidad"** planteada por CEPAL.

Es por ello que actualmente en el debate sobre reestructuración industrial en el mundo, se plantean muy polémicamente los problemas de las escalas o tamaños de las plantas industriales. Se habla de **"descentralización productiva"**, de **"industrialización difusa"**, de **"industrialización rural intensiva"**. Y en el centro de esta polémica surge como solución la "pequeña y mediana empresa" (PME), como elemento importante del "nuevo estilo de industrialización".

Es particularmente interesante el debate sobre la eficiencia económica de esta forma de organización de la producción por sobre los conglomerados industriales.

Algunos afirman que la PME es una estructura más eficiente solo en aquellas industrias donde no influyan las economías de escala. Ven la posibilidad del desarrollo de la PME dirigido a actuar en los segmentos de mercados no factibles a ocupar por la gran empresa y que tampoco está interesada en ocuparlos. A esto se le denomina **"desarrollo intersticial"**

Otros consideran que la presencia de la economía de escala en una industria no siempre es necesaria. Aducen que existen casos en que pueden seleccionarse tecnologías como las de producto y de proceso, donde estas economías no se manifiestan.

En este sentido se han descubierto la existencia de economías de escala a nivel de una o muy pocas maquinarias y no de la industria en su conjunto. En otros casos se plantea que la economía de escala puede alcanzarse a través de la asociación de empresas, en particular cuando estas economías se materializan sólo en algunas etapas de la producción y venta del producto.

El aspecto social es la otra vertiente de las discusiones sobre el tema de la PME. En particular se destaca el papel de la PME en el "freno" a la emigración hacia las ciudades. Se habla de descentralización difusa, de campo urbanizado, es decir del desarrollo de concentraciones demográficas lejos de las ciudades más importantes, creadas para la **"industrialización difundida"**.

En cualquier caso son destacables los siguientes campos en los cuales el papel de la PME ha sido más significativo.

- Dinamización de la estructura productiva
- Progreso tecnológico
- Desarrollo social

Con el primer campo está asociada la mayor **flexibilidad** de la PMI en comparación con la gran empresa.

El área del progreso tecnológico, aunque resulta muy discutida, sin embargo se ha demostrado empíricamente la efectiva capacidad de innovación tecnológica de la PME. Además hay consenso en cuanto a que ésta cumple un papel de gran importancia en la difusión de tecnología y en las nuevas tecnologías, desarrolladas a partir de los avances en microelectrónica e informática.

En cuanto al tercer ámbito de influencia de la PME - el desarrollo social- las experiencias más exitosas en los países industrializados (Japón e Italia entre otros), demuestran que la existencia de una amplia red de pequeñas y medianas empresas ha permitido el fortalecimiento de la articulación socioeconómica y de la cohesión social.

.6.1 El tamaño y localización de la industria manufacturera en Cuba [18].

En un estudio realizado recientemente sobre la influencia del par dialéctico tamaño-localización en la Industria Ligera en Cuba, se obtuvieron las siguientes **conclusiones** fundamentales:

- El tamaño de nuestra industria es relativamente grande en comparación con la de otros países, debido al "gigantismo" de las inversiones acometidas en el proceso de industrialización de estos años. En el caso de la Industria Ligera, los datos del año 1985 expresan, que la gran industria (mayor de 300 trabajadores), participa en el 50% del empleo y de la producción mercantil de ese organismo.

RESUMEN DEL TAMAÑO DE LAS UNIDADES BÁSICAS DEL MINIL. AÑO 1985.

Rango según FT total	Cant. de Unid.Bas. (UNO)	%	Fuerza Trabajo (UNO)	%	Prod. Merc. (MMP)	%
<50	148	29.7	4599	5.3	56.2	6.1
50-100	142	28.5	10249	11.9	106.9	11.6
101-150	70	14.1	8408	9.8	95.0	10.4
151-300	86	17.3	17725	20.6	207.4	22.6
>300	52	10.4	45077	52.4	453.1	49.3
TOTAL	498	100.0	86058	100.0	918.6	100.0

- Si se utilizan los conceptos y clasificaciones de especialistas internacionales aplicados para América Latina, el 83% de la Industria Ligera cubana clasificaría en el rango de grandes empresas (>100 trabajadores).

PARTICIPACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS PLANTAS EN EL EMPLEO DE LAS PRODUCCIONES DEL MINIL. AÑO 1985. % (1)

Producciones	Micro empresa	Pequeña	Mediana	Grande
Piezas repuesto	-	41.4	58.6	-
Plásticos	2.7	10.1	45.5	41.7
Jabon.-Perfumería	-	-	-	100.0
Convert.Papel-Cart.	3.7	15.7	28.6	52.0
Gráfica	21.6	40.6	37.8	-
Muebles	22.2	29.7	21.9	26.2
Textil	0.2	0.2	4.2	95.4
Confecciones	6.1	15.1	51.5	27.3
Cuero-Calzado	7.1	17.5	39.2	36.3
Bisutería	-	20.9	79.1	-
Juguetes	32.8	26.7	40.5	-
TOTAL	5.3	11.9	30.4	52.4

(1) Se han empleado los siguientes criterios de clasificación de las fábricas:

Microempresas: menos de 50 trabajadores
 Pequeña : de 50 a 100 "
 Mediana : de 101 a 300 "
 Grande : mas de 300 "

Debe señalarse que Castillo y Cortellese emplean en su trabajo sobre la PMI en América Latina la siguiente clasificación:

Microempresa: <10 trabajadores
 Pequeña : 10-49 "
 Mediana : 50-99 "
 Grande : > 100 "

Con este criterio el 83% de la industria ligera cubana clasificaría en el rango de > de 100 trabajadores (gran empresa).

- Con respecto a Italia, país con una alta participación de la PMI, tenemos una situación similar en cualquiera de las producciones del grupo 3 de la industria manufacturera. Mientras que en Italia el 59% de esta industria es de menos de 100 trabajadores, en Cuba sólo el 17% clasifica en esa categoría.

PARTICIPACIÓN DE FABRICAS MENORES DE 100 OCUPADOS EN EL EMPLEO DE ALGUNAS PRODUCCIONES DEL GRUPO 3 DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA. (1)

Producciones	Italia 1981	Cuba 1985
Muebles y madera	90.9	51.9
Calzado y prendas de vestir	77.5	20.4
Textiles	64.6	0.4
Papel e imprenta	61.2	28.9
Caucho y plástico	59.9	5.6
Cuero y piel	85.2	44.8
TOTAL	58.8	17.3

(1) En el grupo 3 se consideran la industria alimenticia, textil, cuero y piel, prendas de vestir y madera.

- Con respecto a México la diferencia es más notable. Allí en el año 1980, el 85% de los establecimientos del sector textiles, prendas de vestir e industria del cuero, tenían hasta 50 trabajadores. En nuestro caso, éstas tres ramas del MINIL participan con el 19 y 3.4% del total de fabricas y de los trabajadores de dicho organismo en el año 1985.
- El proceso de concentración y racionalización de la industria del calzado llevado a efecto en Cuba, redujo la cantidad de fábricas de más de 1300 a 66 en la actualidad.
- Sin embargo en el período de casi 30 años, los indicadores de producción y empleo en esta industria han permanecido estáticos. La eficiencia productiva no evolucionó tampoco favorablemente, manteniéndose niveles similares de productividad por trabajador en la producción de calzado de cuero.

Subramas	F.Trabajo Total		Producción		Calzado de	
	1963(1)	1990(2)	Pieles (Mm2)		Cuero (MMpar)	
			1963	1990	1963	1990
Tenerías	1310	1576	2174	2285	-	-
Deriv. cuero	13625	14721(3)	-	-	11.2	9.7(4)
TOTAL	14935	16297	2174	2285	11.2	9.7

(1) Rep. de Cuba. Minist.de Industrias.Anuario Estadístico 1964

(2) Sobre la base de datos de la Unión Cuero-Calzado.

(3) Incluye: Calzado, accesorios, avíos y talabartería.

(4) Incluye: Calzado de piel natural, piel artificial y cuero textil.

- De similar forma transcurrió el proceso en la industria tenera, donde de 60 fábricas la producción se concentró en sólo 9 en la actualidad. No obstante los volúmenes de producción de pieles son prácticamente iguales.
- Se redujeron en estos 30 años los lugares habitados donde se producía calzado de 100 a 40, a cuenta fundamentalmente de la eliminación de esta producción en los pequeños asentamientos poblacionales, lugares donde predominaban los "chinchales".
- La inestabilidad de la producción del cuero-calzado, a causa del éxodo de los trabajadores hacia ramas mejor remuneradas, tiene una relación directa, no sólo con los bajos salarios de la rama del cuero-calzado, sino también con el tamaño y la preferente localización de ésta industria en las ciudades mayores del país, donde existen otras opciones de empleo.
- Aunque sólo el 37% de las fábricas de la industria del cuero calzado son mayores de 100 trabajadores, ellas emplean el 75% de los trabajadores de la rama. En Ciudad de La Habana y en las cabeceras provinciales, se localizan las 2/3 partes de los trabajadores totales.
- Esta concentración y especialización de la producción, no ha conducido en estos años a resultados favorables en la Industria Ligera, ni con respecto al incremento de la producción, ni en la calidad, ni en la eficiencia.
- De 50 plantas de calzado de cuero, seleccionadas para el análisis de la eficiencia comparativa según tamaños y localización de las mismas, se demuestra que los indicadores de productividad física de las plantas menores de 100 trabajadores, son prácticamente similares a los de las mayores de ese rango.
- En términos de productividad en valor, los de las plantas menores son superiores, con índices de dotación de medios básicos más bajos y rendimientos de esos medios básicos más altos.
- Según su localización en los diferentes niveles del Sistema de Asentamiento Poblacionales (SAP), las plantas más eficientes se localizan en las ciudades cabeceras municipales, a cuenta de la mayor presencia en ellas de las plantas de menos de 100 trabajadores.

EFICIENCIA COMPARATIVA SEGÚN TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DE LAS FÁBRICAS DE CALZADO EN EL AÑO 1990.

Nivel SAP	Productividad				Dot.M.B.			
	Física (pares)		Bruta (MP)		Rend. M.B.		Dot. M.B. (MP)	
	<100	>100	<100	>100	<100	>100	<100	>100
CH	585	727	5.0	4.6	2.5	2.7	2.0	1.7
CP	971	939	5.8	5.4	2.1	1.8	2.8	2.9
CM	1001	1071	7.4	5.9	3.5	2.3	2.1	2.6
OA	885	-	6.6	-	3.1	-	2.1	-
TOTAL	874	914	6.4	5.3	2.9	2.3	2.2	2.3

CH: Ciudad de La Habana

CP: Cabeceras provinciales

CM: Cabeceras municipales

OA: Otros asent. poblacionales

Niveles SAP	Productividad			
	Físico (par)	Bruta (MP)	Rend. M.B.	Dot. M.B. (MP)
CH	713	4.7	2.7	1.7
CP	944	5.4	1.9	2.9
CM	1060	6.1	2.4	2.5
OA	885	6.6	3.1	2.1

- Ciudad de La Habana presenta los menores índices de eficiencia entre todos los niveles analizados, entre otras causas debido a la alta participación de las grandes fábricas.
- La inestabilidad laboral aumenta proporcionalmente al tamaño de las ciudades donde se localizan las plantas y constituye el principal factor de la ineficiencia económica de la industria en las grandes ciudades.

En las **recomendaciones** del trabajo señalado anteriormente, se propone:

- Es necesario estudiar nuevas formas organizativas en la distribución territorial de las producciones de la Industria Ligera, en donde la "descentralización" constituya uno de los factores principales a considerar.
- Una de las variantes de dicho estudio debiera ser el análisis de la articulación entre las grandes fábricas y las medianas y pequeñas existentes, no sólo pertenecientes al MINIL, sino a las que se están creando por las Industrias Locales del Poder Popular.

- Sería conveniente estudiar, como otra alternativa quizás más ventajosa para las actuales condiciones, la desarticulación de las grandes fábricas en varias más pequeñas, que puedan utilizar sus equipos y maquinarias y que sean distribuidas en los territorios y ciudades con mayores necesidades de empleo.
- Fundamentalmente la desarticulación deberá producirse en las grandes plantas localizadas en la Ciudad de La Habana, en donde los indicadores de la eficiencia son más bajos que en ciudades menores.
- En el caso específico de la industria del calzado, el proceso de reorganización territorial deberá estar acompañado por una "reestructuración tecnológica", que esté acorde con nuestras posibilidades. El llamado **sistema de células de trabajo** o **sistema de producción par a par**, pudiera ser una alternativa interesante para nuestro caso.
- En nuestras condiciones actuales, con escasez de recursos, la descentralización productiva pudiera parecer poco viable, sin embargo la experiencia ha demostrado lo contrario en otras ramas, incluso de mayores restricciones locacionales, como la biotecnología, en donde ya se cuentan con instalaciones fuera de la capital del país.
- Estudiar e implementar experimentalmente en una zona del país, una forma de organización integral de la producción del cuero-calzado o de otras producciones de la industria manufacturera.
- Sería una forma de organización similar a las "áreas sistemas" italianas o complejos ramales, donde el autoabastecimiento regional sea el objetivo principal.
- Esta idea contribuiría a romper la estrecha especialización existente en nuestras fábricas, e implicaría que la **cooperación** se convierta en un factor principal en la reorganización de la producción.

Hemos introducido este tema tan interesante, con el interés de hacer conocer el desarrollo actual de la teoría de la localización en el mundo contemporáneo. Para los especialistas dedicados a esta temática, de seguro constituirá un punto de partida para reflexiones futuras.

.7 El Proceso Inversionista en Cuba [19, pág 116-134].

.7.1. Fases del proceso inversionista.

En virtud del singular papel que desempeñan las inversiones básicas en el aseguramiento del logro de objetivos estratégicos y tácticos del desarrollo de la economía nacional, se instauró en Cuba un Reglamento para regular los métodos de evaluación, ejecución y control de las inversiones.

El proceso inversionista, de acuerdo con este reglamento, se considera estructurado en seis momentos fundamentales:

- a) Estudio y evaluación económica;
- b) Proyecto;
- c) Contratación;
- d) Construcción y Montaje;
- e) Puesta en Marcha;
- f) Asimilación.

El tiempo transcurrido desde el comienzo del estudio económico de la inversión hasta que concluye el período de asimilación, se conoce por período de maduración de la inversión.

En la práctica de la planificación en Cuba, se determinó analizar los proyectos de inversión en dos etapas:

- a) Propuesta de inversión;
- b) Tarea de inversión.

La diferencia radica en el mayor nivel de precisión de la Tarea, en donde además se analizan alternativas y se seleccionan las más eficientes para la economía nacional.

Dentro de los factores que se analizan, que son similares a los de los estudios de factibilidad de la metodología de la ONUDI, se encuentran los análisis de tamaño y localización de la inversión.

.7.2 Criterios de evaluación de los proyectos.

Como criterio de evaluación de la eficiencia de las inversiones y sus alternativas, se emplea el de la efectividad económica **absoluta**, calculada como la relación costo/beneficio y el de la efectividad económica **comparativa** para la selección entre alternativas.

La eficiencia absoluta se determina mediante la comparación del indicador de efectividad económica de la inversión en estudio, con el coeficiente normativo ramal de eficiencia.

La inversión se considera económicamente efectiva, si su eficiencia absoluta (E) es igual o superior al coeficiente normativo ramal (En):

$$E = \frac{V_p - C_p}{I} =$$

$$\frac{\text{Ganancia promedio anual}}{\text{Costo de inversión}} \geq E_n$$

donde:

V_p = Valor de la producción;

C_p = Costo de Producción;

I = Costo de inversión.

Para seleccionar entre alternativas se establece la eficiencia comparativa para cada una de ellas, como sigue:

$E_n \cdot I + C_p = \text{mínimo}$, analizado para cada variante, de donde se selecciona la del resultado mínimo.

.7.3 Algunas de las deficiencias del proceso inversionista.

Las deficiencias que vamos a señalar, se relacionan con la falta de integralidad del proceso y de los controles, que han ocasionado violaciones del reglamento aprobado.

Entre las que más incidencia han tenido sobre la estrategia de desarrollo territorial, se pueden mencionar las siguientes:

- Falta de "cooperación interindustrial", conducentes a una "multiplicidad" de inversiones similares para satisfacer necesidades institucionales;
- "Gigantismo industrial";
- Ejecución de falsas "ampliaciones" de plantas existentes.

Veamos brevemente en detalle cada uno de estos problemas, así como los efectos que provocan en el territorio.

.7.3.1 Falta de "Cooperación interindustrial" [20].

Las deficiencias de la planificación, al no considerarse con todo rigor la **"cooperación productiva y de los servicios"**, constituye otra de las tendencias negativas en la planificación del desarrollo.

Esta tendencia se expresa en que cada organismo, empresa o fábrica desea ser "autosuficiente" en todo, hasta en servicios como los automotrices, salas-teatro, campos deportivos, que luego se utilizan insuficientemente ignorando la infraestructura creada en cada

localidad subordinada a organismos especializados, e incluso al mismo organismo inversionista.

De esta forma se **"multiplican"** innecesariamente las instalaciones y el gasto inversionista. Este enfoque conduce a la aparición de otro de los fenómenos negativos del proceso inversionista de los últimos años el "gigantismo industrial.

.7.3.2 Gigantismo industrial" [21, pág 90-96].

Este tema ha sido ampliamente debatido por ingenieros y economistas cubanos, y constituye una de las problemáticas fundamentales que caracterizaron la falta de integralidad de nuestro proceso inversionista.

Como vimos anteriormente, una de las formas de manifestación del "sectorialismo" en las proyecciones ramales, y que conspira contra los intereses del desarrollo territorial, es la ejecución y adquisición de grandes plantas conocida como "gigantismo industrial.

Esta tendencia se ha evidenciado en todos los países de economía centralizada y tuvo también su expresión en Cuba. Ella se manifestó en los años de industrialización acelerada de nuestra economía (1976-1985), resultando una tendencia que conspiró contra el desarrollo armónico y proporcional de los diferentes territorios del país.

Esto es así, porque la utilización de grandes escalas productivas reduce el número de posibles inversiones y los lugares de posible ubicación. En el caso cubano, esta tendencia limita las posibilidades de desarrollar la base económica de las ciudades intermedias, que en los próximos 15-20 años concentrarán alrededor del 34% de la población urbana del país.

El **"gigantismo"**, como un virus, puede permanecer inconscientemente oculto en la concepción de una inversión. Son portadores del mismo los promoventes directos e indirectos en los diferentes niveles de organismos inversionistas. También pueden ser causa del voluntarismo, que ayuda de esa forma a consumir estos fenómenos.

Las repercusiones de tal enfoque de la industrialización, no sólo produce efectos territoriales negativos, sino también resulta desfavorable desde el punto de vista puramente económico.

El objetivo inversionista víctima del gigantismo está condenado por lo general durante su vida útil, a la ineficiencia económica, al deterioro progresivo de sus indicadores y a una acentuada y creciente susceptibilidad a todo género de dificultades nocivas durante su explotación.

Como resultado final se obtiene la no recuperación de lo invertido, la incosteabilidad generalizada y la conversión del objetivo en una verdadera carga para la economía, por lo que pudiera caber hasta la recomendación desde el punto de vista económico de desactivar su explotación.

El "gigantismo" implica ignorar las deseconomías, basadas en que los costos unitarios de inversión y producción, no disminuyen, sino que aumentan a partir de determinados límites de la economía de escala.

Son ejemplos clásicos de éste fenómeno en Cuba, los combinados textiles de Santa Clara (60 MMm²) y el de Santiago de Cuba (80 MMm²), con las siguientes variaciones fundamentales de algunos de sus indicadores:

Indicadores	Variaciones	
	Santa Clara	Stgo de Cuba
- Tamaño en miles de husos. El mínimo económico internacional se sobrepasa en:	4.8*	6.5*
- Variación en el costo unitario de inversión:	112 %	115 %
- Variación en la depreciación anual:	120 %	123 %

Nota: Hasta 1987

* Número de veces.

Tomando el costo total de inversión y su comparación respecto al evaluado, así como al costo por peso real en 1987, las variaciones en un conjunto de objetivos pueden medirse, sin más comentario, como sigue:

Inversiones	Variación respecto (%)		
	Costo total de inversión evaluado	de ello C y M	Costo por peso
- Fca Botellas Las Tunas	143	141	1.75
- Fca Cemento Cienfuegos	184	262	1.34
- Fca Implementos agric Holguín	147	147	
- Comb papeles blancos Uruguay	218	750	1.46
- Hilandería de Balance	200	202	1.90
- Fca Cervezas "Tínima" Camag.	113	107	0.98

Estos ejemplos evidencian que el gigantismo, no sólo lo gestamos nosotros, sino que también lo hemos importado y hasta nos lo han proyectado, y tiene como único denominador común que lo ha pagado, lo paga o lo tiene en su deuda, el país.

Sobre la "importación" del fenómeno, se argumenta que:[22].

- La mayoría de esas industrias fueron adquiridas en países ex so-
listas europeos, donde en el tamaño de las plantas inciden otros
factores y condiciones económicas y sociales distintas;
- La necesidad de adquirir plantas industriales con un alto grado
de integración vertical, por nuestra carencia de infraestructura
de apoyo. A esto se puede añadir la falta de cooperación entre
las empresas;
- Dada la situación de subdesarrollo y de bloqueo económico, el
desarrollo industrial apremiante indujo a aceptar la transferen-
cia de capacidades y tecnologías (incluso atrasadas), cuyas con-
diciones de instalación y pago eran en ese momento, no sólo ven-
tajosas para Cuba, sino también su única alternativa.

.7.3.3 Las falsas "ampliaciones" [23, pág 120-162].

El concepto de ampliación de capacidades está considerado por mu-
chos economistas como una forma de clasificación de las
inversiones atendiendo al papel que desempeñan en la reproducción
ampliada de la economía nacional.

Según este criterio, las inversiones se clasifican en cinco
grandes grupos:

- reposición;
- modernización;
- reconstrucción;
- ampliación de capacidades;
- creación de nuevas capacidades independientes.

Cada grupo tiene un orden de prioridad para su ejecución, es
decir, las reposiciones ocupan el primer lugar, mientras que las
obras nuevas ocupan el último. El criterio que guía este
razonamiento de prioridad es el ahorro máximo de recursos con una
puesta en marcha en un plazo más breve.

Este proceso no deja de ser lógico y, a su vez, contradictorio. Es
lógico, por cuanto siendo o no más efectiva la reconstrucción que
la nueva construcción, ella es necesaria. No obstante es
contradictorio porque los territorios de menor desarrollo
económico no tienen, o tienen muy poco que ampliar. De aplicarse
mecánicamente este razonamiento, se aumentaría la brecha entre
zonas con alto y bajo desarrollo económico.

¿Cómo se ha violado este "principio" dentro del proceso inversio-
nista cubano? Sencillamente, nominalizando y ejecutando como am-
pliaciones, inversiones que en realidad representan plantas nuevas
aledañas a las existentes.

Con el estudio de algunos casos específicos de inversiones nomina-
lizadas bajo el concepto de ampliaciones, se detectaron que muchas
de ellas se ejecutaron en terrenos vecinos de plantas existentes,

pero sin nexos productivos estables con ellas, creándose de esta forma una planta nueva con una producción similar.

La utilización en común de las facilidades infraestructurales, que resulta otro de los factores que justifican las inversiones de ampliación, en muchos casos no se han podido concretar en la práctica, teniéndose que construir en su totalidad, e incluso para la fábrica existente.

Lógicamente, la ejecución de esas falsas "ampliaciones" invalidaron inversiones de nuevas plantas que se preveían construir en zonas de menor desarrollo económico.

Veamos algunos indicadores de cinco inversiones de este tipo ejecutadas en los últimos años, que hablan por sí solos:

Nombre Inversión	Valor de la producción			Valor de los Fondos Básicos			Promedio de Trabajadores			Area Total			Consumo anual de electricidad		
	(MP)		Incr Veces	(MP)		Incr Veces	(UNO)		Incr Veces	(Mm²)		Incr Veces	(MWh)		Incr Veces
	Antes	Despues		Antes	Despues		Antes	Despues		Antes	Despues		Antes	Despues	
Fca. Piez Rep. Soc. V.Nam	2677.3	4576.0	1.7	1448.9	9030.6	6.2	182	294	1.6	3.9	26.7	6.8	558.6	1432.8	2.6
Fca. Herrajes Gu	2645.2	7202.9	2.9	900.0	17900.0	19.9	274	970	3.5	1.0	100.0	9.1	646.6	1746.6	2.7
Amp Fca Neum J.A Mella	10125.4	11232.3	1.1	4388.9	9309.1	2.1	356	425	1.2	20.0	21.2	1.1	17127.2	21797.2	1.3
Fca Tubos Rígid E.Llerena	5622.0	6780.1	1.2	3116.0	5504.9	1.8	264	488	1.8	3.0	4.2	1.4	333.2	618.8	1.9
Amp. Fca Circuitos Impresos CH	2960.0	29600.0	10.0	...	...	...	124	568	4.6	2.9	11.5	4.0	1032.8	3098.3	3.0

III.2 Escalas y niveles de la planificación territorial y de la localización de inversiones.

La localización de inversiones transcurre en un proceso de aproximaciones sucesivas, al cual corresponden estudios de diferentes escalas y niveles de detalle, que permiten ir precisando o acotando el sitio de la ubicación definitiva del proyecto de inversión.

El recorrido metodológico de la localización de las inversiones, está estructurado en etapas que van de lo general a lo particular, debidamente interrelacionadas entre sí. Los resultados que se alcanzan en una etapa constituyen el punto de partida de la siguiente. A su vez existe una retroalimentación de los resultados de las etapas de mayor precisión, hacia las más globales.

Por tanto, la tarea se resuelve en forma sistémica, integrando las distintas etapas de análisis hasta la obtención de una solución que satisfaga las exigencias, tanto del objeto de localización individualmente, como el de la economía nacional como un todo.

La aplicación de este enfoque se puede simplificar en función del carácter (nacional, regional o local) de la inversión, y por otros factores que lo aconsejen.

En síntesis, los estudios de localización de inversiones, elaborados bajo estas condiciones, se caracterizan porque en ellos se utilizan técnicas de análisis que corresponden a los dos tipos de planificación, la **territorial y la física**, y en los que se integran los objetivos de la planificación **territorial y ramal**.

Para constatar esta afirmación, veamos someramente el contenido y alcance de los diferentes niveles de la planificación y evaluación de la localización de inversiones, tal y como se han venido realizando en Cuba.

.1 El Plan Físico Nacional y el Esquema General de Desarrollo y Distribución de las Fuerzas Productivas.

En esencia ambos trabajos de planificación son similares. Lo que los diferencia son las formas y métodos organizativos empleados para su elaboración. Estos trabajos fueron realizados en determinada etapa histórica del desarrollo de la planificación territorial en Cuba, lo que también incide en sus diferencias.

En los primeros años de la creación del Instituto de Planificación Física, se realizaron estudios de escala nacional bajo el nombre de "Plan Físico Nacional" (PFN), en el cual se sintetizaban diferentes trabajos sectoriales de ordenamiento territorial del país, para un horizonte temporal de 10-15 años.

Las condiciones en que se elaboraban estos trabajos no eran las mejores, ya que ese "PFN" no estaba institucionalizado y no formaba parte de trabajos previos de la elaboración de los planes de la economía nacional. Por tanto eran iniciativas del IPF para contar con el marco de referencia adecuado para la localización de las inversiones, que en forma creciente se solicitaban, fundamentalmente por los organismos industriales.

Por estas causas el PFN tenía limitaciones lógicas, por no contar los planes sectoriales y ramales que lo alimentaban, ni la consistencia ni la fundamentación técnico-económica indispensable.

Con el inicio del proceso de institucionalización del país a partir de 1975, estas relaciones se modificaron, y fueron creadas las bases para la elaboración de los planes de desarrollo socio-económico a largo y mediano plazo.

En estas nuevas condiciones se comenzaron los trabajos de la "Estrategia de Desarrollo Económico y Social del país hasta el año 2000", y del Primer Plan Quinquenal 1976-1980.

El IPF pasó a formar parte de JUCEPLAN, por lo que los trabajos de localización de inversiones en particular y de ordenamiento territorial en general, pasaron a formar parte del plan de la economía nacional, convirtiéndose en estudios de carácter pre-plan debidamente oficializados.

A partir del año 1978, en el marco de la Estrategia de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2000, el IPF comenzó a elaborar los "Esquemas Ramales" que alimentaban al "Esquema General de Desarrollo y Distribución de las Fuerzas Productivas" (EGDDFP).

El vocablo "**esquema**", surgió en el ámbito de la planificación en Cuba, asociado a la denominación que se daba en los países ex-socialistas a estos tipos de trabajos de pronosticación del desarrollo socio-económico.

Cuando este trabajo se elabora a nivel de la economía nacional, se denomina "Esquema General de Desarrollo y Distribución de las Fuerzas Productivas" (EGDDFP)¹⁰ y cuando el objeto de análisis son las ramas productivas o de servicios, se denominan "Esquemas Ramales".

En esta coyuntura, no obstante contar el IPF con la experiencia anterior de los PFN, se comenzó a recibir asesoramiento técnico de especialistas búlgaros y soviéticos, los que recomendaron la necesidad de elevar la fundamentación económica de los trabajos de ordenamiento territorial que se venían realizando.

.2 El Esquema Ramal-Territorial.

El EGDDFP y los Esquemas Ramales constituyen por tanto, trabajos de carácter pre-plan, en los que se manifiesta la unión o integración de los enfoques ramales con los territoriales de la planificación.

Dado los objetivos de los "esquemas", en buena técnica hay que agregarles el calificativo de territoriales. A los mismos se les asignan las tareas relacionadas con la evaluación de los factores económicos, ecológicos y sociales, que permitan dar consistencia y respaldo a los distintos planes de desarrollo ramal.

¹⁰ El EGDDFP constituye, por definición, una parte inseparable del sistema económico de planificación del desarrollo. Es la base científica de la distribución racional de las fuerzas productivas para la perspectiva, cuyo objetivo fundamental es la disminución de los costos sociales de producción y la solución de los problemas socio-económicos más importantes, a través de la coordinación de las posiciones (enfoques) ramal-territoriales y del establecimiento de proporciones territoriales óptimas.

Según la metodología que guía estos trabajos, los "Esquemas Ramales Territoriales" se deben elaborar de forma conjunta por los ministerios y los órganos centrales de la planificación económica del país. Esto es así, dado que la proyección del desarrollo y su distribución territorial son procesos indisolublemente vinculados.

En los resultados finales de este nivel o escala de la planificación territorial, se propone la organización territorial de las diferentes ramas y/o producciones fundamentales. Esta propuesta surge como resultado del análisis de los siguientes aspectos:

- Diagnóstico de la situación actual;
- Determinación de las premisas de organización territorial de las ramas y producciones objeto de análisis;
- Elaboración de las propuestas de localización de las inversiones;
- Síntesis provincial y nacional de la organización territorial de las ramas y del sector en la perspectiva.

Los esquemas ramales-territoriales sirven de marco de referencia a los siguientes estudios de localización de inversiones, en sus dos momentos: Macrolocalización y Microlocalización. En la mayoría de los casos, para optimizar la localización de muchas inversiones, es necesario la elaboración previa de un proyecto de organización territorial.

.3 El proyecto de Organización Territorial (POT).

El proyecto de organización territorial (POT) constituye el nexo entre la planificación territorial y la física y se realizan para optimizar la localización, en el ámbito urbano o regional, de cualquier tipo de instalaciones y de redes técnicas asociadas al desarrollo integral del territorio.

En este sentido se elaboran en escalas 1:20000 ó 1:50000, es decir a una escala intermedia entre las utilizadas para los Esquemas Ramales-Territoriales y la utilizada en los estudios de microlocalización de inversiones.

Por lo general en estos POT se emplean técnicas de análisis de la planificación física, aunque a medida que las circunstancias lo han aconsejado, se han introducido en ellos los análisis económicos.

Como ejemplos de POT se pueden mencionar los que se han elaborado para los territorios agropecuarios (ganadería vacuna, macizos cañeros, agricultura no cañera), los de desarrollo turístico, los asociados a las ciudades y sus zonas de desarrollo (planes directores urbanos, zonas industriales), etc.

Sobre la base de los POT, los organismos especializados elaboran los proyectos ejecutivos de las inversiones a localizar en dicho territorio, tanto las de carácter productivo, como los asentamientos poblacionales, redes ingenieras y los restantes elementos de la infraestructura social.

Sin esta escala de trabajo intermedia, no es factible realizar un estudio eficiente de microlocalización.

.4 Macro y microlocalización de inversiones.

La ubicación y emplazamiento de las inversiones constituye, desde el punto de vista de la planificación física, la etapa final de los trabajos de ordenamiento territorial y se insertan en el proceso general de programación y evaluación de las inversiones.

En este sentido, resulta una etapa importante de los estudios de factibilidad económica de los proyectos. A partir de los resultados de los "Esquemas Ramales-Territoriales", se comienza a precisar la localización de los objetivos que forman parte del "programa de desarrollo" de la rama.

La localización de inversiones, tal y como se ha realizado en Cuba, transcurre en dos momentos del proceso inversionista. Para la elaboración de la "Propuesta" y "Tarea" de inversión, se requieren dos tipos diferentes de respuestas de localización, denominadas "Macrolocalización" y "Microlocalización".

La **macrolocalización** de inversiones estudia la localización considerando un marco territorial de análisis muy amplio, donde se define la región del país o la provincia donde se pudiera localizar la inversión objeto de análisis. Corresponde con la etapa de estudios de prefactibilidad y con la "propuesta de inversión" dentro del proceso inversionista, cuando aún no se cuenta con muchas definiciones sobre las características técnico-económicas del proyecto de inversión.

La macrolocalización se vincula con los Esquemas Ramales y en ella se realizan análisis de la planificación territorial, con un marcado acento en el examen de aspectos macroeconómicos, tales como:

- Proporciones económico-territoriales;
- Balance demolaboral;
- Balance hidráulico;
- Balance producción-consumo;
- Optimización de la distribución territorial del ingreso;
- Satisfacción de las demandas provinciales.

La **microlocalización** de las inversiones considera un marco territorial de análisis muy detallado, es decir, es la localización que permite definir el lugar exacto donde se edificaría la inversión.

Es parte integrante del Proyecto de Organización Territorial de la planificación física, tanto los realizados para las ciudades, como para el ámbito rural y se elabora atendiendo a un nivel mayor de definición de los parámetros técnico-económicos de la inversión. Corresponden con el análisis de factibilidad y con la "tarea de inversión" del proceso inversionista.

En la microlocalización se manifiestan los análisis típicos de la planificación física, con un marcado carácter técnico-económico, tales como:

- Topografía;
- Altimetría;
- Clima, régimen de vientos predominantes;
- Contaminación ambiental;
- Redes técnicas;
- Capacidad agrológica de los suelos;
- Relación vivienda trabajo de la fuerza de trabajo;

IV MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE INVERSIONES

.1 Métodos simples.

Comenzaremos por las situaciones simplificadas de rigor, para el análisis de la localización de inversiones. Las materias primas, la producción y el consumo las asumiremos concentradas en puntos sobre un plano, en el cual los costos de transporte estarán dados por el peso de los productos a transportar multiplicado por la distancia.

Tomemos el caso más sencillo, con una sola fuente de materias primas y un sólo destino del consumo. La solución más económica consistirá en localizar la fábrica en uno de los dos puntos a fin de ahorrarnos el transporte correspondiente.

Cual de los dos puntos resulta el más conveniente dependerá, del valor del coeficiente conocido como **Índice de Materiales**:

$$\frac{\text{Peso del producto terminado}}{\text{Peso de las materias primas}}$$

Si este valor es mayor que uno, la fábrica se ubicará en el centro de consumo y si es menor, en el yacimiento de materias primas. Si es igual a uno se podrá ubicar en cualquier punto de la recta que une a ambos extremos.

El caso del coeficiente mayor que uno corresponde a las industrias orientadas hacia el consumo y el del coeficiente menor que uno al de las orientadas hacia la materia prima.

Ahora analicemos que consideraciones adicionales tendríamos que hacer en un caso práctico. Primeramente debe descartarse el supuesto de que el costo de transporte dependa exclusivamente del peso y la distancia, ya que evidentemente, no es lo mismo transportar carga líquida, que sólida, a granel o refrigerada. Teniendo esto en cuenta el coeficiente anterior se transformaría en:

$$\frac{\text{Peso} \times \text{costo de la Ton-Km del producto terminado}}{\text{Peso} \times \text{costo de la Ton-Km de la materia prima}}$$

Además, existen otros factores como el agua, la energía eléctrica, la fuerza de trabajo, etc, que pueden condicionar la localización de una industria, por lo cual generalmente en vez de una progresión infinita de puntos, las alternativas reales se concretan a un cierto número de ubicaciones posibles.

Supongamos que B y C son los dos únicos puntos en que realmente puede ser ubicada la industria:



Si nuestra industria fuese orientada hacia la materia prima (de acuerdo con el nuevo criterio de peso x costo de la ton-km), trataríamos de localizarla en B. Sin embargo es posible que C debido a una más fácil obtención del agua, permita obtener costos de producción más bajos.

En este caso, la ventaja económica que representa instalar la fábrica en B debido a menores costos de transporte, tendría que ser comparada con el menor costo de producción que se obtendría en C.

Pudiera resultar que de A hasta C hubiera un ferrocarril y de C a D una carretera. En esas condiciones, la ventaja de ubicar en C estarían dadas por la manipulación adicional que se evitaría y esto sería lo que habría que comparar con el menor costo de flete que se asocia a la ubicación en B. Si el coeficiente de la industria fuese uno o cercano a uno, no habría duda alguna de construir en C.

Esto se debe a que los costos de la ton-km por ferrocarril son más bajos que los correspondientes al transporte automotor.

.2 Método de los Polivectores.

Para analizar el problema con más de una fuente de materias primas y más de un centro de consumo, se puede aplicar el método de los polivectores. Este método introduce en el Análisis Regional una analogía con el concepto de la Física denominado centro de masa. Se le denomina también método ingenuo, y opera de la siguiente forma:

A un sistema de ejes coordenados se refieren los centros de consumo y las fuentes de materias primas, empleándose las fórmulas del concepto físico de centro de masa, que son:

$$\bar{X} = \frac{\sum K \cdot x}{\sum K}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum K \cdot y}{\sum K}$$

donde:

- -

X , Y :Coordenadas de la localización de la planta;

x , y :Coordenadas de las fuentes de materias primas y de los centros de consumo;

K :Factor de Carga (Valor absoluto de las materias primas y de la producción enviada a los centros de consumo.

A la solución gráfica obtenida se aplica el Índice de Materiales, para verificar los resultados obtenidos. Los valores de las materias primas y productos terminados deben estar en la misma unidad de medida.

Este es un método que sólo permite obtener una solución aproximada de la localización de una instalación. A partir de esta solución primaria, y de la consideración de los factores locacionales, se fundamentan las alternativas de localización, aplicándose finalmente el método de evaluación técnico-económico más conveniente.

Veamos un ejemplo de aplicación de este método, considerando tres fuentes de materias primas y tres centros de consumo. La producción asciende a 5.5 t y los productos terminados a 1.0 t, con la siguiente distribución:

Materias primas	Coordenadas		K Ton
	x	y	
A	-2	4	3,0
B	0	4	2,0
C	2	4	0,5
Centros de consumo			
D	-2	-4	0,8
E	0	-4	0,15
F	2	-4	0,05
			1,00

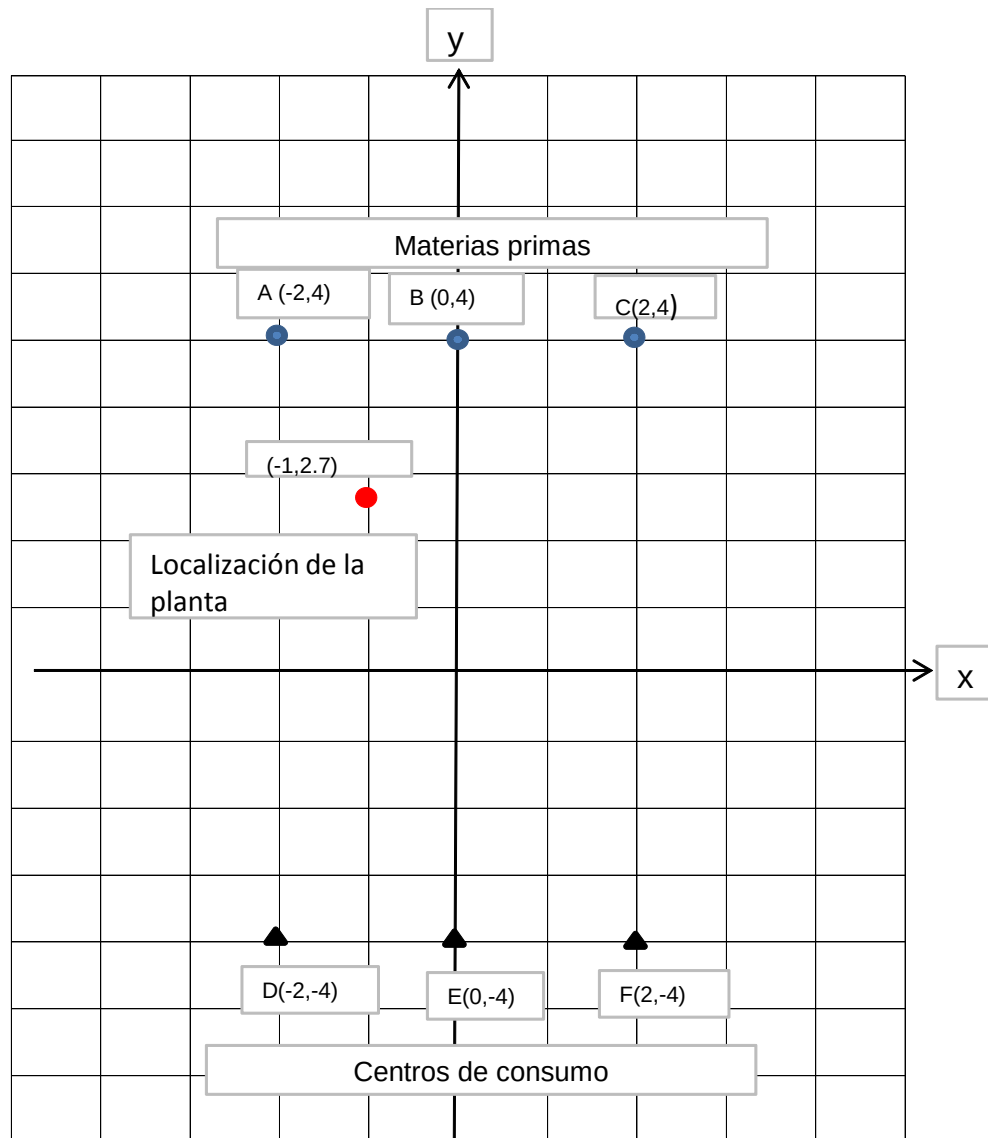
Organizando los cálculos en una tabla:

Puntos de ubicación de materias primas	Coordenadas		K	Kx	Ky
	x	y			
A	-2	4	3	-6	12
B	0	4	2	0	8
C	2	4	0,5	1	2
Puntos de ubicación de centros de consumo					
D	-2	-4	0,8	-1,6	-3,2
E	0	-4	0,15	0	-0,6
F	2	-4	0,05	0,1	-0,2
Σ			6,5	-6,5	18

Aplicando la fórmula del centro de masa, se obtienen las coordenadas de la localización de la planta:

$$X = \frac{\sum K \cdot x}{\sum K} = \frac{-6,5}{6,5} = -1 \quad Y = \frac{\sum K \cdot y}{\sum K} = \frac{18}{6,5} = 2,7$$

Llevando los datos de entrada y los resultados a un sistema de coordenadas:



Comprobando con el Índice de Materiales

$$IM = \frac{\text{Productos terminados}}{\text{Materias primas}} = \frac{1}{5,5} = 0,18 < 1$$

La localización de la planta se orienta hacia las materias primas, por lo que el resultado es correcto.

.3 Métodos basados en los gastos reducidos mínimos (GRM).

3.1 Metodica de la eficiencia de la localización de inversiones aisladas.

Determinado por las limitaciones del criterio de los GRM señaladas en el capítulo II, a partir de los años 80, como parte del perfeccionamiento de los estudios de localización que se realizaban en el IPF, se comenzó a aplicar de forma experimental una formulación de los GRM basada en los denominados "**gastos diferenciados por territorios**", en la que se calculan de forma desagregada los diferentes componentes de costos e inversiones de la siguiente forma: [12, pág 60-88].

Se parte de la fórmula básica de los GRM:

$GRM = C + E_n \cdot IB$	$\longrightarrow$	para un año o para
$GRM = C \cdot T_n + IB$	$\longrightarrow$	todo el período de recuperación de la inversión;

donde:

C = costo de producción anual y de la transportación hasta los consumidores, para cada una de las alternativas de localización de la inversión;

IB = inversiones básicas totales para cada una de las alternativas;

Para calcular los costos de producción para la economía nacional (C), se parte del cálculo del costo de producción en las regiones alternativas de localización de la inversión (C_p) y del costo de transportación hasta las regiones de consumo, por la fórmula:

$$C = C_p + \sum_{j=1}^m CTR_{pr}^j \cdot V_p^j$$

donde:

CTR_{pr}^j - costo de transportación de una tonelada de producto terminado hasta los consumidores (pesos/t).

V_p^j - volumen de producción terminada que se transporta desde las alternativas de localización de la inversión hasta la región de su consumo.

La particularidad del cálculo de los costos de producción (C), en el caso de la eficiencia de la localización de inversiones, radica en que todos los elementos del costo se calculan sobre la base de la **diferenciación** regional que muestran los mismos en cada una de las alternativas de localización de la inversión objeto de estudio.

En este caso, el costo de producción terminada en las regiones alternativas de localización de la inversión (Cp), se determina por la fórmula:

$$C_p = \sum_{j=1}^m Q_1^j (CQ_1^j + CTR Q_1^j) + \dots + \sum_{j=1}^m Q_i^j (CQ_i^j + CTR Q_i^j) + \dots +$$

$$\sum_{j=1}^m Q_n^j (CQ_n^j + CTR Q_n^j) + \sum_{j=1}^m P^j (CP_p^j + CTR P^j) + E^j (CE^j + CTR E^j) +$$

$$A^a \cdot CA + FS + Az + PG + OGc$$

donde:

i= 1,2,3...,n -tipos de materias primas;

j= 1,2,3...,m -zonas de suministro de materias primas, materiales, combustibles, etc.;

Q₁, Q_i,...,Q_n-cantidad de materias primas, materiales, productos intermedios, etc, que se suministran por cada provincia (t);

P_j, E, A -cantidad de combustible, electricidad y agua que será abastecido a la planta desde una u otra provincia (t, MKwh, Mm3);

CQ₁^j, CQ_i^j
CQ_n^j - costos unitarios de producción de las materias primas (según el costo de sus componentes) en las regiones alternativas de localización de la planta (pesos/unidad de producción);

CP_p^j, CE, CA - costos unitarios de producción del combustible, energía eléctrica y agua en las zonas alternativas de localización de la planta (pesos/t, pesos/Kwh, pesos/m3);

CTRQ^j, CTRP^j,
CTRE^j - costos unitarios de transportación de materias primas, combustibles y del suministro de energía eléctrica (pesos/t, pesos/Kwh);

FS^a - fondo anual de salarios del personal de la planta en las regiones alternativas de localización (MMP);

Az - amortización en las regiones alternativas de localización de la planta (MMP), que se calcula como:

$$Az = \frac{IB_{FB} \cdot PcAz}{100};$$

donde:

PcAz - proporción de la amortización en el costo de producción de la rama dada.

OGc - otros gastos en el costo de producción de la rama (MMP)

El cálculo de las inversiones básicas se realiza también, considerando las diferencias territoriales en los indicadores de las inversiones unitarias para la producción de las materias primas, energía eléctrica y agua, la construcción de viviendas, así como los coeficientes de promedio familiar y el tamaño de las ciudades en donde se evalúan las alternativas de localización de la planta objeto de la inversión.

En este sentido, la determinación de las inversiones básicas (IB) para las diferentes alternativas posibles de localización, se lleva a efecto por la fórmula:

$$IB = IB_{FB} + IB_{RI} + IB_{FI}$$

donde:

IB_{FB} - inversiones directas en la creación de los fondos básicos productivos de la planta;

IB_{RI} - inversiones en la creación o ampliación de las empresas de las ramas inducidas, que suministrarán elementos de los medios de rotación a la planta que se localiza;

IB_{FI} - inversiones para la creación de los fondos básicos no productivos vinculados con la planta que se localiza.

Cada componente de las inversiones básicas se calcula de la siguiente forma:

$$1) \quad IB_{FB} = (YCM \cdot Kt + Ye) \cdot M + OG$$

donde:

YCM - norma de inversiones unitarias en la construcción y montaje (pesos/unidad de producción);

- Kt - coeficiente global provincial de encarecimiento de las inversiones en Construcción y Montaje, considerando la influencia de las condiciones locales de las regiones alternativas de localización de la planta;
- Ye - norma de inversiones unitarias en el componente de equipos (pesos/unidad de producción);
- M - capacidad de producción (de diseño) de la planta que se localiza.
- OG - otros gastos de inversión (MMP).

$$2) \text{ IB}_{\text{RI}} = \sum_{j=1}^m Q1.YQ1 + \sum_{j=1}^m Q2.YQ2 + \dots + \sum_{j=1}^m Qn.YQn + \sum_{j=1}^m P.YP + E.YE + A.YA$$

donde:

j=1,2,...,m - cantidad de regiones suministradoras de materias primas o consumidoras de productos terminados;

YQ,YP,YE,YA-normas de inversiones unitarias en la producción de materias primas, combustibles, energía eléctrica y agua, vinculadas con los territorios donde se localizan las empresas de las ramas inducidas.

$$3) \text{ IB}_{\text{FI}} = \frac{\text{IBv} \cdot 100}{\text{PC}}$$

donde:

- IBv -volumen de inversiones en la construcción de viviendas (MMP);
- PC -proporción de las inversiones en viviendas con respecto al total de inversiones en urbanización, que dependen del tamaño de las ciudades en que se asentará la fuerza de trabajo de la planta que se localiza (%).

El volumen de inversiones para la construcción de viviendas por provincias (IBv), se determina por la fórmula:

$$\text{IBv} = \text{Ap} \cdot \text{Kev} \cdot \text{Kt} \cdot \text{Pt}$$

donde:

- Ap - norma de área proyectada de vivienda por habitante (m²/habitante) en los diferentes territorios alternativas de localización de la inversión;
- Kev - norma de inversiones para un m² de vivienda (pesos/m²) en los diferentes territorios alternativas de localización de la inversión;
- Kt - coeficiente global provincial de encarecimiento de las inversiones en construcción;
- Pr - población total a asentar vinculada con la localización de la inversión (habitantes), que se calcula según la fórmula:

$$Pt = PEI \cdot Kf$$

donde:

- PEI - total de trabajadores de la planta;
- Kf - coeficiente de promedio familiar en cada variante de localización.

La fase final de los cálculos de la eficiencia económica comparativa de la localización de la inversión, se obtiene sumando los valores del costo para la economía nacional y las inversiones en su expresión anual, determinándose de esta forma el índice de los gastos reducidos para todas las alternativas estudiadas.

3.2 Metodica de la eficiencia de la localización de grupos de inversiones y de la formación de los CTP [24].

Desde el punto de vista metodológico, es conocido que el óptimo de una localización vista en forma aislada y para un horizonte temporal a corto plazo, no resulta necesariamente el óptimo de la localización de una rama de producción completa, para un horizonte de la planificación a largo plazo.

En este sentido, especialistas de la desaparecida URSS y de otros países ex-socialistas, desarrollaron metodicas para complementar el análisis de la localización, evaluando el aspecto de la localización por grupos de empresas y para la formación de los denominados "Complejos Territoriales Productivos" (CTP).

La metodología específica que se intentó aplicar en nuestro país, fue elaborada por científicos del "Consejo para el Estudio de las Fuerzas Productivas" adscrito al GOSPLAN de la ex URSS. Está basada en el criterio de los Gastos Reducidos Mínimos (GRM), en la que se trata de analizar la eficiencia de la formación de los CTP desde las posiciones de la economía nacional.

Sin embargo, como bien señala el profesor Castro Tato, es mejor denominar los métodos basados en el criterio de GRM como "efi-

ciencia económica comparativa", ya que no hay evidencias absolutas de que la solución adoptada bajo este criterio de localización, sea la óptima.

La citada metódica se basa en las siguientes premisas:

- La solución del problema se realiza en tres etapas interrelacionadas entre sí, donde los resultados obtenidos en cada una es la condición de partida de la siguiente, lo que garantiza la integralidad de la solución;
- La eficiencia se determina en las dos primeras etapas utilizando el criterio de los GRM y en la tercera etapa se realiza un análisis clásico de microlocalización, donde prevalecen los análisis cualitativos;
- La eficiencia se determina mediante cálculos de variantes de localización (eficiencia comparativa);
- Las variantes de localización se fundamentan en el análisis de los factores locacionales (requerimientos de las producciones y potenciales de los territorios);

La aplicación práctica de esta metódica se realizó para la provincia de Cienfuegos, cuyos cálculos en detalle y los resultados obtenidos, pueden ser consultados en el material anteriormente recomendado.

Podemos **sintetizar** el recorrido metodológico de las tres etapas, de la forma siguiente:

Primera etapa:

- Sobre la base de los "Esquemas Ramales Territoriales", se realiza una selección preliminar de las posibles inversiones que pueden ser localizadas en el territorio objeto de estudio (CTP).
- La selección de las posibles inversiones a incluir en el CTP, se realiza considerando: la especialización productiva más aconsejable asignada al territorio, las relaciones técnicas o económicas con las plantas industriales existentes, la utilización de un tipo específico de recurso y otras consideraciones de carácter social;
- Para este universo de inversiones definidas anteriormente, se formulan alternativas de localización en otras zonas fuera del CTP en estudio;
- Se calcula la eficiencia económica comparativa para cada una de las inversiones, considerando las alternativas de localización formuladas (dentro y fuera del CTP);
- Se seleccionan las inversiones cuya localización en el CTP es más eficiente (menores GRM) en comparación con las otras variantes de localización;

- Se confecciona un listado que incluye, las inversiones anteriormente seleccionadas con GRM mínimos en el CTP y las plantas existentes en dicho territorio;

Segunda etapa:

- Se determinan las restricciones locacionales del territorio del CTP en los diferentes recursos (laborales, hidráulicos, energéticos, etc.);
- Se totalizan las demandas totales de estos recursos para las plantas existentes y para las inversiones propuestas a ser localizadas en el CTP;
- Se elabora el balance de recursos (disponibilidad-demanda);
- De existir déficits de algún recurso, se debe: relocalizar algunas de las inversiones hacia la variante de localización que sigue en orden al CTP o disminuir la capacidad de algunas de las inversiones, cuya reducción asegure el balance del recurso deficitario;
- Para las alternativas anteriores (relocalizar o reducir capacidad) se calculan los GRM comparativos, determinándose la solución más eficiente para la economía nacional.

Veamos algunas consideraciones sobre el problema de la localización de inversiones en grupos.

Al examinarse por el III Congreso del PCC algunas de las principales deficiencias del proceso inversionista llevado a efecto en Cuba, se identificó como una de las más graves, la falta de integralidad del mismo.

Relacionado con la localización industrial, se considera por todos los especialistas, que una mayor integralidad de las soluciones se puede lograr, precisamente, mediante la localización de grupos de inversiones en un determinado territorio, es decir creando distintos tipos de CTP.

Formar un CTP implica la organización, a una escala territorial dada, de diferentes empresas que cooperan entre sí, logrando una especialización en aquellas producciones que están acordes con los recursos disponibles (factores locacionales) y construyendo las instalaciones que complementan y/o apoyan las producciones principales (talleres, centros de investigación, de formación de cuadros, etc.).

Es lograr la máxima integración de la producción en un territorio, a través del perfeccionamiento de las relaciones de producción socialistas y del desarrollo de la **cooperación, combinación y especialización** de la producción.

La "teoría de la localización" dispone con este enfoque, del eslabón que cierra la lógica de un proceso que se inicia con el análisis individual de la ubicación de empresas industriales.

No obstante, la aplicación práctica de este concepto a todas luces muy lógico, no resulta nada fácil, en particular para un país en vías de desarrollo. La localización integral de inversiones en un territorio compacto, formando un CTP, sólo resulta factible cuando el desarrollo de las fuerzas productivas de un país ha alcanzado un alto nivel, que le permite implementar un plan de inversiones anuales y quinquenales ajustado a un Programa de desarrollo a largo plazo.

Por estas dificultades, en Cuba sólo han sido creados complejos de carácter ramal, como los CAI cañeros-azucareros y otros con una integración de la ciencia con la producción, como es el caso del complejo científico-productivo de Jagüey Grande y más recientemente los "polos científicos".

A nivel urbano, la integración productiva de empresas mutuamente interrelacionadas, se denominan "nudos industriales", que son los CTP de menor jerarquía. En Cuba, aunque se han construido algunas industrias de forma concentrada en las "zonas industriales" de la mayoría de nuestras principales ciudades, no existen entre ellas los nexos funcionales que permita catalogarlas como tal. Es mejor denominarlas "agrupaciones industriales", donde no se aprovechan en su totalidad, las ventajas de la construcción de empresas cercanas unas de otras.

De acuerdo con lo expuesto, puede interpretarse que a nuestro país no le es viable desarrollar una localización integral de las inversiones. Está claro que en las actuales condiciones, el problema no es invertir en nuevas industrias, sino explotar las capacidades instaladas que disponemos.

Sin embargo, no debemos renunciar a la utilización de este arsenal metodológico de la teoría de la localización. De lo que se trata es de investigar su posible aplicación en las condiciones del país.

En este sentido, instamos a los especialistas en esta esfera de la planificación, a que estudien la experiencia de la formación de las llamadas "áreas sistemas" en Italia, que en esencia constituyen una forma peculiar de organización integral de la producción, similar al concepto de "complejo territorial productivo".

Lo interesante de esta experiencia es que se ha desarrollado sobre la base de la introducción de nuevos conceptos de "industrialización", en donde la "Pequeña y Mediana Empresa" (PME), constituye la unidad básica de la integración territorial de la producción.

Como vimos en el Capítulo III, el desarrollo de la PME es un modelo, no sólo factible, sino necesario para la reestructuración de la industria manufacturera en Cuba y que siempre constituyó, por sus favorables efectos socio-económicos, una de las mayores aspiraciones del país, en particular de nuestros planificadores territoriales.

He ahí un amplio campo de investigación para la implementación de formas integrales de organización territorial de la industria en las nuevas condiciones en las que nuestro país se inserta actualmente.

.4 Métodos multicriterios.

.4.1 Procedimiento ELECTRE.

En el Capítulo II de este material, fue expuesto ampliamente los métodos de Jerarquización Multicriterio, en el cual se desarrollaron ejemplos para la solución de diversos tipos de problemas.

Corresponde ahora plantearnos la solución de un problema de localización aplicando estos métodos. En este sentido, utilizaremos el procedimiento ELECTRE para seleccionar la macrolocalización de un **Combinado Alcoquímico** para producir masas plásticas.

Se trata de un **Combinado Alcoquímico** concebido como un complejo agroindustrial azucarero, que debe asegurar la producción de su principal insumo (alcohol) y que además tenga la máxima autosuficiencia energética con el uso de bagazo como combustible.

Características de la inversión.

Los estudios de prefactibilidad económica demostraron que el tamaño de la industria más adecuado a nuestras necesidades, corresponde con los siguientes parámetros:

- Capacidad de producción:

24 Mt de polietileno de baja densidad (PEBD)	
19 MT de polietileno de alta densidad (PEAD)	
9 Mt de acetato de polivinilo	(PVAc)

- Materias primas:

CAÑA: Los volúmenes de caña necesarios para 150 días de zafra, son del orden de 900 Mt/año (76.5 MM@), para lo que se requieren de unas 1300 cab. netas de caña con un rendimiento agrícola de 80 M@/cab.

MIELES

FINALES: Se demandan 154 Mt/año de mieles finales.

- Insumos operativos:

AGUA: 6824 Mm-3/año, con una demanda promedio de 987 m-3/hora.

ENERGÍA

ELÉCTRICA: 19 MM Kwh, de los cuales el 76% es autogenerada por el combinado.

- Fuerza de trabajo:

Industrial	Total	467 de ellos:
	Universitarios	28
	Técnicos Medios	82
	Obreros Calif	215
	Otros	142

Agrícola	Total	2600
----------	-------	------

TOTAL	Aproximadamente	3000
-------	-----------------	------

- Área de construcción del combinado : 7.5 Há

- **Residuales:** Se generan 1517 Mm-3 de mostos de destilerías, que deben utilizarse en la producción de levadura torula o en la ferti-irrigación de áreas cañeras, como una forma eficiente de disposición de estos residuales muy agresivos.

Factores Locacionales:

Del análisis de los parámetros de esta industria, se destacan tres factores restrictivos fundamentales:

- Disponibilidad de caña para períodos de hasta 150 días;
- Abastecimiento de agua para procesamiento industrial;
- Posibilidades de suministro de miel en un marco regional adecuado.

Formulación de alternativas de macrolocalización.

Atendiendo a los tres factores locacionales restrictivos, se pueden formular pocas alternativas en los macizos cañeros definidos en el esquema de desarrollo de la industria azucarera. Sobre esta base se formularon las siguientes alternativas de macrolocalización:

1. Suroeste de la provincia de **Ciego de Avila;**
2. Batalla de la Sacra en la provincia de **Camagüey;**
3. Suroeste de la provincia de **Las Tunas**, en las áreas definidas para la construcción del CAI Tunas II;
4. En Campechuela, en territorios asignados para la construcción del central **Granma** II.

Se descartan alternativas de localización en la zona occidental del país por el desbalance actual de mieles finales, así como otras variantes asociadas a CAI existentes, por la afectación que provocaría a la producción azucarera actual.

Evaluación de alternativas de macrolocalización.

En esta etapa del estudio es donde comienza la aplicación del procedimiento ELECTRE. El primer paso consiste en la identificación de los criterios de decisión del problema y la asignación (por método de expertos) de la escala de valores asociadas a cada criterio.

Criterios de Decisión	Escala de valores
C ₁ : Rendimientos cañeros	0-10
C ₂ : Disponibilidad de áreas cañeras.....	0-15
C ₃ : Extensión del período de zafra.....	0-10
C ₄ : Mecanización agrícola	0- 5
C ₅ : Calidad de los suelos	0- 5
C ₆ : Disponibilidad de agua p/industria....	0-20
C ₇ : Disponibilidad de agua p/riego	0- 5
C ₈ : Buen drenaje natural de los suelos....	0- 5
C ₉ : Balance regional de mieles	0-15
C ₁₀ : Vinculaciones externas p/mieles	0- 5
C ₁₁ : Balance de recursos laborales	0- 5

Matriz de asignación de valores a las alternativas de localización.

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Ciego	P1	10	10	10	5	5	20	5	5	15	5	0
Camagüey	P2	8	15	7	3	4	17	3	4	10	5	5
Las Tunas	P3	6	10	5	4	3	15	3	0	10	5	0
Granma	P4	5	10	5	4	2	15	4	0	5	0	5
Peso %		10	15	10	5	5	20	5	5	15	5	5

Coeficientes de:

CONCORDANCIA

$$C_{1/2} = 0.80$$

$$C_{1/3} = 1.00$$

$$C_{1/4} = 0.95$$

$$C_{2/1} = 0.25$$

$$C_{2/3} = 0.95$$

$$C_{2/4} = 0.90$$

DISCORDANCIA

$$D_{1/2} = 0.25$$

$$D_{1/3} = 0$$

$$D_{1/4} = 0.25$$

$$D_{2/1} = 0.25$$

$$D_{2/3} = 0.25$$

$$D_{2/4} = 0.05$$

$$\begin{aligned}C_{3/1} &= 0.25 \\C_{3/2} &= 0.30 \\C_{3/4} &= 0.90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_{4/1} &= 0.20 \\C_{4/2} &= 0.15 \\C_{4/3} &= 0.60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_{3/1} &= 0.25 \\D_{3/2} &= 0.25 \\D_{3/4} &= 0.25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_{4/1} &= 0.01 \\D_{4/2} &= 0.25 \\D_{4/3} &= 0.25\end{aligned}$$

Matriz de Concordancia

	1	2	3	4
1	-	0.8	1.0	0.95
2	0.25	-	0.95	0.90
3	0.25	0.30	-	0.90
4	0.20	0.15	0.65	-

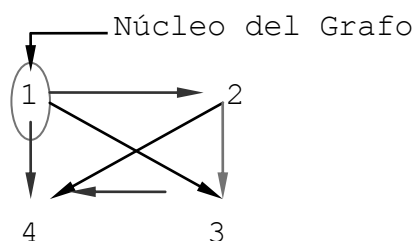
Matriz de Discordancia

	1	2	3	4
1	-	0.25	0	0.25
2	0.05	-	0.05	0.05
3	0.25	0.25	-	0.25
4	0.01	0.25	0.25	-

Matriz de Resultados para $\begin{cases} C_{A/B} > 0.7 \\ D_{A/B} \leq 0.2 \end{cases}$

	1	2	3	4
1	0	1	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	0	1
4	0	0	0	0

Grafo:



Método de flechas recibidas y enviadas

Variantes de local.	Flechas Recibid.	Orden	Flechas enviadas	Orden	Σ orden	Lugar
1	0	1	6	1	2	1er L.
2	1	2	3	2	4	2do L.
3	3	3	1	3	6	3er L.
4	6	4	0	4	8	4to L.

Resultado: La mejor variante de localización del Combinado alcoquímico es la del Suroeste de Ciego de Avila.

.5 Métodos de Programación Lineal.

Mediante la modelación económico-matemática se resuelven, rápidamente y con precisión, las óptimas relaciones de vinculación producción-consumo o vinculaciones de otra índole de múltiples orígenes y destinos.

Se cuentan con varias experiencias de aplicación de los paquetes de optimización lineal (conocidos por LO y otros). Ha sido utilizado

para la solución de la localización de los envasaderos y combinados industriales citrícolas del Plan Victoria de Girón en Jagüey Grande, que contará con 80 MHa de plantaciones [26].

También se empleó para definir la vinculación zona productora de cítricos con el puerto de exportación y para la determinación de la localización óptima de una fábrica de fertilizantes granulados en el occidente del país [27].

Fue utilizado para optimizar el consumo de combustible en la cosecha de cítricos con un mejor aprovechamiento de la capacidad de beneficio de transportación sobre bases óptimas.

Veamos este último estudio, realizado por especialistas del Instituto de Investigaciones Económicas (INIE) de JUCEPLAN, denominado "Optimización del Consumo de Combustible en la cosecha de cítricos" [28].

1.- Introducción

Trabajo investigativo en la Empresa de Cítricos de Victoria de Girón (Jagüey Grande) que tiene como objetivo básico reducir el consumo de combustible diesel en la actividad de cosecha, lograr un ordenamiento de la misma y un mejor aprovechamiento de la capacidad de beneficio de transportación sobre bases óptimas.

Dentro de la información necesaria se dispuso de:

- . Disponibilidad del parque de consumo, por tipo y estado técnico.
- . Camiones sencillos y con remolques. Capacidad.
- . Índice de consumo de gas oil por tonelada kilometro y por tipo de especie de frutas a transportar.
- . Distancia media de los lotes a las diferentes plantas de beneficio.
- . Disponibilidad de frutas por variedad en cada lote.

A partir de los elementos obtenidos se procedió a elaborar un modelo económico-matemático, que con el empleo de la programación lineal y a través del sistema computacional desarrollado al efecto propiciará el logro de los objetivos trazados.

2.- Descripción del modelo

El grupo de restricciones desarrolladas fueron las siguientes:

1.- Disponibilidad de frutas por lote

$$\sum_{j=1}^8 \sum_{t=1}^2 x_{ivjt} \leq A_{i,v}$$

donde:

i = Sub-índice que identifica el número del lote (para $i=1, 2 \dots n$)

v = Sub-índice que identifica la variedad (desde $v=1 \dots 5$),

Naranja	= 1
Toronja	= 2
Lima Persa	= 3
Limón Eureka	= 4
Mandarina	= 5

j = Sub-índice que identifica a los envasaderos (donde $j=1 \dots 8$)

Agramonte	= 1	Jagüey I	= 5
Marcos	= 2	Jagüey III _a	= 6
Torriente	= 3	Jagüey III _b	= 7
Jagüey II	= 4	Histórico	= 8

t = Sub-índice que identifica el tipo de camión, agrupándose los camiones en sencillos y dobles (con remolque), donde: camión sencillo = 1 y camión doble = 2

X_{ivjt} = Variable que indica la cantidad de fruta del lote i , de la variedad v , que se trasladará al envasadero j en el tipo de transporte t

$A_{i,v}$ = Volumen total de fruta de la variedad v en el lote i

2.- Capacidad de las plantas de beneficio

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^5 \sum_{t=1}^2 d_v X_{ivjt} + H_j = Q_j, \quad j = 1, \dots, 8$$

donde:

d_v = Tasa de ajuste de las variedades o especies, con relación a la capacidad beneficio: para la Naranja y Toronja = 1; para la Mandarina, Lima Persa y Limón Eureka = 2, ya que estas variedades aprovechan el 50 % de la capacidad disponible.

H_j = Variable de holgura del envasadero j , para la capacidad a la cual se le asigna un coeficiente elevado en la función objetivo para que haga mínima la capacidad excedente en envasadero y la utilice al máximo

Q_j = Capacidad de beneficio del j - esimo envasadero.

- . Agramonte, Marcos y Jagüey II, poseen una capacidad de entrada de 40 t/hora
- . Jagüey I, posee 41 toneladas horas de entrada
- . Torriente y Jagüey III_b, dispone de una capacidad horaria de entrada de 20 toneladas
- . Jagüey III_a, posee una capacidad de entrada de 20 t/hora, presentando la limitación de que no procesa Toronja, aspecto solucionado en el sistema computacional al elaborarse las restricciones de capacidad.
- . Histórico, dispone de una capacidad de entrada horaria de 12 t/hora, esta planta no procesa limón, lima y mandarina, solución idem a Jagüey III_a

El cálculo de las capacidades está en dependencia del período, el cual puede ser un día, un mes, para cualquier período se considerará 13 horas efectivas de trabajo y un 65 % de aprovechamiento de la capacidad instalada según los datos reales de la empresa.

3.- Capacidad de transportación

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^5 \sum_{j=1}^8 g_v x_{ivjt} \leq T_t, \quad t = 1, 2$$

donde:

g_v = Tasa de ajuste para equiparar el transporte de toronja con el de naranja, mandarina, lima y limón Eureka.

El camión sencillo transporta 22 pallets y el doble 42, los 22 pallet representan en naranja, mandarina, lima y limón 8,095 t y 7,083 t en toronja, para hacer equiparable la toronja con el resto de las especies se halló la tasa de ajuste señalada, para expresarlo todo en términos de naranja.

La Empresa posee un parque de camiones constituido por:

T_t = capacidad de transportación con t-ésimo tipo de transporte en términos de naranja

La capacidad T de transportación se determinó a partir del parque activo por tipo de camiones, por la cantidad de viajes diarios que pueden realizar los mismos y por la cantidad de frutas que puede transportar. El período a considerar estará en función del tiempo que se determine trabajar el modelo: un día, un mes o el período de cosecha o campaña.

Teniendo presente la efectividad en la utilización de los tipos de equipos (sencillo y doble), de acuerdo a las distancias a recorrer se estableció en el modelo por medio del sistema computacional, que los camiones dobles son utilizados a partir de los 10 kms.

4.- Función objetivo

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^5 \sum_{j=1}^8 \sum_{t=1}^2 2 A_{vt} k X_{ivjt} + M \sum_{j=1}^8 H_j \rightarrow \text{Mini Consumo}$$

donde:

A_{vt} = índice de consumo de combustible, para el tipo de camión t que transportará la variedad v , en galón/t km ó litros/t km.

k = distancia en km que media entre el lote i y la planta de beneficio j (Ver Anexo 1)

H_j = holgura del envasadero j que se desea sea mínima para que procese toda la fruta posible.

M = coeficiente con un valor elevado

La constante (2) significa el viaje de ida y vuelta que debe efectuar el camión.

3.- Aplicación del modelo

Para la determinación de la validez y efectividad del modelo concebido, se procedió a procesar los datos reales utilizando como fuente la información estadística brindada por la base de transporte, sobre la transportación de la fruta durante el mes de febrero ejecutada en más de 884 viajes, los cuales se encuentran resumidos en el Anexo 2, para compararlo con los resultados del modelo económico-matemático elaborado.

Dentro de la información necesaria se dispuso del parque de camiones constituido por:

	Existencia	Activo	Consumo Gas-oil	
			Km/galón	Km/litro
Kamaz	46	39	10,0	2,642
Maz500	34	16	9,5	2,5099
Maz700	5	-	11,0	2,90621
Remolque	30	21	-	-
Kamaz-Remolque	-	-	8,5	2,24521

Como se puede apreciar los tipos de equipos pueden ser tipificados en dos: Camiones sencillos representado fundamentalmente por el Maz500 y los dobles representados por el Kamaz con remolque.

Los remolques activos se acoplan a los Kamaz determinando el número de camiones dobles.

Los datos técnicos resumidos por tipo de camión son:

Tipo	Descripción	Galon/t km Marca	Rendimiento		Viajes Tor	de pallets /día	unidades (uno)	Capacidad activas	Número de
			Nar	Capacidad (t) Tor					
1	Sencillo	Maz500 y Kamaz	0,0130	0,014861	8,09	7,08	7	22	34
2	Doble	Kamaz	0,00761	0,0087	15,45	13,52	3	42	21

Nota: Un galón tiene 3,785 litros.

La capacidad del pallet en naranjas y otros es de 0,367985 t y en toronjas de 0,321987 t.

En correspondencia con la masividad de datos y la complejidad de formulación y resolución del modelo de programación lineal que representa el problema en este caso, ha sido necesario implementar un sistema computacional que genera automáticamente, resuelve y resume en tablas los resultados de la variante más económica en términos de consumo de combustible en la actividad transportista de la empresa, a partir de los datos registrados en bases de datos creadas al efecto.

4.- Análisis de los resultados

A partir de la información del mes de febrero se pudiera efectuar la corrida del modelo cuyos resultados se pueden apreciar en la Tabla No. 1. En forma resumida en el cuadro 1 se ofrecen las comparaciones entre el resultado del modelo y lo real recorrido y combustible consumido.

Cuadro 1

Comparación de los resultados

	Fruta transportada en t			Km Recorrido	Combustible consumido litros
	Naranja	Toronja	Limón		
Real	12695,2	18541,8	250,8	99851	41604,5
Mod.Eco-Mat.	12695,2	18541,8	250,8	53458	22321,4

Nota: Una tonelada de Diesel equivale a 321 galones ó 1214,99 litros.

Se aprecia que con el empleo del modelo y la vinculación propuesta sobre bases óptimas se hubiera recorrido 46393 Km menos lo que representa un 46,4 % de Km recorrido en demasía; pudiéndose haber ahorrado alrededor de 19283,1 litros (15,87 ton) en el mes de febrero, que según los precios de julio de 1991, a 185,00 dólares USA la tonelada FOB diesel, se gastó de más 2936.0 dólares USA.

Según información ofrecida por el departamento de transportación de la empresa, el consumo de combustible para el tiro de fruta en los meses de abril, mayo y junio ascendió a 54896, 64423 y 47356 litros respectivamente. Realizando un estimado por el período de cosecha el cual se extiende desde octubre hasta julio aproximadamente y

seleccionando un consumo promedio mensual estimado de 40,0 mil litros, el consumo total para el tiro de fruta puede ascender aproximadamente a unos 400,0 mil litros. Tomando el por ciento en exceso de gasto de combustible de febrero 46,3 % se habrían utilizado más de 184,0 mil litros alrededor de 151,44 t que al precio de importación señalado representaría unos 28,0 mil dólares USA, gastado en exceso, erogación que puede ir creciendo en la medida que la producción citrícola aumente al requerirse mover cada vez un mayor volumen de fruta.

Los kilómetros recorridos en excesos generan otros gastos, además del combustible, tan sólo en el mes de febrero se recorrió de más 46393 Km motivando gastos de salarios, gomas, baterías, cámaras, depreciación del equipo, consumo de piezas entre otros. Para determinar el volumen de estos gastos se acudió al empleo de la metodología para calcular los gastos de explotación de transporte automotor de carga del Departamento de Transporte del Instituto de Investigaciones Económicas (INIE) a partir de la fórmula para las operaciones en movimiento siguiente:

$$C_m = \frac{\frac{L}{B} \cdot G_v + \frac{L}{B \cdot v_t} (G_f + S)}{q \cdot r \cdot L} = \text{costo por t Km en centavos (1)}$$

donde:

L = distancia media de las transportaciones en Km.

B = coeficiente de aprovechamiento del recorrido.

Vt = velocidad técnica Km/hora.

q = capacidad de carga del equipamiento en t.

r = coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga.

Gv = gastos variables por kilómetro recorrido.

Gf = gastos fijos por hora de trabajo.

S = salario de los choferes por hora de trabajo.

En la determinación de los distintos componentes de la fórmula se trató de utilizar en lo posible los propios de la empresa como: la distancia media (L), coeficiente de aprovechamiento del recorrido (B) y el resto ante dificultades para la obtención de los mismos, se utilizaron los establecidos en la metodología señalada anteriormente.

$$C_m = \frac{(22,945) \frac{17,4}{0,5} + (22,945) \frac{(216,3 + 122,6)}{0,5(28,6)}}{12,76 (0,85) (22,945)} = 5,39 \text{ cvos/t Km}$$

Partiendo del análisis realizado durante el mes de febrero con relación a los kilómetros recorridos en demasía (46393 Km) que representó el 46,4 % del total recorrido en dicho mes y asociándolo a las toneladas kilómetros transportada con el costo de la t-Km determinada para las operaciones en movimiento (0,0539 P) el gasto en exceso ascendió aproximadamente a 18,0 mil pesos.

Haciendo extensivo el análisis anterior al período de cosecha de octubre a julio donde se cosechó un aproximado entre 400,0 a 440,0 mil toneladas de fruta y expresándolo en toneladas kilómetros al multiplicarlo por la distancia promedio y aplicando al resultado el por ciento que representó los kilómetros recorridos en exceso durante el mes de febrero (46,4 %) y a la vez por el costo de la t-km para las operaciones en movimiento (0,0539 P), el gasto en demasía estimado pudo haber ascendido a más de 246,0 mil pesos aproximadamente.

5.- Conclusiones y recomendaciones

- 1.- El modelo económico-matemático desarrollado, conjuntamente con el sistema de computación constituye un instrumento de trabajo útil y práctico que aplicado en la Empresa Citrícola "Victoria de Girón" puede propiciar ahorros de más de 15 toneladas mensuales de combustible Diesel y de unas 151 toneladas de diesel por campaña de cosecha que expresadas en dólares USA representan 2,9 y 28,0 mil dólares respectivamente. Estos ahorros pueden ser superiores en la medida que el volumen de fruta a transportar sea mayor.
- 2.- Los gastos en demasía constituido por los salarios, gomas, baterías, cámaras, depreciación, consumo de piezas, entre otros, generados por el kilometraje recorrido en exceso, ascendieron en el mes de febrero a más de 18,0 mil pesos y para el período de cosecha (octubre-julio) se estima en más de 246,0 mil pesos aproximadamente; gastos que pueden ser eliminados con la aplicación del sistema elaborado.
- 3.- El modelo logra reducir el consumo de combustible, un ordenamiento de la cosecha, de la capacidad industrial de beneficio y de la transportación sobre bases óptimas.
- 4.- El modelo económico-matemático con su sistema computacional, que a partir de la base de datos genera el modelo, resuelve y resume automáticamente en tablas de salida los resultados de una programación de un día de cosecha en un tiempo inferior a dos minutos en computadoras personales modelo AT, posibilita elaborar varias alternativas y realizar los análisis de sensibilidad que se deseen en un tiempo muy breve. Este sistema conjunto modelo-solución computacional, constituye un producto

acabado, pudiendo ser operado por cualquier empleado que tenga un simple conocimiento de operación de las microcomputadoras.

- 5.- La aplicación del modelo económico-matemático puede ser extendido al resto de las empresas citrícolas o cualquier otra actividad que requiere transportación de producto, tomando en consideración sus particularidades tecnológicas.

.6 Métodos de evaluación de proyectos de organización territorial.

6.1 De desarrollo agropecuario.

La evaluación de proyectos de organización territorial agropecuarios (ganadería, vacuna, porcina y avícola), con los enfoques que se han venido exponiendo en este material didáctico, no han sido encontrados en la bibliografía consultada, tanto nacional como extranjera.

No obstante, recientemente conocimos de un intento de evaluación económica muy sencillo a un proyecto de microvaquerías en el municipio Batabanó en provincia La Habana. También revisamos un trabajo de Diploma sobre la introducción del pastoreo Voisin en la Granja Babiney de dicha provincia.[25].

En el primer caso se proyectó la construcción de microvaquerías de ordeño manual y de tamaños variables de acuerdo a la disponibilidad de terrenos ociosos, con el objetivo de resolver el abastecimiento de leche en dicho territorio en contraposición a abastecerse de la Pasterizadora "Algibe en San José de Las Lajas.

Planteada estas dos alternativas se evaluó el ahorro en costos de transportación que generaba la solución de las microvaquerías en comparación con el suministro desde 30- 40 Km de distancia.

Lógicamente se producía un ahorro no muy significativo, pero que podría ser importante al generalizarse en toda la provincia este modelo de solución, al tiempo que se liberaban algunas cantidades de leche para el suministro a otros consumidores cercanos a dicha pasteurizadora.

No se consideraron otros factores que influyen en la evaluación de esta solución (proyecto) como costos de producción y de inversión, con lo que estaríamos en el clásico enfoque del criterio de los gastos reducidos mínimos.

En el trabajo de Diploma señalado, se obtuvieron algunos indicadores sobre los costos y otros elementos referidos a las modificaciones a introducir en la Granja Babiney. pero no se llegó a evaluar comparativamente el efecto por la utilización de uno y otro tamaño

de pastoreo o vaquería. Esta hubiese podido "dar luz" sobre el efecto económico de adoptar tal o cual solución.

De los materiales metodológicos del ILPES de la ONUDI, hemos conocido de manuales de identificación, preparación y evaluación de proyectos de:

- pequeña irrigación;
- infraestructura educacional;
- infraestructura de establecimientos del sector salud del primer nivel;
- vías nacionales y regionales;
- caminos vecinales;
- de agua potable;
- transmisión, subtransmisión u distribución eléctrica.

Por no tratarse específicamente de proyectos de organización territorial, pero que sí complementan o se integran a las soluciones de estos tipos de proyectos, sería de interés examinar, en otro momento, las experiencias señaladas en estos materiales.

6.2 De desarrollo turístico.

.1 Generalidades.

En virtud del potencial natural de nuestro país se ha definido un fuerte programa de desarrollo del turismo internacional. Las oportunidades ofrecidas por Cuba han atraído a los inversionistas europeos, latinoamericanos y del Caribe, lo que ha determinado la necesidad de profundizar en el estudio de nuevos métodos y enfoques comunes a la experiencia internacional en esta esfera.

No sólo se han desarrollado métodos aplicados a la explotación de establecimientos turísticos, sino también relacionados con el proceso de preinversión de proyectos, que abarcan desde la construcción de un hotel, hasta el desarrollo de un polo o una región turística.

Las metodologías desarrolladas en el mundo tienen un denominador común: la participación cada vez mayor de elementos **financieros** en la evaluación, así como la implementación computacional de dichas metodologías.

El proyecto turístico puede definirse desde el punto de vista económico, como "una unidad de inversión constituida por un conjunto de acciones y recursos cuyo objeto, dentro de un programa turístico, se concreta en la producción y prestación de determinados servicios de naturaleza turística, independientemente de los obtenidos en otros proyectos del programa" (OMT,1980).

A continuación se presenta un Resumen del Trabajo de Investigación elaborado por la Lic. Iveliz Cánovas Rada, en el marco del Primer Curso de Superación de JUCEPLAN [29].

Este trabajo constituye un ejemplo de aplicación práctica de la Evaluación económico-financiera a un proyecto, en el marco de los esquemas de desarrollo del turismo internacional que se elaboran en el IPF. De forma similar este enfoque es aplicable a otros tipos de proyectos de organización territorial (POT).

.2 Etapas de los estudios de preinversión de un proyecto turístico.

El ciclo de vida de los proyectos turísticos transitan por las siguientes etapas:

- Estudios de oportunidad;
- Estudios de prefactibilidad;
- Estudios de factibilidad.

En cada etapa, en función del alcance, se profundiza en los siguientes aspectos:

1. Resumen del proyecto: descripción, antecedentes, esquema de negociación, mercado, soluciones técnicas, evaluación económico-financiera.
2. Esquema de negociación: asociaciones económicas y formas de financiamiento.
3. Mercado y comercialización: Definición de la oferta y la demanda, tendencias de la competencia, formas de comercialización.
4. Estudios técnicos: Tamaño y localización, ingeniería básica, presupuesto de la obra, cronograma de ejecución, fuerza de trabajo, otros.
5. Evaluación económico-financiera:
 - Gastos de inversión;
 - Fuentes de financiamiento;
 - Ingresos;
 - Costos de producción;
 - Capital de explotación;

.3 Bases de la formulación de alternativas de proyectos turísticos.

Dado que la evaluación de proyectos, en general está basada en el principio de la comparabilidad de alternativas, de entre las cuales se debe seleccionar la más eficiente económicamente, en el caso de los proyectos turísticos las variantes cuya fijación define alternativas son:

- localización del proyecto;
- tamaño del proyecto;
- tipo y dotación de la infraestructura en general;
- número, tipo y capacidad de las instalaciones turísticas;
- combinación de factores productivos dentro de la empresa turística.

.4 Criterios de la selección de alternativas de los proyectos turísticos.

El proceso de selección de alternativas es piramidal, es decir, se deciden primero las grandes opciones y posteriormente los niveles inferiores, estando presente en todo el proceso el análisis económico, ya que de iniciarse la ejecución del proyecto después de haber tomado las decisiones más importantes, éstas podrían no corresponderse con un óptimo económico.

Existen numerosos criterios en la selección de proyectos y sus alternativas así como un sinnúmero de metodologías, que a grandes rasgos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Las que determinan la rentabilidad en función de los **valores corrientes de cada año**;
- Las que utilizan la técnica de **valor actualizado**;

Entre estos grupos están un conjunto de análisis que más comúnmente son empleados, tales como:

- . Valor Actual Neto (VAN);
- . Tasa Interna de Retorno (TIR);
- . Tasa simple de Rentabilidad o de eficiencia económica;
- . Período de Recuperación;
- . Relación de Costo-Beneficio.

A continuación se incluyen las expresiones matemáticas de los cinco criterios o medidas del valor de un proyecto:

Valor Actual Neto (VAN):

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B_n - C_n}{(1 + i)^n}$$

0 sea el VAN se obtiene al deducir de la suma de las corrientes de ingresos actualizados, la suma de las corrientes de gastos actualizados. Muestra el monto de beneficios reales que un proyecto aportaría y considera por tanto el valor cronológico del dinero.

Tasa Interna de Retorno (TIR):

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) \cdot \frac{VAN\ i_1}{VAN\ i_1 - VAN\ i_2}$$

O sea es aquella tasa de actualización para el cual el VAN se hace cero; es decir, cuando la corriente de ingresos y egresos actualizados se igualan.

La TIR se obtiene recalculando el VAN por tanteo con diferentes tasas de actualización.

Tasa simple de rentabilidad:

$$Eo = \frac{\text{Ingresos} - \text{Costos}}{\text{Inversión Inicial}}$$

Es conocida también como tasa de eficiencia (Eo) y se obtiene de relacionar la utilidad en operaciones y la inversión inicial.

Período de Recuperación de la Inversión:

$$Pr = t_n + \frac{Vt_n}{Vt_n + Vt_{(n-1)}}$$

donde:

- t_n = año del último saldo negativo;
- Vt_n = valor absoluto del primer saldo positivo;
- $Vt_{(n-1)}$ = valor absoluto del primer saldo positivo;
- n = tiempo de construcción en años.

Expresa la cantidad de años que media entre el inicio de la explotación hasta que se tiene el primer saldo positivo con el flujo de caja acumulado. El período de recuperación no considera el período de construcción.

Relación Costo-Beneficio:

Se obtiene de relacionar el total de los ingresos con el total de los egresos.

La aplicación de cualquiera de las fórmulas anteriores permite juzgar la rentabilidad de los proyectos turísticos. En principio, los proyectos se consideran rentables, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{VAN} &> 0 \\ \text{TIR} &> i \\ \text{Pr} &< 5 \text{ años} \\ \text{B/C} &> 1 \end{aligned}$$

.5 Validación de la metodología de evaluación económica y financiera en el polo turístico de "Ancón."

Para la aplicación de la metodología, se consideraron las siguientes premisas para el análisis económico-financiero:

- Se utilizará el programa de evaluación diseñado por especialistas del INTUR en SC5 y adecuado por Iveliz Cánovas;
- Se supone la existencia de una demanda de turismo internacional para la zona central del país con un mercado inmediato;
- Se establecen varias variantes del cronograma de ejecución de las habitaciones a construir en un período de 6 y 7 años, así como para la infraestructura técnica y social que conlleva este desarrollo, en función del balance constructivo de la provincia.

En el caso de la infraestructura, el grueso del volumen constructivo se realiza en los primeros años, ya que constituye el soporte para la garantía de la operación hotelera.

Para las obras de viviendas y extrahoteleras, éstas se van ejecutando proporcionalmente al número de instalaciones de alojamiento.

- El cronograma para el alojamiento es el siguiente:

Variante I

Años	1	2	3	4	5	6	7	Total
Habit.	289	200	250	365	500	500	560	2664
%	10.8	7.5	9.3	13.7	18.7	18.7	21.3	100.0

Variante II

Habit.	489	395	570	550	200	460	-	2664
%	18.4	14.8	21.4	20.6	7.5	17.3	-	100.0

- Se formulan tres variantes de niveles de ingresos y ocupación:

IEl valor "más favorable" que responde a los indicadores de eficiencia alcanzados por las mejores instalaciones turísticas del país.

IIEl valor "más probable" que responde a los indicadores alcanzados por la media nacional.

III El valor "más desfavorable" que responde a los indicadores alcanzados por la provincia de Sancti Spiritus en el primer semestre de 1991.

Indicadores	Favorable	Probable	Desfavorable
Ingresos/turistas-días	120 USD	86 USD	56 USD
% de ocupación	78.0	39.6	38.5

- Todos los ingresos son en divisas, ya que todo es turismo internacional.
- Para el cálculo de los costos de Operación y Servicios de las instalaciones, se utilizaron los siguientes indicadores:

Gastos departamentales que se calculan como un porcentaje con relación a los ingresos:

- . Alimentos y Bebidas.....25%
- . Otros gastos materiales.....15%
- . Honorarios de administración..... 4%

Gastos indirectos que se calculan según normativas de \$/habitación:

- . Administración..... 1500 USD
- . Mantenimiento..... 3750
- . Electricidad, Combustible, Agua..... 2250
- . Publicidad y Promoción..... 1500

El salario medio mensual se estimó fuera de 340 pesos/trabajador, con una norma de 1.2 trabajadores/habitación.

- El componente de divisas del costo se tomó de estudios del Dpto. de Precios del INTUR, y se calcula como el 45% de los ingresos;
- Se contemplaron los costos e ingresos generados por actividades opcionales;
- Se evalúan dos formas de operación: una, como un proyecto operado por el Estado y otra mediante asociaciones conjuntas como Empresa Mixta;
- Se evalúan dos variantes de financiamiento del capital: la inversión estatal mediante solicitud de crédito y la Empresa Mixta al 50%;
- Las condiciones del crédito son:
 - . Período de gracia.....2 años;
 - . Años para amortizar.....5 años;
 - . Tasa de interés..... 8%
 - . Pagos aplazados.....85%
 - . Pagos adelantados.....15%
- Se escoge dentro de cada variante de financiamiento la más rentable y se calcula el tamaño mínimo económico que garantice la recuperación del capital desembolsado para el desarrollo de todo el polo turístico;

El cálculo del tamaño mínimo económico se determina gráficamente en un eje de coordenadas y se presenta en el intercepto donde se equilibran todos los ingresos y todos los gastos (tanto de inversión como de operación) para un tamaño determinado).

- El presupuesto del alojamiento se calcula por el programa elaborado por el CEP y el MICONS para presupuestar el CPC instalaciones turísticas;
- Los gastos de la infraestructura se tomaron del Plan Director elaborado por la provincia según normas e índices establecidos para estos fines, así como cálculos y estimaciones hechas por los especialistas e ingenieros del IPF y Obras Marítimas.

.6 Resultados de la Evaluación:

Los resultados obtenidos, luego de correr el programa para cada una de las variantes formuladas, fue el siguiente:

Para el caso de que el Polo sea operado por el Estado Cubano como inversión estatal:

Variante I más favorable.

Indicadores	F L U J O S		D E		C A J A	
	Moneda Total				Divisas	
	Económico	Financiero	Económico	Financiero	Económico	Financiero
TIR	13%	12%			64%	59%
Recuperación (años)	8.5	9.1			3.0	3.0
VAN (Miles Pesos)	91.5	76.3			564.2	551.9

Variante II más probable.

TIR	(-)	(-)	31%	28%
Recuperación (años)	23.0	23.0	5.0	6.0
VAN (Miles Pesos)	-221.4	-236.7	217.1	204.8

Variante más desfavorable.

TIR	(-)	(-)	25%	22%
Recuperación (años)	23.0	23.0	7.0	8.0
VAN (Miles Pesos)	-260.4	-275.7	173.7	161.3

Como se puede apreciar el Polo turístico es más eficiente en la Variante I, lo que quiere decir que Ancón tendría que alcanzar indicadores superiores a la media nacional e inclusive superiores a las mejores instalaciones del país con eficientes resultados en su operación y una marca en el mercado internacional.

Dado que el desarrollo de Ancón se previó en 6 etapas, hay que señalar que la recuperación de todo el polo siempre tendría que ser mayor que este plazo. No obstante, los resultados en divisas señalan que con las primeras habitaciones que se construyan al cabo de los 3 o 6 años se recupera el capital necesario a desembolsar en las restantes habitaciones a construir.

Con relación al tamaño mínimo económico que tendría que alcanzar el polo para garantizar la recuperación de todos los gastos de su infraestructura, el mismo se comportó, según las variantes analizadas como sigue:

Variante más Favorable al menos 40 habitaciones
 Variantes más Probable al menos 210 habitaciones
 Variante más Desfavorable... al menos 2664 habitaciones

De lo anterior se puede inferir que mientras mayor sea el margen de rentabilidad del proyecto, con un mínimo de desarrollo, se puede compensar el gasto de la infraestructura total.

Para el caso de que el polo sea operado por una Empresa Mixta los resultados fueron:

Variante I más favorable

Indicadores	FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	
	Moneda Total	Divisas
TIR	10%	63%
Recuperación (años)	7.4	3.0
VAN (Miles Pesos)	39.9	528.1

Variante II más probable

TIR	(-)	30%
Recuperación (años)	20.0	5.0
VAN (Miles Pesos)	-237.3	216.0

Variante III más desfavorable

Se acentúa la ineficiencia.

Se observa que igualmente que para el caso de la Empresa Estatal, el polo es más eficiente en la Variante I, pero con mejores resultados en sus indicadores de eficiencia. La diferencia radica en que la Empresa Mixta no considera en el presupuesto de la inversión, el costo de la infraestructura social como es la vivienda, ni los costos del pedraplén, ni de una parte de las instalaciones extrahoteleras.

Debido a lo anterior y en virtud del tamaño mínimo calculado para esta variante, la parte cubana debe exigir que al menos se construyan en este polo alrededor de 350 habitaciones con vistas a recuperar el capital invertido en las obras de infraestructura no contempladas en la negociación.

.5 Métodos de Evaluación de Proyectos Ambientales.

En el área de las metodologías, los trabajos de evaluación, selección y jerarquización de proyectos de inversión, en general han estado orientados a desarrollar manuales o guías para conocer la rentabilidad de las inversiones y su impacto socioeconómico.

En la evaluación de aquellos proyectos donde la **cuantificación** monetaria de los beneficios es difícil, se utiliza como criterio de decisión el **costo-eficiencia** o, costos unitarios por unidad de servicio. Así, se seleccionarían aquellos proyectos que ofrezcan los servicios al mismo costo.

Se presenta a continuación, una síntesis de los resultados del trabajo de la División de Metodologías de la Unidad de Inversiones y Finanzas Públicas del Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia [30]. Se divide el resumen en los tres aspectos principales (criterios, técnicas y metodologías).

.1 Criterios de evaluación de proyectos ambientales.

Antes de la aplicación de las técnicas y de la evaluación por las metodologías propuestas, los proyectos deben pasar por un filtro anterior de preselección, que ha de depender de las políticas de financiación del FONDO¹¹, y que definan cuando los proyectos son "ambientales".

Los criterios de elegibilidad que se utilizan para todas las tipologías de proyectos ambientales, son básicamente tres:

- a) Relevancia, **prioridad** o pertinencia del tema;
- b) Adecuación de la **solución tecnológica** a los objetivos buscados;
- c) Adecuación de los **costos** a la solución tecnológica seleccionada.

Primer criterio: La relevancia está en función de la política del FONDO y de la identificación de los problemas críticos ambientales. La pertinencia está referida a la prioridad del proyecto en el conjunto de proyectos ambientales y de las posibles acciones. La priorización se construye y actualiza en el proceso de desarrollo del FONDO.

Se inicia con la definición de la política ambiental y del papel financiero del FONDO para implementarlo y se desarrolla mediante la participación de los protagonistas mismos, las comunidades relacionadas, los grupos de investigación y las instituciones que los albergan y apoyan.

Segundo criterio: La adecuación de la solución tecnológica a los objetivos buscados, define la viabilidad de un proyecto y está en función de la capacidad de las acciones y los medios para cumplir los objetivos propuestos. La solución tecnológica seleccionada debe ser adecuada a los objetivos y metas y debe ser la de mínimo costo entre alternativas posibles.

Tercer criterio: Los costos estimados deberán estar dentro de rangos razonables. Las necesidades financieras estimadas para el desarrollo del proyecto deben estar adecuadamente dimensionadas.

En general, la valoración negativa de la pertinencia implica un **rechazo**. En tal caso el proyecto es devuelto al solicitante, con las observaciones correspondientes, para que lo reformulen apropiadamente. Adicionalmente se realiza un control financiero para asegurar la capacidad de pago de la entidad.

¹¹ FONDO= "Fondo Nacional del Ambiente" en la República de Colombia.

.2 Técnicas para la toma de decisiones en evaluación de proyectos ambientales.

El análisis de proyectos es un método de presentar sistemáticamente las alternativas entre usos en competencia de recursos escasos. Cualquier proceso de toma de decisiones establece un balance entre los pro (ganancias) y los contra (pérdidas) que genera la acción que se está evaluando.

La manera en que estas ventajas y desventajas se comparan depende de la regla de decisión que se adopte. Esta regla debe operar siempre mediante un **procedimiento** que:

- defina las ganancias y las pérdidas de acuerdo a algún objetivo o conjunto de objetivos;
- mida pérdidas y ganancias en la misma o diferentes unidades;
- use "pesos de importancia" explícitos o implique tales pesos expost al tomar una decisión sobre las bases anteriores.

Los tipos de **procedimientos** más comúnmente utilizados son:

- a) Análisis de Costo-Beneficio (ACB);
- b) Análisis de Costo-Eficiencia (ACE);
- c) Análisis Multicriterio (AMC);
- d) Análisis de Riesgo-Beneficio (ARB);
- e) Análisis de Decisión (AD);
- f) Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

.1 Análisis Costo Beneficio (ACB):

Utiliza simultáneamente los costos y los beneficios para evaluar los méritos de un proyecto. A veces ambos no están en términos monetarios. Los beneficios son definidos relativos a sus efectos sobre las mejoras en el bienestar de los seres humanos. Los costos están definidos en términos de su costo de oportunidad, el cual es el beneficio obtenido al no usar los recursos en la mejor de las alternativas posibles.

La regla básica del ACB es que una política es deseable si:

$$\text{Beneficio Social Neto} = B - C > 0$$

Por simplicidad se ignoran el tiempo y los aspectos de descuento asociados. Si algunos beneficios no pueden ser valorados, entonces la regla se convierte en:

$$\text{BSN} = B - C + E > 0 ,$$

donde E son "externalidades" o beneficios que no se miden en términos monetarios. La regla puede expresarse como:

$$B - C > E \quad \text{ó} \quad C - B < E$$

Si los beneficios valorados (B) son pequeños, como ocurre con frecuencia en los proyectos ambientales, entonces (C-B) puede ser positivo. De esta forma, el proyecto es atractivo si se considera que el costo neto monetario (C-B) vale menos que los beneficios no valorados monetariamente (E)¹².

.2 Análisis de Costo-Eficiencia (ACE):

En el ACE los costos son medidos en unidades monetarias pero los beneficios no. Ciertas reglas de decisión pueden ser utilizadas, si previamente se ha aceptado una política respecto a los objetivos a conseguir. Por ejemplo, puede decidirse que el logro de niveles aceptables de contaminación en los ríos, establecidos en la Ley, es un objetivo válido que debe ser alcanzado. Si hay varias alternativas tecnológicas para lograr ese objetivo, la de menor costo es la que se debe preferir.

Lo que no dice el ACE es si la política previamente aceptada es conveniente socialmente o no. No obstante, si existe esa política, como muy frecuentemente ocurre en los aspectos ambientales, el ACE es un procedimiento muy útil para asegurar el uso racional de recursos limitados.

.3 Análisis Multicriterio (AMC) (Programación multiobjetiva):

El AMC es particularmente útil cuando los beneficios no pueden sumarse porque no tienen una unidad común (como sería el caso del dinero en el ACB). Se requiere, entonces, factores para "pesar" cada uno de los objetivos resultantes y poderlos sumar. Por ejemplo, si los beneficios son salud (S), belleza escénica (E) y protección de fauna y flora (P) y cada uno tiene pesos s, e y p, respectivamente, entonces, el beneficio agregado (B') es:

$$B' = sS + eE + pP$$

¹² Si E representa los beneficios de salud asociados al proyecto (por ejemplo, de mitigación de la contaminación), esto es, la disminución), esto es, la disminución de vidas perdidas o días de enfermedad, entonces la regla implicará que una vida o un día de trabajo se valoran a más de (C-B)/E. El rechazo de esta regla implica un valor menor de (C-B)/E.

Los pesos son de hecho "precios" que reflejan la importancia relativa de cada objetivo y se determinan mediante **paneles de expertos** o de encargados de tomar las decisiones.

Comparado con el ACB, la diferencia fundamental consiste en el reconocimiento de que la eficiencia económica en proyectos ambientales frecuentemente no es el único objetivo.

.4 Análisis de Riesgo-Beneficio (ARB):

El ARB no es nada más que el ACB en el contexto de eventos con riesgo. Una versión del ARB evalúa los beneficios asociados con una política en comparación con sus riesgos (riesgos para la salud por emisión de contaminantes, por ejemplo). En vez de preguntarse sobre los costos y beneficios de una política, considera los costos y beneficios de no tomar ninguna acción para reducir los factores de riesgo (control de los contaminantes).

El riesgo de tal política, es el número de enfermos resultantes de los contaminantes. El beneficio de no tomar ninguna acción son los costos evitados de mitigar la contaminación, el cual se puede comparar con el riesgo.

En el ACB, un costo es un beneficio no logrado y un beneficio es un costo evitado. El ARB declara que el riesgo (número de enfermos) es el costo y los costos evitados es el beneficio.

Otra forma de ver el problema es definiendo el riesgo de un proyecto, como la variabilidad de los flujos del beneficio social neto (B-C) reales respecto a los estimados. De esta forma, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de la rentabilidad del proyecto, ya que ésta se calcula con base a la proyección de dichos flujos.

El riesgo, bajo esta concepción, es una de las consideraciones más importantes en la evaluación de proyectos de inversión: puede suceder que un proyecto con una tasa de rentabilidad esperada relativamente segura sea preferible a uno más riesgoso con un tasa de rentabilidad esperada más alta. Esto es especialmente cierto cuando la inversión es tan grande, que el no lograr alcanzar las expectativas, pueden afectar significativamente la situación financiera del inversionista.

El riesgo se presenta en un proyecto de inversión, cuando los flujos futuros de beneficios y costos y sus fechas de ocurrencia son inciertos. Las componentes inciertas se comportan entonces, como variables aleatorias, cuyas distribuciones de probabilidad podemos conocer (caso en el cual hablamos de riesgo) o desconocer (caso en el cual hablamos de incertidumbre).

En consecuencia, la carencia de certidumbre tiene dos grandes escenarios: el del **riesgo** y el de la **incertidumbre**. En el primer caso no se conoce el valor exacto que tienen ciertas variables del proyecto, pero si su distribución de probabilidad. El escenario de

incertidumbre es más vago, ya que se ignoran las características del fenómeno aleatorio que origina la falta de certeza.

En el proceso de decidir acerca de inversiones cuando hay riesgo interesa tanto, examinar los valores centrales de los elementos de los elementos inciertos, como también la desviación respecto a las tendencias centrales. Bajo condiciones de riesgo, el ARB puede proveer la distribución de probabilidad de los criterios de evaluación (VAN y TIR) y de otros criterios de decisión.

.5 Análisis de Decisión (AD):

El AD ha sido desarrollado en el contexto de incertidumbre sobre los resultados de acciones o estrategias, bajo el supuesto de que éstas pueden ser tomadas en varios puntos del proceso de decisión. La decisión de invertir o no pueden ser una primera etapa, seguida de una segunda etapa de decisiones, tales como invertir en una determinada zona geográfica o un área específica o desfasar las inversiones en el tiempo en ciertas cantidades.

La decisión de invertir enfrenta incertidumbre en el "estado de la naturaleza", el cual puede ser "el clima", "los precios internacionales", o cualquier otra condición que determine el resultado de la inversión y que esté fuera de control del inversionista.

Los resultados son los beneficios netos monetarios de la estrategia bajo los diferentes estados de la naturaleza, los cuales se describen en una "matriz de resultados" (filas: estados de la naturaleza, columnas: acciones posibles). Esta matriz contiene todos los posibles resultados de las diferentes acciones posibles bajo cada estado de la naturaleza.

No existen reglas definidas para escoger la estrategia a seguir. La estrategia seleccionada dependería de la actitud subjetiva del inversionista. Un optimista se inclinaría por la acción bajo la cual se da el beneficio neto monetario mayor (máximo valor de la matriz), esperando que el estado de la naturaleza que lo produce sea el que finalmente se de (política "maximax").

En tanto, un inversionista cauteloso estaría atraído por la acción que maximiza el mínimo resultado de cada acción (política "maximin"). Si las probabilidades de los diferentes estados de la naturaleza son conocidos, se puede calcular el valor esperado del beneficio neto monetario de cada acción y seleccionar aquella con el mayor valor.

Suponiendo que existen dos estados posibles de la naturaleza (buen tiempo y mal tiempo) y dos posibles acciones (invertir y no invertir), un ejemplo hipotético de una matriz de resultados podría ser la siguiente:

Estado de la naturaleza	Acción	
	No invertir	Invertir
Bueno	200	150
Malo	50	100

Si el tiempo es bueno, el beneficio monetario neto (ingresos menos costos) sería de \$200/h, sin hacer inversiones de protección de las cosechas contra el mal tiempo. Pero la política de no invertir produciría un beneficio de sólo \$50/h, si el tiempo es malo. De otra parte, la política de invertir en protección de cosechas produciría un beneficio neto de \$150/h, bajo las condiciones propias del clima, en tanto que el beneficio sería de \$100/h si las condiciones climáticas son malas. La política "maximax" llevaría a seleccionar la no inversión, puesto que \$200 es el máximo valor de la matriz (el optimista espera que el clima será benigno). La política "maximin" seleccionaría la estrategia de invertir, puesto que \$100 maximiza los resultados mínimos (20 y 100) de las dos posibles acciones. Adicionalmente, si se sabe que el estado bueno de la naturaleza tiene una probabilidad de 0.8 y que la mala tiene 0,2, entonces el valor esperado de los beneficios netos de no invertir sería:

$$0.8 \times 200 + 0.2 \times 50 = 170$$

y el valor esperado de dichos beneficios de llevar a cabo las inversiones sería:

$$0.8 \times 150 + 0.2 \times 100 = 140$$

Lo cual indica que es más apropiado **no invertir**.

Por supuesto, como en todos los casos en que se toman decisiones basadas en el valor esperado, sin tomar en cuenta la varianza, se corre el riesgo de que en la alternativa de inversión seleccionada puedan ocurrir eventos (bajo algunos de los estados posibles de la naturaleza) que lleven a la ruina al inversionista.

En casos en que se pueda asumir una alta aversión al riesgo, es posible asignarle un peso negativo alto a los eventos muy adversos (por ejemplo, en condiciones donde una catástrofe pueda suceder).

En este caso el problema se transformaría a uno de "utilidades esperadas" (la selección sería, entonces, entre los valores de la utilidad esperada bajo las posibles estrategias). En otras palabras, en tales situaciones, se podría pesar los beneficios netos utilizando algún índice o medida de la aversión al riesgo.

.6 Evaluación del Impacto Ambiental (EIA):

Dado que los proyectos del FONDO son específicamente ambientales, la EIA es redundante, en la medida que, como su nombre lo indica, está orientada a la identificación y medición de los impactos ambientales de una política o acción, sean estos adversos o beneficiosos y la mitigación de las consecuencias negativas. Obviamente,

su uso estará más orientado hacia la identificación y priorización de los beneficios de los proyectos.

Conclusiones sobre las técnicas de valoración de los beneficios de los proyectos ambientales.

Las reglas no compiten entre ellas sino que reflejan contextos prácticos diferentes. El riesgo y la incertidumbre están integrados dentro de las reglas del ACB y el ACE. Pero cual debe ser usado tiende a estar determinado por los problemas prácticos de la estimación monetaria de los beneficios. Esta es la razón fundamental para la selección de un procedimiento en vez de otro.

Como resumen, en el cuadro siguiente se expresan las características más sobresalientes de los procedimientos.

COMPARACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA TOMA DE DECISIONES

Base conceptual/Método	Descripción	Ventajas	Desventajas
1. Análisis Costo-Beneficio	Evalúa políticas basadas en cuantificación de los beneficios netos: (beneficios-costos).	Considera el valor (en términos de lo que los individuos pagarán) y costo de las acciones; traduce resultados en términos cuantificables; consistente con criterios de eficiencia económica.	No consideración directa de distribución de beneficios y costos; significantes requerimientos de información; tiende a omitir resultados cuyos efectos no pueden ser cuantificados; tiende a sostener el status quo ; contingente respecto a la distribución existente de ingresos y riqueza.
2. Análisis Costo-Eficiencia	Selecciona alternativa que minimiza los costos para lograr los objetivos y metas de política.	No necesita conocer los beneficios; se basa en información a menudo disponible; provee valores implícitos del objetivo.	No considera la importancia relativa de los productos, hasta el punto que todos los costos considerados son alternati-vas; no incluye apropiadamente los costos sociales resultantes de efectos colate-ales.
3. Análisis Multicriterio	Usa técnicas de programación matemática para seleccionar proyectos basados en funciones objetivo, incluyendo metas ponderadas, con explícita consideración de restricciones a acciones y costos.	Ofrece bases consistentes para hacer todas las decisiones del proyecto; refleja completamente las metas y restricciones incorporadas en el modelo; permite la cuantificación de los costos implícitos de las restricciones; permite la priorización de proyectos.	Bondad de los resultados depende de la bondad de los insumos del modelo; irreal caracterización del proceso de decisión; debe aportarse los pasos para ponderar las metas; mucha información se requiere para la cuantificación.
4. Análisis de Riesgo-Beneficio	Evalúa los beneficios asociados con una política, comparándolos con sus riesgos.	El marco se deja vago para lograr flexibilidad; estructurado para permitir todos los riesgos, beneficios y costos; no tiene una regla de decisión automática.	Puede ser demasiado vago; los factores presumiblemente cuantificables no lo son.
5. Análisis de Decisión	Análisis paso a paso de consecuencias de alternativas bajo incertidumbre.	Permite usar varios objetivos; torna las alternativas explícitas; explícito reconocimiento de incertidumbres.	Objetivos no siempre claros; no hay mecanismos para asignar los pesos.
6. Evaluación de Impacto Ambiental	Detallada descripción de los impactos de una acción; efectos adversos, alternativas; requiere un balance de beneficios y costos ambientales y económicos.	Explícitamente requiere consideración de efectos ambientales; habilidad para monetizar no antecede numeración de todos los beneficios y costos de una acción.	Dificultad para integrar análisis descriptivos de efectos intangibles con beneficios y costos monetarios; no hay criterio claro para usar la información.

.3 Métodos de valoración de los beneficios ambientales.

Cuando existe un mercado identificado, las técnicas de medición de beneficios descansan en la observación de los precios del mercado. Sin embargo, la gran mayoría de situaciones en los proyectos ambientales involucrarán beneficios para los cuales no hay un mercado evidente.

Tal es el caso evidente del aire limpio, la ausencia de ruido, entre otros, los cuales no se compran ni se venden en el mercado. Algunos daños ambientales tienen un aspecto de mercado, aunque no hay un mercado identificado, donde se transa (reduce) la fuente del daño (contaminación, por ejemplo). Así, el daño a la productividad de la tierra por contaminación del agua, se manifiesta en los productos agrícolas transables en el mercado.

En los casos de bienes y servicios ambientales¹³, usualmente todo lo que se puede observar es como el consumo otros bienes (privados) cambia con el nivel del bien ambiental. El problema es, entonces, recobrar la demanda subyacente del bien ambiental. Mercados artificiales o hipotéticos pueden ser contruidos para deducir precios implícitos o valorar bienes y servicios ambientales. Varias aproximaciones conceptuales han sido desarrolladas para valorar los beneficios ambientales, las cuales son las siguientes:

PRINCIPALES TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE BENEFICIOS AMBIENTALES.

Valores de Mercados	Gastos Potenciales o	
Valoración directa	sustitutos	disposición a pagar
* Cambio de Productividad	* Valor de la propiedad	* Costo de Reemplazo
* Pérdida de Ingreso	* Diferencial de salario	* Proyecto Sombra
* Gastos Defensivos o de Protección	* Costo de Viaje	* Valoración Contingente
	* Bienes Delegados o Sustitutos	

Fuente: The World Bank, "Enviromental Assessment Sourcebook, Volume I, Number 139, Washington, 1991.

⁷ A pesar del gran cuerpo teórico, estimar la demanda por bienes convencionales es raramente fácil..."Una razón para las dificultades es que la noción de bien o servicio ambiental es vaga..."Una mercancía ambiental estará definida al tener al menos una de las siguientes dos características: o es un bien negativo -un "mal"- el cual no porta un precio y entonces es ineficientemente signado por el mercado, o es un bien público dado a la sociedad (más que comprado), tal como un parque nacional." (Braden y Kolstad).

.1 Métodos basados en el mercado (valoración directa).

La primera característica de estos métodos es que están basados en precios de mercado o productividad (por esta razón se llaman métodos directos). Son aplicados cuando un cambio en la calidad ambiental afecta la producción o la productividad.

Pearce y Markandya (1989) denominan estas técnicas "procedimientos de valoración indirecta", porque no buscan medir directamente las preferencias por bienes ambientales, sino que calculan una relación "dosis-respuesta".

En general la aproximación "dosis-respuesta" puede ser aplicada a cualquier problema ambiental, si existe un daño y una relación con la causa. Una vez establecida la relación, se puede estimar "la respuesta" y valorarla con los precios del mercado. De hecho, este procedimiento estima el **daño** hecho.

Una "función de daño" relaciona el nivel de contaminación con el daño físico (por ejemplo, número de muertes debido a contaminación de SO₂) y una "función monetaria de daño" que es la función física de daño multiplicada por un precio (valor) por unidad de daño físico.

.1 Cambio de Productividad.

Las actividades productivas y los ambientes humanos pueden afectar la producción y la productividad. Por ejemplo, un proyecto de recuperación y manejo integral de una microcuenca puede incrementar la productividad de la tierra. Similarmente, la descontaminación o mitigación de la contaminación de un cuerpo de agua también puede aumentar la productividad de los campos de cultivo aledaños.

En estos casos, la producción incremental puede ser valorada usando precios económicos estándares. Donde la contaminación afecte la pesca, el valor de la producción recuperada puede ser estimado utilizando precios de mercados actuales o proyectados. En todos los casos anteriores, se trata de mitigar un daño debido a la contaminación y la función de daño establece la relación entre nivel de contaminación y la productividad (de la tierra o de la actividad pesquera).

.2 Pérdida de Ingresos.

Cambios de la calidad ambiental puede tener significativos efectos sobre la salud humana. Idealmente, el valor monetario de los impactos sobre la salud debe ser determinado por la disposición a pagar de los individuos para mejorar la salud. En la práctica, la siguiente mejor alternativa implica valorar los ingresos que se pierden en ausencia de la mejora en la calidad ambiental por muerte prematura, enfermedad o ausentismo, añadiéndole los gastos médicos ahorrados al implementar el proyecto.

.3 Gastos Defensivos o de Protección.

Es posible llevar a cabo "gastos defensivos" para evitar, prevenir o reducir efectos negativos ambientales. Los daños ambientales son, a menudo difíciles de cuantificar, pero los gastos defensivos pueden ser determinados más fácilmente, en términos monetarios, que el bien ambiental en si mismo. Tales gastos indican que se juzga que los beneficios son más grandes que los costos, de tal forma que los gastos de defensa pueden ser interpretados como una mínima valoración de los beneficios.

.2 Métodos basados en Valores de Mercados Sustitutos.

Estos métodos usan indirectamente información del mercado. Cada técnica tiene sus ventajas, desventajas y requerimientos particulares de información. La aplicación en cada caso estará determinada por la naturaleza del problema y la disposición de información.

.1 Valor de la Propiedad.

También llamada técnica de **precios hedónicos**¹⁴, tiene como objetivo determinar los precios implícitos de características de las propiedades, tales como atractivos comerciales, parques, diversiones y calidad ambiental. El método de la valoración de beneficios está basado en el supuesto de que, dado que diferentes zonas tienen diferentes atributos ambientales, habrá diferencias en el valor de las propiedades.

Con el uso de técnicas estadísticas apropiadas, la aproximación hedónica intenta:

⁸ El análisis hedónico de precios se refiere a la estimación de precios implícitos para atributos individuales de una mercancía con mercado. Algunos bienes y servicios ambientales pueden ser vistos como atributos de mercancías con mercado, tal como la propiedad raíz. Por ejemplo, proximidad a calles y fábricas bulliciosas, exposición a aire polucionado y acceso a parques o vistas escénicas son compradas junto con la propiedad residencial. Otras aplicaciones se han dado a salarios por trabajo, que impliquen diferentes niveles de riesgo físico". (Braden y Kolstad).

- a) **identificar** en que proporción el diferencial de valores se debe a una diferencia particular ambiental entre las propiedades; y
- b) **inferir** cuanta gente está dispuesta a pagar por una mejora en la calidad ambiental y cuanto es el valor social de la mejora.

.2 Diferencial de Salarios.

La aproximación por diferencial de salarios utiliza la misma idea básica del precio hedónico de la propiedad. Esta técnica está basada en la teoría de que en un mercado competitivo, el salario pagado refleja las fuerzas de oferta y demanda en el mercado de trabajo y que la oferta varía con las condiciones de trabajo y de vida de la zona.

Un mayor salario sería, entonces, necesario para atraer trabajadores a zonas muy contaminadas y el diferencial con zonas no afectadas daría una medida del beneficio de eliminar la polución. El precio pagado por la seguridad es el "precio hedónico.

.3 Costo de Viaje

Esta técnica es utilizada para valorar los beneficios de instalaciones recreacionales naturales (lagos, parques, bosques, etc.) en países desarrollados. Esencialmente, es el mismo método usado para valorar la leña y la recolección de agua.

El área alrededor del lugar de recreación es dividida en círculos concéntricos con distancias cada vez mayores, representando costos de viaje incrementales. Una encuesta de usuarios es llevada a cabo en el lugar para determinar la zona de origen, frecuencia de visitas, costos de viaje (compuesto por el boleto de entrada, más el costo de llegar al sitio, más la pérdida de ingresos) y otras características socioeconómicas.

Entre más cerca al sitio, mayor frecuencia de visitas se esperan, ya que el precio implícito, medido por el costo de viaje, es función de la distancia. Basados en la encuesta, se puede construir una curva de demanda y el excedente del consumidor puede ser determinado. Este excedente representa un estimativo del valor del bien ambiental bajo análisis.

.4 Bienes con mercado como sustitutos de bienes sin mercado.

Hay situaciones donde los bienes ambientales tienen un sustituto cercano que tiene un mercado y, por lo tanto, el valor del bien ambiental puede ser aproximado por el precio del mercado observado. Por ejemplo, el valor de un venado preservado se puede valorar de acuerdo al precio de la carne de res.

.3 Métodos basados en Gastos Potenciales o Disposición a Pagar.

Frecuentemente no es posible estimar los beneficios de proteger o mejorar la calidad ambiental. En algunos de esos casos es posible estimar los beneficios estimando lo que la gente puede estar dispuesta a pagar para proteger el recurso.

.1 Costo de Reemplazo.

Utilizando esta técnica, el costo de reemplazar el recurso es estimado. Es un método apropiado si hay una razón apremiante para restaurar el recurso dañado o certeza de que será restaurado.

Por ejemplo, puede ser usado para estimar los beneficios de prevención de erosión, calculando el costo del fertilizante que sería necesario para reemplazar los nutrientes perdidos. El método se aplica sólo si en ausencia del control de la erosión, el fertilizante sería realmente aplicado.

.2 Proyecto Sombra

Usada para evaluar proyectos con impactos ambientales negativos, esta técnica implica diseñar y costear un "proyecto sombra" que ofrezca un servicio ambiental sustituto para compensar la pérdida de calidad ambiental. En esta técnica se asume la restricción de mantener los recursos ambientales intactos y es especialmente útil cuando hay riesgos importantes sobre recursos ambientales críticos. Tal es el caso de diseñar un proyecto de plantación de bosques (proyecto sombra) para compensar las emisiones de una planta de generación térmica. El costo ambiental de la planta de generación sería el costo de la plantación del bosque.

.3 Valoración Contingente.

Ante la ausencia de información de mercado sobre las preferencias de los individuos, el método de valoración contingente trata de identificarlas mediante preguntas sobre la disposición a pagar o aceptar. Interesa en los proyectos del FONDO preguntarle a la gente cuanto están dispuestos a pagar por un beneficio resultado de una mejora de la calidad ambiental (la disponibilidad a aceptar, como compensación, está asociada a la medición de costos por daños).

Este cuestionamiento puede ser a través de una encuesta o mediante técnicas experimentales en las cuales los sujetos responden a varios estímulos bajo condiciones controladas de laboratorio. Lo que se busca son valoraciones personales de incrementos o decrementos en las cantidades de algún bien (mejora de un paisaje, mejor calidad del aire), bajo condiciones de un mercado hipotético (contingente).

El objetivo de la valoración contingente es provocar valoraciones que estén cerca a las que se manifestarían si un mercado real existiera. En consecuencia, el mercado hipotético -el interrogador, el cuestionario y el respondiente- debe ser tan cercano al mercado real como sea posible.

.4 Resumen.

La estimación de beneficios monetarios intenta medir el valor que los individuos dan a los daños o beneficios ambientales. La medición de los beneficios está relacionado con el concepto de **eficiencia económica**, de encontrar mejoras en el bienestar de la población al mínimo costo en la utilización de los recursos.

¿Cual técnica de valoración de beneficios debe aplicarse en cada caso? En el cuadro siguiente se presenta una matriz de tipos de proyectos ambientales y técnicas de valoración. Dos observaciones pueden ser derivadas:

- a) Hay varias alternativas posibles para la mayoría de los problemas ambientales.
- b) La valoración contingente y los procedimientos de valoración directa, en particular, tienen un amplio espectro de utilización. Adicionalmente la confiabilidad es mayor en esas técnicas.

MATRIZ DE TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE BENEFICIOS POR SECTOR AMBIENTAL

Contaminación	Tipo de efecto	Impacto del beneficio	Técnicas de estimación de beneficios				
			Propiedad Hedónica	Salarios Hedónicos	Costo de Viaje	Valoración Contingente	Valorac Directa
<u>CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</u>							
1.Contaminación convencional (partículas SO2, NO4)	Enfermedades respiratorias	DTP, DAR, costo médico	0	L	0	X	X
	Muerte resp.	Muerte	L	X	0	0	X
	Estética	Visual	X	L	0	X	X
	Recreación	Visitas	0	0	X	X	0
	Materiales	Mantenim.	0	0	?	?	X
	Vegetación	Reparación Pérdida de cosechas	0	0	0	0	X
<u>CONTAMINACIÓN DEL AGUA</u>							
1.Contaminación convencional (DBO, etc)	Recreación	Comportamien -to de visitas	L	0	X	X	0
	Pesca comercial	Pérdida de capturas	0	0	0	0	X
	Estética	Turbiedad, olor	X	0	L	X	0
	Ecosistema	Pérdida de habitat de flora y fauna	0	0	0	X	X
	Agua potable	Enfermedad Mortalidad	0	0	0	?	X
<u>SUSTANCIAS TÓXICAS</u>							
1. Aire	Enfermedad y mortalidad	DTP, DAR, costo médico	0	L	0	X	X
2. Químicos pe- ligrosos en el suelo	Estética	Pérdida de atracción visual	X	0	0	X	0
	Ecosistema	Pérdida de hábitat de flora y fauna	0	0	0	X	X
<u>RUIDO</u>	Molestia	Disgusto	X	0	0	X	L
<u>USO IRRACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES</u>							
	Recursos Hídricos	Destrucc. de cuencas	0	0	0	X	X
	Ecosistema	Pérdida de ecosistemas y hábitat de flora y fauna	0	0	0	X	X

X = Técnica usada

DTP = Días de trabajo perdidos

0 = Técnica no usada restringida

DAR = Días de actividad

L = Existe aplicación muy limitada

? = No desarrollada pero posible

Fuente: Pearce y Markandya

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

1. Manual para la Evaluación y Supervisión de Proyectos. ILPES. ONUDI. Santiago de Chile. Enero 1989.
2. Manual General de Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos. ILPES. ONUDI. Segunda Edición revisada y ampliada. Noviembre 1992.
3. La Jerarquización de Proyectos y el Diseño Lógico de un Sistema de Apoyo a la Programación de Inversiones. ILPES. ONUDI. Febrero 1989.
4. Castellanos Romeu, René. "Problemas organizativos y económicos de la formación de los Complejos Territoriales Productivos en la República de Cuba". Tesis de candidatura. Moscú. Traducción al español. 1987.
5. Rodríguez, José A. "Los problemas económicos de la localización de las inversiones". Economía y Desarrollo No. 101, Fac Economía UH. Noviembre-Diciembre 1987.
6. Conferencia ofrecida por la Lic. Cándida Becerra, Directora del DEI de JUCEPLAN. Marzo 1992. Boletín "Técnica Comercial". Cámara de Comercio República de Cuba No. 2/92.
7. Saldarriaga, Gustavo. "La evaluación de proyectos por el método de los efectos". ILPES. ONUDI. Septiembre 1992.
8. Saldarriaga, Gustavo; Chervel Marc. "La evaluación de proyectos por el método de los efectos: aspectos teóricos y aplicaciones prácticas" ILPES. ONUDI. Santiago de Chile. Abril 1993.
9. Castro Tato, Manuel. "Los gastos reducidos mínimos como criterio de eficiencia económica en la evaluación de inversiones". Economía y Desarrollo No. 96. Ene-Feb. 1987.
10. Isard, Walter. "Métodos de Análisis Regional". Ediciones Ariel. Barcelona. 1971.
11. Kalashnikova, T.M. "División en Regiones Económicas" (traducción del ruso). Vneshtorgizdat. Moscú. 1986.
12. Castellanos, René. "El papel de la planificación territorial en la elevación de la eficiencia del proceso inversionista". Cuba Economía Planificada No. 4 Oct-Dic 1987.
13. Alfonso, Abilio; Baroni, Sergio. "Desarrollo de la Planificación Territorial en Cuba". Cuba Economía Planificada No. 2 Abril-Junio 1987.

14. Ortiz, Manuel H. "Tamaño y Localización de plantas completas" Economía y Desarrollo No.11, Mayo-Junio 1972.
15. Sheldon, A; Pennance, F.G. Diccionario de Economía. Editorial Oikos-tau, S.A. España.
16. Fernández de Bulnes, Carlos. "Métodos rápidos para el cálculo del costo de inversión". Artículos seleccionados sobre evaluación de inversiones. UH Facultad de Economía. s/a.
17. González, Alfredo. "Teoría de la Economía Espacial". s/a.
18. Castellanos, René. "Tamaño y Localización: Factores claves de la reestructuración de la industria manufacturera en Cuba". Instituto de Planificación Física, La Habana, Septiembre 1992.
19. Cejas Gómez, Francisco. "Manual de economía para dirigentes de empresas industriales". Editorial Científico-Técnica. La Habana 1985.
20. Castellanos Romeu, René. "Cuba: distribución territorial de la industria". IPF JUCEPLAN. Septiembre 1988.
21. Soto Arado, Andrés. "Gigantismo: síndrome del proceso inversionista". Cuba Económica. No. 1. Abril-Mayo-Junio 1991.
22. Ramos Morales, Lázaro. "La organización, concentración y tamaño de la industria en Cuba: Caracterización y algunas reflexiones al respecto". Dpto. Industrias INIE JUCEPLAN. Diciembre 1991.
23. Castellanos Romeu, René; Torres Pérez, Tomás. "La ampliación de instalaciones industriales y su efecto en el desarrollo territorial". Cuba Economía Planificada No. 4, Octubre-Diciembre 1988.
24. Castellanos, René; Novikov A.E. "Eficiencia de la formación del Complejo Territorial Productivo de la provincia de Cienfuegos". I Jornada Científica Internacional sobre Planificación Regional y Urbana. IPF JUCEPLAN, Noviembre 1985.
25. Valdés Lazo, Mercedes; Roquet Regalado, Yaomara. Proyección del plan ganadero a partir de la introducción de una nueva tecnología. El Pastoreo Racional Voisin". Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Económicas UH. 1992.

26. González Ferrer, Charles; Nova González, Armando. "Ubicación óptima de los envasaderos y combinados industriales citrícolas en la zona de Jagüey Grande". Economía y Desarrollo No. 86-7. Mayo-Agosto 1985.
27. "Aspectos sobre la Distribución territorial de la infraestructura del transporte" T-6. IPF JUCEPLAN. Noviembre 1988.
28. González Ferrer, Charles; Nova González, Armando; Jhones, Eli-ezer. "Optimización del consumo de combustible en la cosecha de cítricos". INIE-JUCEPLAN. 1992.
29. Cánovas Rada, Iveliz. "El proyecto turístico en el marco territorial. Evaluación de la eficiencia económica y financiera de un polo turístico". Trabajo de investigación del curso de superación de especialistas de JUCEPLAN. IPF. Septiembre 1992.
30. Lineamientos metodológicos para la evaluación de proyectos ambientales. ILPES-ONUDI. Dirección de Proyectos y Asesoría Series Metodológicas Volumen 10. Noviembre 1992.
- También se han utilizado las "Notas de Clases" de los cursos de Post Grado siguientes:
31. I Curso de Especialistas de JUCEPLAN. Año sabático Octubre 1991-Julio 1992. "Evaluación de Proyectos", asignatura impartida por el Lic. José Enrique González.
32. Curso de Post Grado "Decisiones óptimas de inversión y financiación", impartida en JUCEPLAN por la Lic. Georgina García. Abril-Junio 1993.