

# **FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA Y SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

**Gonzalo M. Rodríguez Mesa**

*Abril, 2007*

© Gonzalo María Rodríguez Mesa  
Facultad de Economía  
Universidad de La Habana  
Calle L No. 303 e/ Y 21, Vedado, Plaza  
Ciudad de La Habana, Cuba

**A mi hijo Gonzalito, el mejor de mis proyectos;  
A María Elena, mi esposa, por hacerlo posible.**

# ÍNDICE

## PROLOGO / 1

## CAPÍTULO 1. PRINCIPIOS Y CONCEPTOS EN QUE SE SUSTENTA LA EVALUACIÓN DE INVERSIONES / 4

1. Conceptos básicos / 8
2. Fases y etapas para la evaluación de proyectos de inversión / 10
3. Concepto y características generales de los criterios de evaluación de inversiones / 12
  - 3.1- El factor tiempo / 13
  - 3.2- El flujo de caja del proyecto / 16

## CAPÍTULO 2. EL ESTUDIO DE MERCADO / 22

1. Características generales del estudio de mercado/22
  - 1.1-Componentes fundamentales del estudio de mercado para el Proyecto /27
2. Aspectos básicos a considerar en la estrategia de comercialización / 29
  - 2.1-Precios / 29
  - 2.2- Canales de distribución y servicios postventa / 31
  - 2.3- Promoción /31
  - 2.4- Caracterización de la competencia / 32
3. Exploración previa y recopilación de antecedentes / 32
4. Análisis y proyección de la demanda de artículos de consumo /37
  - 4.1- Los métodos de elasticidad precio y elasticidad Ingreso / 37
  - 4.2- La elasticidad de la demanda / 40
  - 4.3- Significado económico de la magnitud del coeficiente de elasticidad / 43
  - 4.4- Proyección de la demanda empleando los coeficientes de elasticidad /45
  - 4.5- Algunas consideraciones en cuanto a la proyección de la demanda en base a la elasticidad precio y la elasticidad ingreso /47
  - 4.6- Método Normativo / 48
  - 4.7- Método de las comparaciones internacionales / 50
  - 4.8- Método de la tendencia histórica en la proyección de la demanda / 50
  - 4.9- Método de los mínimos cuadrados.- la línea de regresión /55
  - 4.10- Ecuaciones de regresión múltiple /57
5. Análisis y proyección de la demanda de productos intermedios / 58
  - 5.1- Método de fuentes y usos / 60
  - 5.2-Otros métodos para el análisis y proyección de la demanda de productos intermedios / 63
6. Análisis y proyección de la demanda de medios básicos / 64

- 7. Política económica / 71
- 8. Factor incertidumbre / 71
- 9. Estudio de caso planta procesadora de frijol de soja /71
  - 9.1. Información para el análisis y proyección de la demanda /71
  - 9.2. Solución estudio de caso planta procesadora de frijol de soja / 73
- 10. Estudios de caso.- Información para el análisis y proyección de la demanda / 78
  - 10.1- Fábrica de cemento /78
  - 10.2- Planta extractora de aceite vegetal / 79
  - 10.3. Planta de aditivos para hormigón / 80
  - 10.4- Hotel los cayos / 81
  - 10.5- Hotel Cayo flamenco / 83

### **CAPÍTULO 3: TECNOLOGÍA, TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO / 86**

- 1. Tecnología, insumos, mano de obra / 86
- 2 - Tamaño y localización del proyecto /88
  - 2.1- Factores a considerar en la determinación del Tamaño / 88
  - 2.2- Los factores de localización / 89
  - 2.3- El Tamaño y la capacidad de producción / 92
    - 2.3.1- Pronóstico de ventas y programa de producción / 93
  - 2.4- Modelos de Tamaño Óptimo de Fábricas / 93
    - 2.4.1- Modelo de tamaño óptimo considerando economías de escala y deseconomías de transporte y otros factores de localización / 94
    - 2.4.2- Modelo de Tamaño Óptimo con Demanda Creciente /99
    - 2.4.3- Modelo de tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte y otros factores de localización / 105
    - 2.3.4- Modelo de tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte otros factores de localización, incluyendo el valor del dinero en el tiempo / 108
- 3. Estudio de caso: planta procesadora de frijol de soja /114
- 4. Estudios de caso.- Información para definir el tamaño de planta a seleccionar / 116
  - 5.1- Fábrica de cemento / 116
  - 4.2- Planta extractora de aceite vegetal / 117
  - 5.3. Planta de aditivos para hormigón / 117
  - 4.4- Hotel los cayos / 119
  - 4.5- Hotel Cayo flamenco / 119

### **CAPÍTULO 4. MÉTODOS CLÁSICOS DE VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN / 121**

- 1. El criterio VAN: Concepto. Método de cálculo. Significado económico / 122
  - 1.1- El cálculo de la tasa de descuento / 126
  - 1.2- Aspectos que requieren consideración en el cálculo del VAN / 128
  - 1.3- El cálculo del VAN. Estudio de Caso / 134

- 1.4- El cálculo del VAN cuando el flujo de caja es constante / 138
  - 1.5- Ventajas y limitaciones del VAN / 140
- 2. El criterio TIR: Concepto. Método de cálculo. Significado económico / 141
  - 2.1- Cálculo de la TIR cuando los flujos de caja son constantes /144
  - 2.2- Ventajas y limitaciones de la TIR / 146
- 3. El período de recuperación de la inversión / 147
- 4. La tasa de rendimiento contable o sencilla / 149
- 5. Otros criterios de selección / 150
- 6. Discrepancias entre los criterios de evaluación de inversiones / 151
- 7. Problemas / 155

## **CAPÍTULO 5. LA FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN / 161**

- 1. Las fuentes de financiación / 161
- 2. El apalancamiento financiero / 163
- 3. El Van ajustado (VANA) / 164
- 4. El costo promedio ponderado del capital / 165
- 5. Evaluación financiera o evaluación del inversionista / 168
- 6. La estructura financiera y el valor de la empresa/ 170
- 7. Relación entre flujos de caja y tasa de descuento/ 176
- 8. El Leasing o arrendamiento / 180
- 9. Estudio de Caso. Empresa camarones tropicales / 187
- 10. Problemas / 192

## **CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN FINANCIERA. ESTUDIO DE CASO / 199**

- 1. Estudio de Caso: Planta Procesadora de Frijol de Soja / 199
- 2. Metodología para la organización de la información / 203
- 3. Solución del Estudio de Caso / 204
  - 3.1- Evaluación para el inversionista / 215
  - 3.2- Evaluación según el costo promedio ponderado / 218
  - 3.3- Evaluación según el VANA / 221
- 4. Estudios de Caso.- Información para la evaluación financiera / 222
  - 4.1. Fábrica de cemento / 222
  - 4.2.- Planta extractora de aceite vegetal / 225
  - 4.3. Planta de aditivos para hormigón /228
  - 4.4. Hotel los cayos / 231
  - 4.5. Hotel cayo flamenco / 234

## **CAPÍTULO 7. LA INFLACIÓN Y EL RIESGO EN LA EVALUACIÓN DE INVERSIONES / 238**

- 1. El tratamiento de la inflación en la evaluación de inversiones / 238
- 2. El riesgo y la incertidumbre en las decisiones de inversión / 242
  - 2.1- Análisis del umbral de rentabilidad / 244
  - 2.2- Análisis de sensibilidad / 251

- 2.3- Análisis de escenarios / 254
- 2.4- Cuantificación del riesgo mediante medidas de dispersión / 255
- 3. Problemas / 261
- 4. Estudios de Caso.- Información para el análisis de la inflación, el riesgo y la incertidumbre/ 273
  - 4.1. Fábrica de cemento / 273
  - 4.2.- Planta extractora de aceite vegetal / 273
  - 4.3. Planta de aditivos para hormigón /273
  - 4.4. Hotel los cayos / 274
  - 4.5. Hotel cayo flamenco / 275

## **CAPÍTULO 8. LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS. EL MÉTODO DEL CRITERIO DEL INGRESO NACIONAL (CIN) / 276**

- 1. Conceptos básicos / 277
- 2. El método del Criterio del Ingreso Nacional (CIN) / 280
  - 2.1- El tratamiento de los precios / 281
  - 2.2- La tasa social de descuento / 283
  - 2.3- La tasa de cambio / 285
  - 2.4- El Valor Agregado Actualizado Neto (VAAN) / 287
- 3.- Estudio de Caso: Proyecto Planta Procesadora de Frijol de Soja / 292
  - 3.1- El cálculo del VAAN / 294
    - 3.1.1- Información financiera básica / 295
    - 3.1.2- Cálculo del VAAN a precios de mercado / 296
    - 3.1.3- Cálculo del VAAN a precios ajustados / 300
    - 3.1.4- Eficiencia relativa del VAAN / 302
    - 3.1.5- El cálculo del VAAN incluyendo los efectos indirectos / 304
  - 3.2- Criterios complementarios al VAAN / 308
    - 3.2.1- Efecto del proyecto en el empleo /308
    - 3.2.2- Efecto del proyecto en la distribución / 310
    - 3.2.3- Efecto del proyecto en el ingreso neto en divisas / 311
    - 3.2.4- Competitividad internacional de las exportaciones del proyecto/ 316
  - 3.3- Análisis de las diferencias entre variantes / 319
    - 3.3.1- Variante inversión nacional con crédito externo / 319
    - 3.3.2- Variante 20 % de inversión nacional con crédito externo / 321
    - 3.3.3- Variante 50 % de inversión nacional con crédito externo / 322
  - 3.4- Algunas reflexiones sobre el tratamiento metodológico del capital extranjero/ 323
  - 3.5- Una reflexión final sobre la evaluación de la inversión extranjera / 326
- 4.- Estudios de Caso / 328
  - 4.1. Estudio de caso.- Fábrica de cemento, información para la evaluación social / 328
  - 4.2. Estudio de caso.- Planta extractora de aceite vegetal, información para la evaluación social / 329
  - 4.3. Estudio de caso.- Planta de aditivos para hormigón, información para la evaluación social / 330

4.4. Estudio de caso.- Hotel los cayos, información para la evaluación social / 331

4.5. Estudio de caso.- Hotel cayo flamenco, información para la evaluación social / 333

**CAPÍTULO 9: PRINCIPIOS EN QUE SE SUSTENTAN LOS MÉTODOS ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO (ABC) Y LMST. DIFERENCIAS CON EL CIN / 336**

1. Método ABC de las distorsiones o de los precios de cuenta / 338

1.1- Procedimiento general de evaluación / 345

1.2- Ejemplo ilustrativo / 350

1.3- Estudio de Caso: Presa Escambray / 352

2. Método LMST / 360

2.1- Procedimiento general / 360

2.2- Ejemplo ilustrativo / 363

3.- Diferencias entre los métodos CIN y ABC / 366

3.1.- Estudio de Caso: Fábrica de Calzado / 366

3.2.- Discusión de las diferencias existentes entre el ABC y el CIN / 371

4.- Problemas / 373

**BIBLIOGRAFÍA / 379**

**ÍNDICE DE CUADROS / 383**

**ÍNDICE DE GRÁFICOS / 385**

**RESPUESTAS / 386**



## PRÓLOGO

El presente libro amplía sustancialmente el que se publicó con el título *Evaluación Financiera y Social de Proyectos de Inversión*, en el 2002 y del que se realizaron posteriores ediciones en el 2004 y 2006, al incluir nuevos capítulos relacionados con el análisis y proyección de la demanda, la selección tecnológica, el tamaño, la localización y las decisiones de financiación, lo que ha permitido integrar en un solo texto los principales estudios que desde el punto de vista económico, son requeridos para la evaluación de un proyecto de inversión.

El libro esta dirigido a estudiantes universitarios y profesionales interesados en la evaluación de proyectos de inversión y entre sus características se puede particularizar las siguientes:

- Enfatiza en el aspecto analítico y contenido económico de los diferentes modelos matemáticos y criterios de evaluación de inversiones utilizados.
- Se señalan los errores más frecuentes que se cometen al evaluar un proyecto, sus causas y vías más recomendables para su solución.
- Presenta una metodología dirigida a orientar como organizar la información para armar el proyecto, que ha probado ser muy útil para el aprendizaje de aquellas personas que se enfrentan por primera vez a la necesidad de evaluar un proyecto.
- Se discuten las situaciones en que los métodos aceptados para los países desarrollados, no son convenientes para los países subdesarrollados, al enfrentar éstos el problema de la escasez de capital y una organización empresarial comparativamente inferior.
- Abarca tanto la evaluación financiera de los proyectos de inversión, como la evaluación social, temas que son generalmente tratados en textos independientes. Además; incluye los tres métodos empleados hoy en día para la evaluación social, lo que tampoco es frecuente. Al mismo tiempo que es novedoso, al comparar los diferentes métodos mediante un ejemplo práctico, que permite señalar las ventajas y desventajas de cada uno y cuál es el más pertinente para las condiciones de los países subdesarrollados.
- El libro, sin descuidar los conceptos teóricos necesarios tiene un énfasis esencialmente práctico y una secuencia lógica y pedagógica que muestra una novedosa interrelación de la teoría y la práctica, al sustentarse su hilo central en la solución de un Estudio de Caso, basado en una situación real y, en consecuencia, con toda la diversidad y complejidad que ello supone. Este Caso se desarrolla a través de los diferentes capítulos y abarca el análisis y proyección de la demanda, la determinación del tamaño y localización, la evaluación financiera o privada y la evaluación social, desarrollándose tanto en condiciones de certidumbre como de

incertidumbre. Adicionalmente se acompañan al texto en soporte magnético los programas en Excel que permitieron la solución de este Caso, así como, de otros de los casos incluidos en esta edición.

- Atributos didácticos de la obra con miras a facilitar el estudio independiente de los alumnos, marco en que se incluyen ejercicios y problemas ilustrativos, además; de incluir al final de cada Capítulo una colección de problemas y estudios de caso y sus correspondientes respuestas.

El libro se estructura en nueve capítulos, en el Primero se ofrece una introducción general donde se exponen los conceptos en que se sustenta la evaluación de inversiones y, se examina la naturaleza del problema objeto de estudio.

En el Segundo Capítulo se trata el análisis y proyección de la demanda y se explican los principales métodos para su proyección según se trate de bienes de consumo, productos intermedios o bienes de capital, complementándose las explicaciones con problemas ilustrativos resueltos. En este capítulo se inicia el estudio de caso que constituye el hilo conductor de la obra.

El Tercer capítulo incluye los principales problemas que es preciso dilucidar en la selección tecnológica y los principios generales para su solución. También abarca los criterios en que se sustenta el tamaño y la localización y se explican modelos sencillos para la determinación del tamaño óptimo de fábrica, siguiendo el mismo procedimiento didáctico de no solo tratar los conceptos sino apoyar la explicación con problemas ilustrativos, además de darle continuidad al estudio de caso iniciado en el capítulo anterior.

En el Cuarto capítulo, se abordan los diferentes criterios de evaluación de proyectos de inversión, sus métodos de cálculo, contenido económico, ventajas y limitaciones, las causas y métodos de solucionar las discrepancias entre el VAN y la TIR, y se trabaja sobre la base de problemas y ejercicios ilustrativos.

El Capítulo Quinto comprende el estudio de las decisiones de financiación de la empresa, en particular, las principales fuentes de financiación y métodos de cálculo de su costo, el apalancamiento financiero y su interrelación con la estructura financiera de la empresa, los métodos para tratar el impacto de las decisiones de financiación en las decisiones de inversión de la empresa y el Leasing o Arrendamiento. En este contexto se profundiza en la relación entre la estructura financiera y el valor de la empresa, la fundamentación teórica de los diferentes métodos utilizados para la evaluación del proyecto cuando se utiliza financiamiento ajeno, la correspondencia que debe existir entre los componentes de los flujos de caja y la tasa de descuento utilizada y cuáles criterios pueden servir de guía en la selección del método de evaluación más adecuado. Como complemento a los enunciados teóricos en todos los casos se acompañan los correspondientes problemas y ejercicios ilustrativos, que facilitan la comprensión y estudio independiente del lector.

En el Capítulo Sexto del libro se aborda la evaluación financiera, mediante la continuación del Estudio de Caso, en que se brinda nueva información en adición a la obtenida en los capítulos precedentes y que como se señaló se constituye en el hilo conductor del análisis. En este capítulo en particular, la solución y explicación del Caso, sirve de base para consolidar e integrar aspectos esenciales de las decisiones de inversión, permitiendo al lector el desarrollo de habilidades en la utilización de los métodos y técnicas de evaluación de inversiones. Este Caso está elaborado a partir de un proyecto de inversión real, lo que supone considerar sus múltiples aspectos. Para este fin, se ofrece inicialmente una metodología dirigida a organizar la información requerida para la evaluación financiera del proyecto. A continuación se expone, paso a paso, la solución del Caso cuyos resultados corresponden a los cuadros con la información de salida de un programa de computación en Excel que se adjunta al libro.

En el Séptimo Capítulo, se examina el efecto de la inflación en la evaluación de inversiones, discutiéndose tanto su efecto global como las particularidades que puede significar cuando los cobros y pagos del proyecto están afectados de forma diferente. Asimismo, se aborda el tratamiento del riesgo en la evaluación de inversiones, examinándose a tal fin los métodos más utilizados en la práctica. Con el tratamiento del riesgo se da continuidad al Estudio de Caso iniciado en el capítulo anterior, evaluándose el mismo en condiciones de incertidumbre.

El Capítulo Ocho, proporciona las principales bases teóricas en que se sustenta la evaluación social de proyectos y, se da paso, al análisis del método Criterio del Ingreso Nacional (CIN), en cuya explicación se adiciona al Estudio de Caso la información complementaria requerida para realizar la evaluación social. La explicación de la evaluación social mediante el método CIN se realiza, paso a paso, como en el Capítulo sexto, y los resultados presentados también obedecen a la solución del Caso mediante un programa de computación en Excel. El Capítulo termina comparando y discutiendo los resultados obtenidos en la evaluación financiera y la evaluación social del proyecto, facilitando la comprensión de sus diferencias al estar referidas ambas a un mismo proyecto de inversión.

Mientras que, el Capítulo Noveno aborda los principios generales en que se sustentan los métodos Análisis Costo–Beneficio (ABC) y el método LMST, presentando algunos ejercicios y problemas resueltos para ilustrar su utilización. Además; se analiza la similitud entre los métodos ABC y LMST, y, posteriormente, se comparan los métodos CIN y ABC. En este empeño se utilizan ambos métodos en la solución de un mismo caso ilustrativo, lo que permite concretar sus diferencias fundamentales y explicar las razones en que se sustentan las ventajas y limitaciones de cada método.

# **CAPÍTULO 1: PRINCIPIOS Y CONCEPTOS EN QUE SE SUSTENTA LA EVALUACIÓN DE INVERSIONES**

Toda decisión de inversión, en particular, en la esfera productiva, está generalmente dirigida a la creación de una nueva empresa o a la ampliación y/o modernización de una empresa ya existente. Surge aquí una interrogante ¿Qué es lo que induce a estudiar la conveniencia de la creación o ampliación de una empresa? Usualmente la respuesta inmediata a esta pregunta es: la obtención de ganancias, olvidando que éste es el fin último que se persigue, pero que el aspecto que en primer lugar se requiere considerar para crear o ampliar una empresa es el mercado, es decir, que exista una determinada necesidad del producto o servicio, lo que se expresará en una determinada demanda.

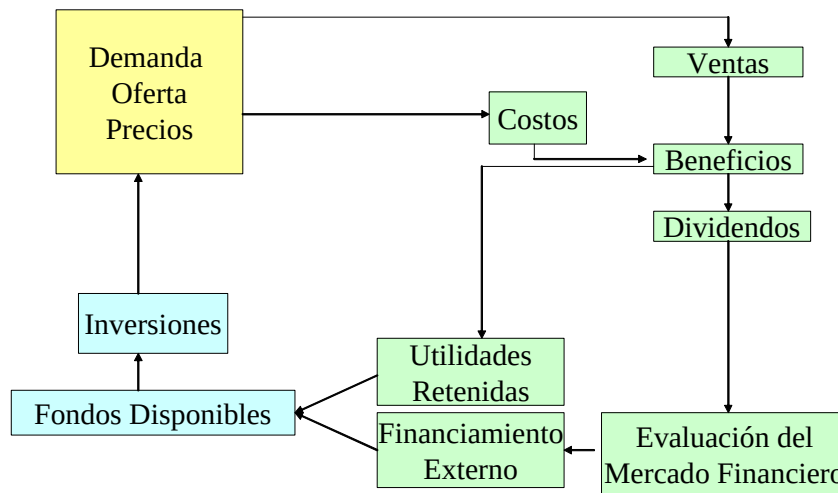
Esta demanda puede estar satisfecha o insatisfecha, esto pudiera no ser relevante, pues el proyecto puede estar dirigido a desplazar a otros productores debido a una mejor calidad o eficiencia. Ahora bien, para crear o ampliar esta empresa se requiere de determinados activos, maquinarias, equipos, edificios, inventarios, etcétera, cuya adquisición presupone disponer de determinados recursos financieros, de los que en ocasiones se dispone, o en otros se requiere obtener recursos prestados. Así, de disponerse de éstos recursos financieros, la decisión implica dejar de utilizarlos para otros fines, de obtenerse prestados se requiere pagar por ellos, es decir, que siempre estos recursos financieros tendrán un costo. Ello explica que, para que la empresa pueda subsistir y crecer, se necesita que la rentabilidad de sus activos sea superior al costo de los recursos financieros requeridos para la adquisición de los mismos.

Como se ha puesto de manifiesto, en este proceso de la toma de la decisión de inversión intervienen tres niveles de análisis. Son estos: el mercado, el sistema financiero y la evaluación de inversiones. El primero de estos niveles, el mercado, explica los beneficios de la empresa, su crecimiento, en función de su posición en el mercado, posición esta que no depende sólo de hechos financieros, sino también de su desarrollo tecnológico, de la capacidad y experiencia de su equipo de dirección, de la calidad y aceptación de sus productos o servicios por los consumidores, de sus servicios de posventa, entre otros.

No obstante, es imposible sumar tecnología, calidad, capacidad de dirección, etcétera, por tratarse de elementos heterogéneos, que se requiere homogeneizar. Se necesita, por tanto, pasar a un segundo nivel, el sistema financiero, que agrega en forma monetaria las implicaciones de los diferentes factores heterogéneos en la situación de la empresa, en otras palabras, en sus ingresos, sus costos, sus beneficios, lo que además permite la adecuada valoración por los mercados financieros, con el objetivo de establecer los recursos monetarios de que podrá disponer la empresa.

Por último, se requiere ahora definir cómo y con qué eficiencia utilizar estos medios financieros, lo que da lugar al tercer nivel, la evaluación de inversiones. En el Gráfico 1 se ilustra esta interacción.

GRÁFICO 1  
*Interacción de las Decisiones Financieras*



**Fuente:** Elaborado a partir de D. A. Hay y D. J. Morris: *Industrial economics theory and evidence*, University Press, Oxford, 1979.

Como se aprecia, existe una clara interacción entre los niveles citados, dado que las expectativas de mercado definen los niveles de operación de la empresa, y, consecuentemente, sus demandas de recursos materiales y financieros, así como, sus beneficios de los que se derivará su potencial de crecimiento a partir de sus posibilidades de financiamiento interno y externo.

Finalmente, la empresa podrá subsistir y crecer en la medida en que determine correctamente el destino y eficiencia de las inversiones a realizar, como por ejemplo: investigación y desarrollo, marketing, nuevas capacidades productivas, etcétera, según sean las expectativas del mercado e incluso con el propósito de influir sobre este, mejorando las condiciones de la oferta y/o sus técnicas de distribución y ventas. Esto supone que la rentabilidad de las inversiones realizadas sea superior al costo del capital utilizado para su financiación.

En este contexto, la lógica del proceso de inversión en la empresa se expresa en que ésta debe invertir siempre que la inversión genere un resultado superior al costo de la inversión. Por ejemplo, considere que la empresa tiene cinco proyectos de inversión con las características siguientes:

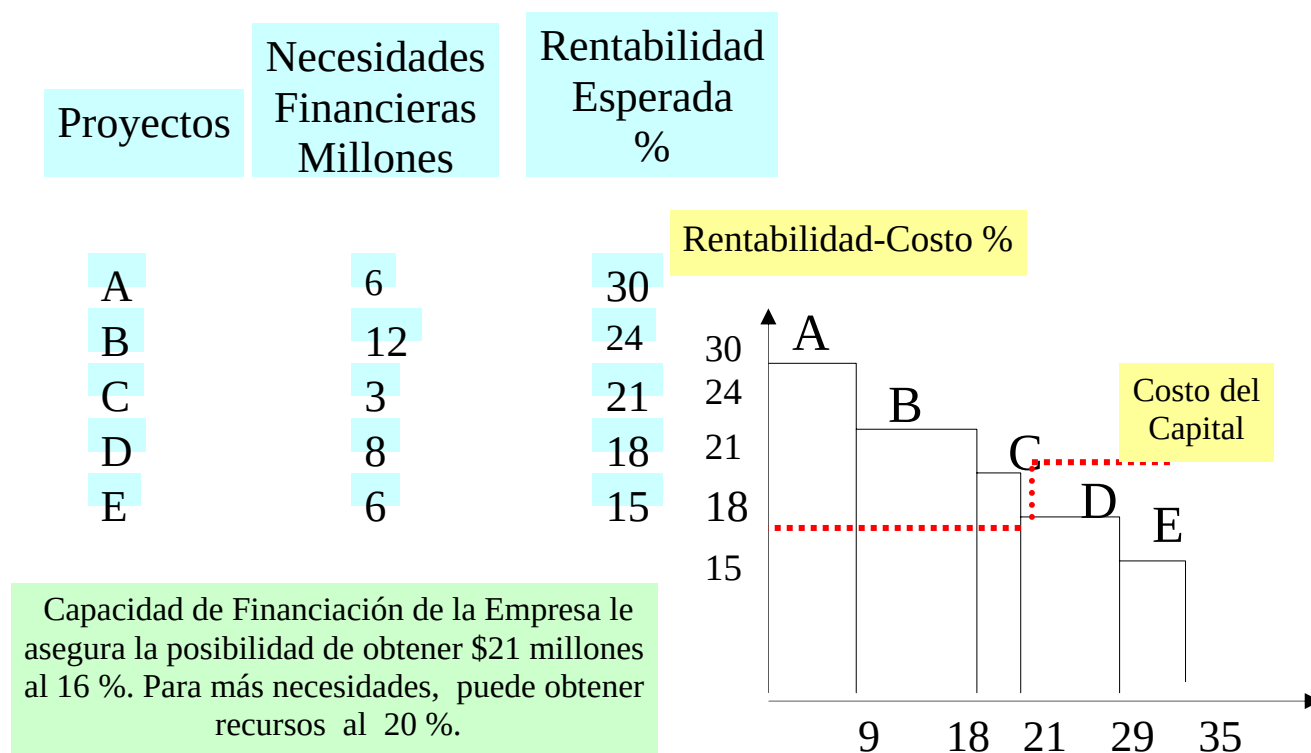
| Proyectos | Costo de Inversión<br>(millones de pesos) | Rentabilidad Proyectada<br>(porcentaje) |
|-----------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| A         | 6                                         | 30                                      |
| B         | 12                                        | 24                                      |
| C         | 3                                         | 21                                      |
| D         | 8                                         | 18                                      |
| E         | 6                                         | 15                                      |

Se sabe que, para el financiamiento de sus inversiones la empresa puede obtener hasta 21 millones de pesos al 16 % de interés. Sin embargo, no podrá obtener recursos adicionales a tasas inferiores al 20 %.

Como se deduce del Gráfico 2, la decisión acertada sería seleccionar los proyectos A, B y C, en los que su rentabilidad es superior al costo del capital.

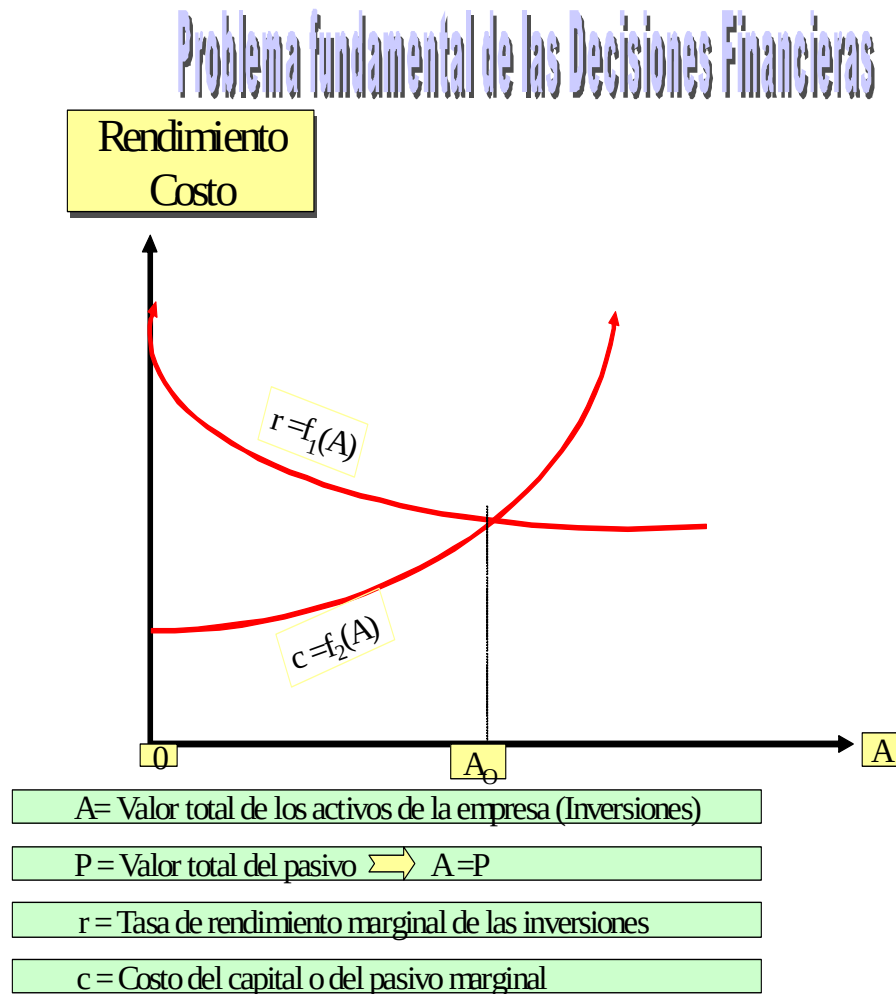
GRÁFICO 2

## Lógica del Proceso Inversor



Generalizando lo antes expuesto, la empresa dará preferencia a las inversiones más rentables. Por ello, es de suponer que la rentabilidad marginal sea decreciente, mientras que el costo marginal del capital será creciente, ya que la empresa acudirá en primer lugar a las fuentes de financiación más baratas. Gráficamente esto se puede expresar de la siguiente forma:

GRÁFICO 3



Como se muestra en el Gráfico 3, a la empresa le conviene invertir cuando la rentabilidad marginal sea superior al costo marginal de la inversión. La adecuada gestión de sus activos y sus pasivos llevará a la empresa a alcanzar el punto de equilibrio económico-financiero  $A_0$  en que maximizará su beneficio. Se comprende entonces que, una inversión adicional al punto  $A_0$  no sería de interés para la empresa, pues el costo del capital superaría la rentabilidad de la inversión.

Se puede concluir que una adecuada evaluación de inversiones debe estar encaminada a:

- La asignación racional de recursos a aquellas inversiones que permitan maximizar la rentabilidad de la empresa.
- Prever y proveer los recursos financieros al menor costo.

Aspectos éstos que responden al objetivo esencial del presente libro y para cuyo estudio se pasará a examinar algunos conceptos básicos.

## 1. CONCEPTOS BÁSICOS

Para poder abordar el estudio de la evaluación de un proyecto de inversión se precisa tener claridad sobre un mínimo de conceptos básicos, entre los que se destacan los siguientes: el concepto de inversión y sus formas de clasificación, el concepto de proyecto de inversión y los aspectos que diferencian los proyectos de inversión públicos y privados, las fases y etapas requeridas para la evaluación de un proyecto de inversión, el concepto de criterio de evaluación de inversiones, el tratamiento del factor tiempo y el cálculo de los flujos de caja.

En la teoría económica el concepto de inversión representa una de las variables macroeconómicas básicas para el análisis y proyección del desarrollo económico, es decir, constituye un concepto general. Mientras que, a un nivel de análisis menos general, la inversión se puede definir como algo menos agregado, más concreto, las diferentes inversiones que se realizan en los diferentes sectores y ramas de la economía. En este marco la inversión se puede definir como:

- un proceso cuantitativo  $\Rightarrow$  Cuánto invertir?
- un proceso estructural  $\Rightarrow$  Dónde se debe invertir?
- un proceso cualitativo  $\Rightarrow$  En qué hay que invertir?
- un proceso temporal  $\Rightarrow$  Cuándo hay que invertir ?
- un proceso político  $\Rightarrow$  Quién ha de invertir?
- un proceso eficiente  $\Rightarrow$  Cómo se debe invertir?

Por ello, al examinar el concepto de inversión para una empresa en particular, y con independencia de que esta sea pública o privada, la inversión es fundamentalmente un juego contra el futuro, el sacrificio de ciertos recursos para la adquisición de determinados activos de los que se espera obtener determinados ingresos, la renuncia a la posibilidad de un consumo actual con la expectativa de disponer de mayores ingresos futuros.

Existen diferentes tipos de inversiones que dan lugar a diferentes formas de clasificación. Las más comunes son las clasificaciones que se realizan según la materialización de la inversión y según su motivación.



Según la materialización de la inversión se pueden enumerar como: <sup>1</sup>

- creación de capacidades de producción y servicios.
- investigación y desarrollo.
- Inventarios.
- inversiones financieras (adquisición de títulos o acciones de otras empresas).
- infraestructura social.

Mientras que, según los fines o motivos de su realización se distinguen los siguientes tipos de inversión: <sup>2</sup>

- Inversiones de Reposición. Comprende las destinadas a sustituir equipos que ya han concluido su vida útil, debido tanto al desgaste físico como a obsolescencia moral, por el desarrollo de otros productos de calidad superior, avances tecnológicos, cambio en los comportamientos de los consumidores, etcétera.
- Inversiones de Ampliación. Las dirigidas a incrementar las capacidades de las instalaciones existentes.
- Inversiones de Modernización. Su objetivo es introducir mejoras tecnológicas a los efectos de incrementar la competitividad de los productos (mejorar su presentación, reducir los costos de producción, mejoras de calidad). Estas se pueden realizar tanto mediante la creación de nuevas capacidades, como en instalaciones en funcionamiento, por lo que generalmente las inversiones de renovación son a su vez inversiones de ampliación y modernización.
- Inversiones Estratégicas. Las que pueden ser de carácter ofensivo o defensivo, según estén dirigidas a mejorar la posición de la empresa en el mercado o a mantener la posición ya alcanzada. También se distinguen las inversiones dirigidas a mejorar las condiciones de trabajo.

Asimismo, las inversiones también se clasifican según la forma en que se mida el alcance de sus beneficios para la sociedad en:

- Inversiones Empresariales. Corresponden tanto a empresas públicas como privadas y sus resultados se miden sólo desde el punto de vista de la rentabilidad financiera.
- Inversiones Sociales. Abarcan tanto las inversiones directas del sector público, como las inversiones empresariales evaluadas desde el punto de vista de su impacto social o rentabilidad nacional.

Ahora bien, ¿cómo se puede definir un proyecto de inversión en concreto? Este se

---

<sup>1</sup> Eduardo Bueno Campos, Ignacio Cruz Roche, Juan José Durán Herrera: *Economía de la empresa. Análisis de las decisiones empresariales*, Ediciones Pirámide, Duodécima edición, Madrid, 1989, pp. 281-289.

<sup>2</sup> Juan José Durán Herrera: *Economía y dirección financiera de la empresa*, Ediciones Pirámide, Madrid, 1992, pp. 418-420.

puede definir como toda propuesta de inversión para la creación, ampliación y/o modernización de determinadas capacidades destinadas a incrementar la producción de bienes y/o servicios en una localidad dada durante un determinado período de tiempo.

Desde el punto de vista de la evaluación de inversiones, un proyecto de inversión es conveniente considerarlo como una unidad independiente, es decir, como un objeto de análisis que es preciso separar técnica, económica y comercialmente de otra inversión. Ello, no excluye que un proyecto de inversión consista en un programa de desarrollo agroindustrial o en que cada uno de los numerosos proyectos que pudieran conformar un programa de desarrollo agroindustrial constituya cada uno de ellos un proyecto de inversión independiente a los efectos de la evaluación, de lo que se trata es de tener claro cuál es el objetivo de evaluación en cada momento.

Por supuesto que existen toda una serie de requerimientos metodológicos específicos acorde a las particularidades del proyecto a evaluar. De este modo, no tienen las mismas características:

- la evaluación de una fábrica, que la de un complejo industrial.
- una inversión de carácter nacional, que una inversión transnacional.
- una inversión en la industria, que en la agricultura, el transporte, las comunicaciones, la minería, etcétera. Incluso una inversión en la industria química, que en la industria ligera, la industria mecánica, etcétera, una inversión en el cultivo de cereales que en el ganado vacuno.

No obstante, existen toda una serie de principios generales de evaluación válidos para estos diferentes tipos de inversiones, que son los que trataremos en este texto, otros aspectos dependerán de las particularidades específicas de la rama en que se trabaje, de la experiencia que se acumule por esta vía, etcétera.

## **2. FASES Y ETAPAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

El desarrollo de un proyecto de inversión de cierta envergadura como, por ejemplo, la instalación o ampliación de una fábrica, una mina, una plantación agrícola, etcétera, requiere de la participación de múltiples especialistas (economistas, ingenieros, arquitectos, abogados, etcétera) para su realización, así como, de diversos estudios y etapas con diferentes grados de profundidad. Se distinguen, en este sentido, tres momentos desde que se concibe hasta que finaliza el proyecto:

- Formulación
- Evaluación
- Implementación

De ellos, la formulación y evaluación de un proyecto de inversión se corresponde con la fase de preinversión y, en general, pueden resumirse en las siguientes etapas:

CUADRO 1.1- FASES Y ETAPAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

| <i>Fases</i>   | <i>Etapas</i>                                                                                |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preinversión   | Estudios de Oportunidad<br>Estudios de Previabilidad<br>Estudios de Viabilidad               |
| Implementación | Negociación y Contratación<br>Proyecto Técnico<br>Construcción y Montaje<br>Puesta en Marcha |

Los estudios de oportunidad, conocidos también como estudios del "Perfil del Proyecto", están dirigidos a identificar la oportunidad de inversión. Los estudios de oportunidad son de carácter muy general y se basan más en la agregación de información existente y de estimaciones, que en análisis detallados. Estos estudios parten de la existencia de recursos naturales (minerales, bosques, productos agrícolas, etcétera), que puedan ser fuentes de materias primas para el desarrollo industrial, la existencia de demanda insatisfecha, posibilidad de sustitución de importaciones, de promoción de exportaciones, descubrimientos científicos, etcétera. Los estudios de oportunidad de proyectos concretos pueden definirse como: la transformación de una idea de proyecto en una propuesta de inversión.

Dado que un estudio de viabilidad técnico económica, que permita tomar una decisión definitiva de aceptación o rechazo de un proyecto de inversión, es una tarea larga y costosa, se acostumbra a realizar un estudio intermedio entre el estudio de oportunidad y el de factibilidad o viabilidad. Este se conoce como Estudio de Previabilidad y consiste en una evaluación técnico económica preliminar del proyecto de inversión.

Por su parte, el estudio de viabilidad o factibilidad, consiste en el estudio técnico-económico en profundidad de todos los aspectos (técnicos, económicos, financieros, etcétera), que conforman el proyecto, estableciendo las vías alternativas de cumplimentar los objetivos y fundamentando técnica y económicamente la solución más recomendable, por tanto, debe proporcionar la base técnica, económica y comercial para la decisión de inversión.

En el Cuadro siguiente se presenta el contenido y principales estudios de apoyo requeridos en las etapas de la fase de preinversión. Como se puede apreciar, los estudios de oportunidad, previabilidad y viabilidad tienen, en general, el mismo contenido y necesitan de la realización de similares estudios de apoyo, aunque es de subrayar que estos últimos varían en cuanto al nivel de detalle y profundidad del análisis a realizar.

CUADRO 1.2- CONTENIDO DE LAS ETAPAS DE PREINVERSIÓN

| <i>Estudios de Preinversión</i>            | <i>Contenido</i>                  | <i>Estudios de Apoyo</i>                                                                                |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oportunidad<br>Previabilidad<br>Viabilidad | Estudio de Mercado                | Tamaño de mercado, cuota de mercado, precios, red de distribución, etcétera.                            |
|                                            | Tecnología                        | Insumos, Mano de obra, etcétera.                                                                        |
|                                            | Tamaño y Localización             | Localización de la demanda y los insumos, costo de transporte, Impacto ambiental, etcétera.             |
|                                            | Evaluación Económica y Financiera | Costo de inversión, Financiación, Costo de producción, Rentabilidad, Criterios de evaluación, etcétera. |

Concluidas las etapas correspondientes a la fase de preinversión y de ser aprobado el proyecto se pasa a las etapas correspondientes a la fase de implementación, es decir, a la Negociación y Contratación, la elaboración del Proyecto Ejecutivo, la Construcción y Montaje y la Puesta en Marcha.

En estas etapas se requiere también de toda una serie de estudios y trabajos de apoyo relacionados con la licitación y elaboración del contrato. Una vez firmado el contrato se elabora el proyecto ejecutivo, el que incluye: proyecto de construcción y montaje, proyecto mecánico, proyecto eléctrico, proyecto de organización, presupuesto de inversión, indicadores de eficiencia técnica económica y financiera, etcétera. Las actividades de construcción y montaje son generalmente muy numerosas y complejas, motivo por el cual constituyeron una de las primeras actividades económicas donde se utilizaron métodos basados en la teoría de redes.

Finalmente, se arriba a la etapa de Puesta en Marcha, la que consiste en el período de prueba y ajuste hasta que el proyecto alcanza la capacidad de diseño y en que se realizan las pruebas al vacío, pruebas con carga, pruebas de garantía, se entrena el personal que posteriormente operará la fábrica de tratarse de un proyecto industrial, etcétera.

### 3. CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE INVERSIONES

Los criterios de evaluación de inversiones constituyen los modelos y métodos mediante los cuales se mide la eficiencia económica de los proyectos de inversión. Precisamente, un problema fundamental que se presenta en toda decisión de inversión es el consistente en determinar su rentabilidad, toda vez que al establecer su eficiencia económica es posible:

- Conocer si el proyecto es conveniente.
- Seleccionar el más eficiente entre varios proyectos.

En la literatura existente al respecto es posible encontrar una gran diversidad de criterios de evaluación de inversiones, criterios estos que en muchas ocasiones conducen a decisiones diferentes, lo que es un resultado lógico pues estos criterios responden a variados objetivos. No obstante, este universo de criterios de evaluación se puede clasificar en dos grupos fundamentales: Criterios de Evaluación Estáticos y Criterios de Evaluación Dinámicos.

- Criterios de Evaluación Estáticos.- Son aquellos que no toman en consideración el factor tiempo, es decir, la cronología de los diferentes flujos de caja, y operan como si fueran cantidades de dinero percibidas en el mismo momento del tiempo. Son métodos sencillos pero aproximados, a veces útiles en la práctica, aunque se debe estar consciente de sus limitaciones para evitar errores.
- Criterios de Evaluación Dinámicos.- Son los que toman en consideración la cronología de los flujos de caja, utilizan para ello el procedimiento de la actualización o descuento, lo que les permite homogeneizar las cantidades de dinero percibidas en el tiempo. Estos son métodos mucho más refinados desde el punto de vista científico, a esta categoría corresponden el VAN y la TIR, métodos que se tratarán posteriormente.

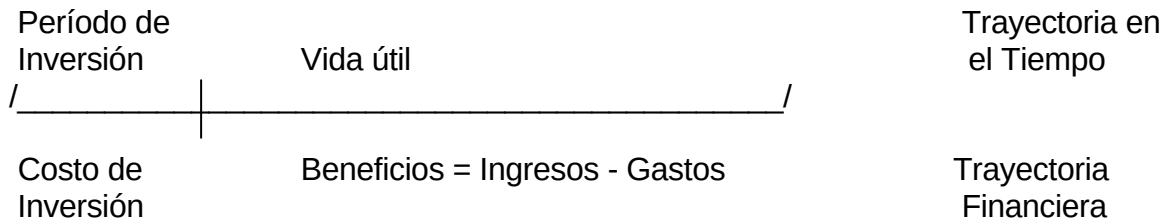
Se comprenderá entonces que, un componente importante de los criterios de evaluación de inversiones, lo constituye el factor tiempo, profundicemos brevemente en este aspecto.

### 3.1- El factor tiempo

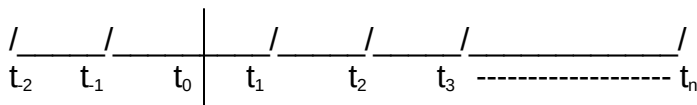
Al tomar en cuenta el factor tiempo, los criterios dinámicos presentan una importante ventaja en relación con los criterios estáticos. En este sentido, una cantidad de dinero disponible en el momento actual es mucho más valiosa que dicha cantidad de dinero en cualquier momento futuro. Ello, es debido a que el dinero disponible en el momento actual puede ser invertido y producir determinados beneficios mientras llega el momento futuro, a lo anterior hay que añadir la preferencia por el momento actual y los riesgos que implica toda promesa futura.

Por tanto, una unidad monetaria disponible hoy sea esta un peso, un dólar, un franco, un euro u otra, no es comparable, no es homogénea, con esa misma unidad monetaria disponible dentro de  $n$  años. A estos efectos, es como si se tratara de dos monedas diferentes, requiriéndose una especie de tasa de cambio en el tiempo para hacerlas comparables, tasa ésta conocida como **tasa de actualización o descuento**, y que es la que precisamente hace posible que un peso disponible hoy pueda ser comparable con un peso disponible dentro de  $n$  años.

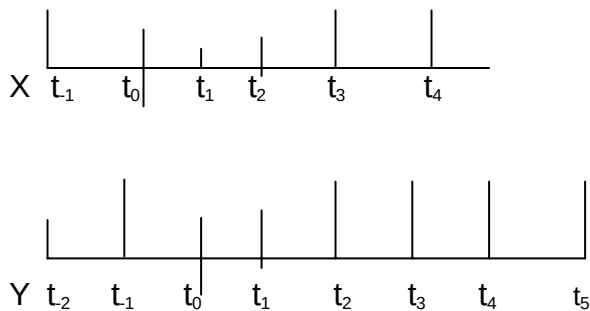
Una forma gráfica de representar los proyectos de inversión desde el punto de vista del factor tiempo es la siguiente:



Es decir, que se efectúan gastos de inversión durante un período de  $n$  años hasta un momento que podemos llamar  $t_0$  y posteriormente se obtienen los beneficios del funcionamiento del proyecto de inversión hasta el año  $n$ .



El análisis del gráfico anterior presupone que, cuando comparamos varios proyectos nos podemos encontrar en la situación de que estos tengan diferentes costos de inversión, y que estos costos se incurran en diferentes períodos de tiempo; además, que estos sean proyectos con diferente vida útil y magnitudes de ingreso recibidas cada año. Así por ejemplo, si estuviéramos evaluando los proyectos X y Y, estos gráficamente se pudieran expresar de la forma siguiente:



Por tanto, estaríamos frente a un flujo de gastos (costos de inversión) y un flujo de ingresos netos (cobros - pagos) en el proceso de funcionamiento de la Empresa, de diferente magnitud y extensión en el tiempo, y que será necesario homogeneizar y comparar. ¿Qué se requiere para esto? Obviamente una tasa de actualización que refleje el valor del dinero en el tiempo y el riesgo asociado a cada proyecto de inversión.

En resumen, que si nos enfrentamos a diferentes variantes de inversión y las mismas están caracterizadas por un flujo de costos e ingresos distribuidos en el tiempo, para evaluarlas correctamente se requiere considerar una tasa de actualización, ya que el dinero tiene un valor en el tiempo, pues como consecuencia de la posibilidad de realizar

inversiones rentables no resulta indiferente poseer una unidad monetaria en el momento actual que dentro de n períodos.

Así, si el costo del dinero es de \$0,10 por peso, seremos indiferentes entre poseer \$90,91 en la actualidad que 100,00 dentro de un año, o lo que es lo mismo, el valor actual de \$100,00 en un año será:

$$\frac{\$100,00}{1 + 0,1} = 100 * (1 + 0,1)^{-1} = \$90,91$$

el valor actual de 100 dentro de dos años:

$$\frac{\$100,00}{(1 + 0,1)^2} = 100 * (1 + 0,1)^{-2} = \$82,60$$

generalizando, si llamamos:

k = tasa de descuento (valor del dinero en el tiempo)

a = 1 / 1 + k, (factor de descuento o actualización)

j = 1,2, 3 .....n (años)

$$a_j = \frac{1}{(1 + k)^j}$$

El valor actual de una cantidad dada, en este caso 100 pesos en el año n, será igual a:

$$100 * a_j$$

Por ejemplo el factor de actualización para el año 2, de ser k = 0,10, será<sup>3</sup>:

$$a_j = \frac{1}{(1 + 0,10)^2} = \frac{1}{1,21} = 0,826$$

$$\text{Por tanto } 100 * a_j = 100 * 0,826 = 82,60$$

De otra parte, en cualquier momento existen varias tasas de interés en una economía. Generalmente, las tasas más bajas corresponden a inversiones menos arriesgadas, mientras que las tasas de interés elevadas corresponden a inversiones con mayores

---

<sup>3</sup> El valor de  $a_j$  para un año y una tasa de descuento dada, se puede obtener de las tablas financieras que se adjuntan en la generalidad de los textos de administración financiera.

niveles de riesgo. Ello explica que, la tasa de actualización esté teóricamente hablando en dependencia, tanto del valor del dinero en el tiempo (tasa de interés) como de la ganancia que se espera obtener por el riesgo de invertir en un sector determinado.

### **3.2- El flujo de caja del proyecto**

Dado que el proceso de inversión se expresa como una corriente de cobros y pagos que se producen en el tiempo, la evaluación de una inversión se realiza tomando en consideración -precisamente- esta corriente. No obstante, como esta es una corriente de cobros y pagos estimada, es fundamental saber cómo realizar la proyección del flujo de caja y cuáles son los elementos que intervienen.

Examinaremos, por tanto, las características que presenta el cálculo (pronóstico) de los Ingresos, del Costo de Inversión y de los Costos Totales de Producción y Servicios, es decir, los elementos fundamentales que sirven de base para el cálculo de los flujos de caja y en general para conformar los diversos criterios de evaluación de inversiones.

Ingresos.- Estos dependen de dos variables: volúmenes de venta y precios. El cálculo de los volúmenes de venta implica determinar previamente el programa de producción, el que a su vez depende entre otros factores, del análisis y proyección de la demanda, del balance demanda-capacidad para los diferentes años proyectados, de la cuota de mercado, de la vida útil del proyecto, de las capacidades a instalar y su nivel de aprovechamiento, etcétera.

En cuanto a los precios, a pesar de las dudas e incertidumbres asociadas, es preciso un estudio donde se pronostiquen con cierto rigor los precios de los insumos y los productos. Es además necesario distinguir entre precios internos y precios externos, y la conversión de los precios externos a internos mediante la utilización de la correspondiente tasa de cambio.

Costo de inversión.- el valor total de un nuevo proyecto de inversión se estructura generalmente en: activo o capital fijo, capital de trabajo o de explotación e imprevistos. en cuanto al capital o activo fijo esta constituido por las inversiones fijas y el costo de capital previo a la producción, los que generalmente están conformados por las siguientes partidas:

#### **INVERSIONES FIJAS:**

- Terrenos.
- Ingeniería y servicios técnicos.
- Suministro para instalaciones.
- Equipos y tecnología para la operación.
- Construcción y montaje.
- Dotación inicial.
- Fletes y seguros.



## COSTOS DE CAPITAL PREVIOS A LA PRODUCCIÓN:

- Estudios preparatorios de inversión.
- Gastos preliminares y de emisión de acciones de capital.
- Adiestramiento de la fuerza de trabajo.
- Salarios y seguridad social durante el período previo.
- Gastos de promoción previos. Creación de la red de ventas.
- Intereses sobre préstamos durante la construcción.
- Gastos de puesta en marcha.

El capital de explotación o capital de trabajo, es el capital permanente necesario para financiar aquella parte de los activos circulantes que no son cubiertos por los pasivos circulantes. Por ello, generalmente se define como la diferencia entre los activos circulantes y los pasivos circulantes. Este es por su naturaleza activo circulante, pero por su función económica es un activo inmovilizado y, por tanto, forma parte del costo de inversión.

Al respecto, es preciso recordar que la magnitud de los activos corrientes o circulantes está determinada por el ciclo de explotación y por las características de la organización de la empresa, e incluye: efectivo en caja y banco, inventario de materias primas, inventario de productos en proceso, inventario de productos terminados y los créditos concedidos a clientes (cuentas a cobrar) entre las partidas más comunes. En cuanto a los pasivos circulantes o corrientes, este constituye el financiamiento a corto plazo y sus partidas fundamentales son los créditos recibidos de clientes (cuentas a pagar) y los créditos bancarios a corto plazo. Por tanto, el capital de trabajo estaría conformado por los inventarios, el efectivo en caja y banco y el saldo entre las cuentas a cobrar y pagar que requiere la empresa para su normal funcionamiento.

La partida de imprevistos constituye una reserva por concepto de omisiones, incremento de precios, etcétera, esta se estima generalmente como un 10 % del importe de las partidas anteriores.

De otra parte, se requiere conocer la fuente de financiamiento de estas inversiones, esto es particularmente importante pues se relaciona con el aporte de los socios y, por tanto, con la posterior participación en las utilidades.

Los recursos financieros de la empresa son en definitiva las fuentes originarias de dinero, bienes y derechos a favor de la empresa. Estos recursos son los que en un balance de situación aparecen bajo la denominación genérica de pasivos.

Atendiendo a su propiedad los recursos financieros se clasifican en propios y ajenos. Los recursos propios están constituidos por las aportaciones de los socios, más los beneficios acumulados y no distribuidos; mientras que los recursos ajenos provienen de

terceros y la empresa se compromete a devolver su importe, de forma parcial o total en los plazos estipulados más los intereses correspondientes.

En forma resumida las fuentes financieras se pueden estructurar de la forma siguiente:

#### FUENTES FINANCIERAS PROPIAS:

Capital social.  
Retención de utilidades o pérdidas acumuladas.  
Resultados del ejercicio.  
Depreciación.

#### FUENTES FINANCIERAS AJENAS:

##### A largo plazo

- Créditos.
- Empréstitos.

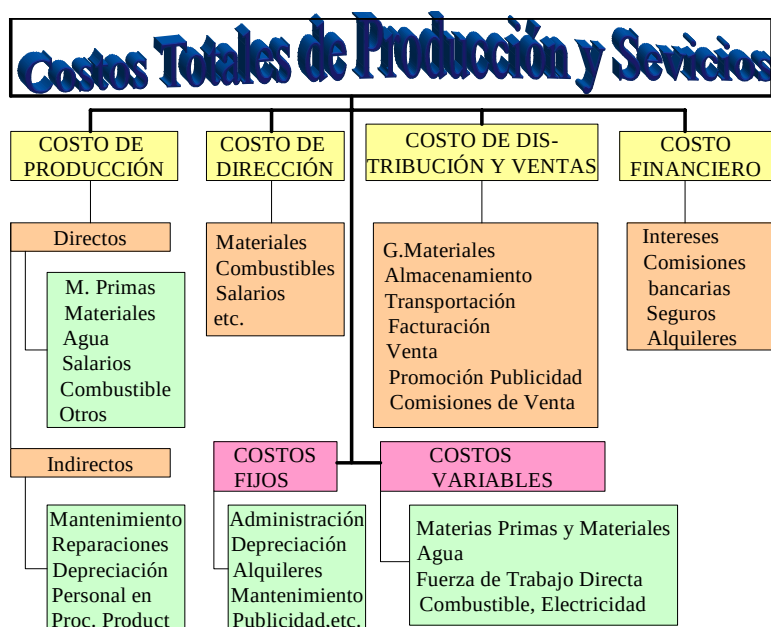
##### A corto plazo

- Cuentas a pagar.
- Créditos a corto plazo.

También las fuentes financieras de la empresa se pueden clasificar en: internas y externas, Las fuentes de recursos internos son: la retención de utilidades, la depreciación y las retenciones y provisiones, mientras que los recursos externos están conformados por: la emisión de acciones y obligaciones y el crédito bancario. De éstas diferentes fuentes de financiación son de interés a los efectos del presente libro, las relacionadas con la financiación a largo plazo, es decir, de las fuentes externas la emisión de acciones y obligaciones y el crédito bancario, de las fuentes internas, la retención de utilidades y la depreciación.

Costos Totales de Producción y Servicios.- Los costos a los efectos de la evaluación de inversiones son costos proyectados, es decir, no son costos reales o históricos, estos incluyen todos los costos o gastos que se incurren hasta la venta y cobro de los productos. Comprende por tanto: los costos de producción, dirección, costos de distribución y venta y costos financieros.

GRÁFICO 4



**Costos de Producción.-** Representan los gastos necesarios para la obtención de la producción o prestación del servicio. Pueden ser directos o indirectos. Los gastos directos de producción y servicios, son los que se incurren directamente en el proceso de producción, tales como: materias primas, materiales, salarios, agua, combustible, etcétera, Los costos indirectos o carga fabril, son los, que no se identifican directamente con el proceso de producción de un producto determinado, tales como: gastos de mantenimiento y reparación, depreciación, personal técnico, administrativo y auxiliar que no se encuentra directamente en el proceso productivo, etcétera.

**Costos de Dirección.-** Gastos materiales, salarios, combustibles, etcétera, relacionados con la dirección general y no vinculados a un área específica.

**Costos de Distribución y Ventas.-** Gastos de materiales, almacenamiento, transportación, facturación y venta, promoción, publicidad, comisiones de venta, etcétera, necesarios para el despacho y cobro de las mercancías.

**Costos Financieros.-** Incluyen intereses, comisiones bancarias, seguros, alquileres, fondo de estimulación y reservas, así como otros gastos imputables al financiamiento por terceros.

**Costos Fijos y Variables.-** En la evaluación de un proyecto es sumamente importante determinar la relación entre los costos totales y el volumen de producción y venta a que se espera operar, pues este volumen de producción se relaciona con el aprovechamiento de la capacidad, aspecto que influye decisivamente en el costo de producción unitario, y por tanto en la aceptación del proyecto.

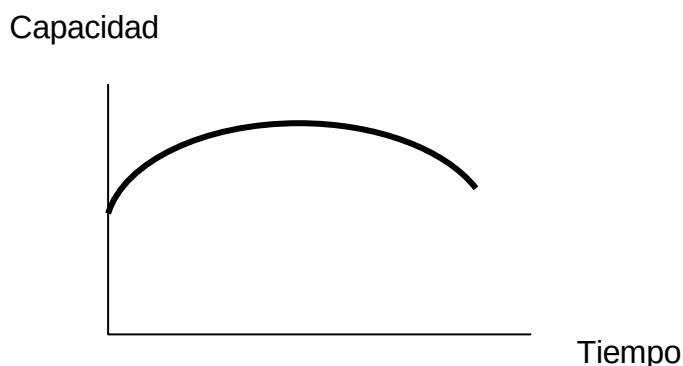
Desde este ángulo es fundamental distinguir la clasificación de los costos en fijos y variables. Los costos fijos son aquellos que como su nombre indica permanecen fijos, es decir, no varían al aumentar o disminuir el nivel de producción, estando relacionados por tanto, con el tiempo y la capacidad instalada. Mientras los costos variables son aquellos cuya magnitud total cambia al aumentar o disminuir el nivel de producción, es decir, su importe está en función del nivel de producción que se programe.

Aunque esta clasificación varía por ramas y por elementos, en general constituyen gastos variables: las materias primas y materiales, el agua, la electricidad, el combustible, la fuerza de trabajo directa, mientras que se clasifican como gastos fijos partidas como: depreciación, reparación y mantenimiento, administración, publicidad y promoción, intereses, alquileres, seguros, etcétera.

Vida útil de la inversión.- Es aquel período de tiempo en que se proyecta que la inversión estará en funcionamiento, es decir en que generará ingresos y egresos. Abarca por tanto desde que la inversión inicia la producción o servicio, hasta que la misma es liquidada o sustituida por una instalación más moderna y eficiente.

Nivel de aprovechamiento de la capacidad.- Para su cálculo se toman en consideración los diferentes factores que determinan la curva de aprovechamiento de la capacidad: comportamiento de la demanda, vida útil, características tecnológicas del producto, experiencia nacional e internacional según método de valoración de expertos, etcétera.

GRÁFICO 5.- CURVA DE APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD



Flujo de Caja.- El flujo de caja o cash-flow, consiste en la diferencia entre los cobros y pagos generados por el proyecto en cada uno de sus años de operación, desde que se efectúa el primer gasto de inversión hasta que la misma es liquidada o sustituida al final de su vida útil.

El flujo de caja consiste, por tanto, en el cálculo de las entradas y salidas de fondos desde un punto de vista financiero, no coincidiendo la diferencia entre estas entradas y salidas, con el beneficio tal como se estudia en contabilidad, pues desde el punto de vista financiero lo que interesa es las entradas y salidas en efectivo.

En este sentido, los ingresos no coinciden generalmente con las entradas en efectivo, es decir, con los cobros, pues los ingresos dependen de las ventas, mientras que las entradas en efectivo dependerán tanto de las ventas, como del momento en que estas sean cobradas, lo que entre otros factores está determinado por las condiciones de pago ofrecidas a los clientes. Situación similar se presenta con los gastos, los que pueden no coincidir con las salidas en efectivo, pues dependen del momento en que se pague por los gastos realizados.

## CAPÍTULO 2: EL ESTUDIO DE MERCADO

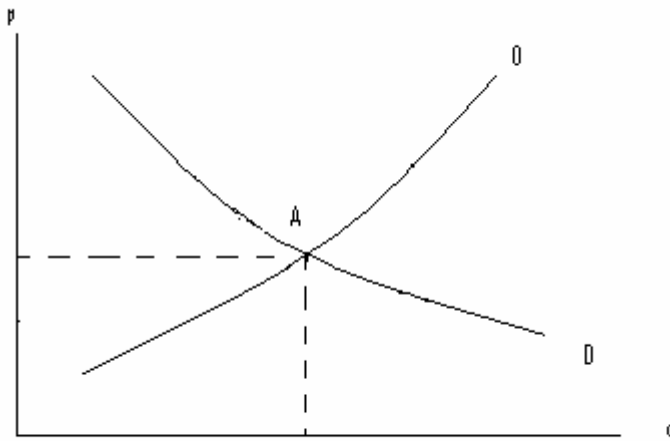
Dentro de los estudios realizados en la fase de preinversión, conocidos como parciales o de apoyo, *el Estudio de Mercado* es de gran importancia para la justificación del proyecto y por su alta incidencia en los resultados de la evaluación, tanto de forma directa como indirecta, representando por sí sólo una investigación económica de gran amplitud y complejidad

Al decidirse la evaluación del proyecto, este es el primer estudio de apoyo que se requiere realizar, pues como se señaló en el capítulo I, para tomar cualquier decisión de inversión, es preciso que exista una determinada necesidad del producto o servicio, y esta se expresará en una determinada demanda.

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ESTUDIO DE MERCADO

De forma muy sintética, el mercado se puede definir como el área donde convergen las fuerzas de la oferta, es decir, los productores, y la demanda, consumidores, para definir un precio de equilibrio o precio único, esto gráficamente se expresa como sigue:

**GRÁFICO 6**  
**CURVAS DE OFERTA Y DEMANDA, PRECIO DE EQUILIBRIO**



En este gráfico si se denomina  $q$ , al volumen de producción, representado en el eje de las abscisas, y se denota por  $p$ , a los precios, en el eje de las ordenadas, se observa que la curva  $D$  de demanda refleja el hecho de que en la medida que aumentan los precios disminuye la magnitud de la demanda. Sin embargo, al examinar la curva de oferta  $O$ , se produce un fenómeno contrario, en la medida que aumentan los

precios aumenta la oferta.

Al analizar las dos curvas en su conjunto, se aprecia que el precio estará determinado por el punto donde se cortan las curvas de oferta y demanda., es decir, corresponderá al punto A. De ser el precio inferior al de equilibrio, la cantidad ofrecida será inferior a la demandada, por lo que los consumidores ofrecerán un mayor precio hasta que se restaure el equilibrio entre oferta y demanda, algo similar pero en sentido contrario pasaría si el precio fuera superior al de equilibrio, pues la demanda será inferior a la oferta y los productores tendrán que reducir el precio hasta restaurar el equilibrio.

En las economías capitalistas el mercado constituye el instrumento esencial de asignación de recursos y de la elevación sistemática de la eficiencia de las empresas, mediante el accionar de la competencia.

La situación antes analizada corresponde al caso "de una competencia perfecta", representando un planteamiento teórico del mecanismo del mercado, pues en la práctica no se dejan funcionar libremente las fuerzas del mercado; debido a la existencia de monopolios, impuestos subsidios, racionamientos, etcétera. Es decir, la competencia perfecta es un planteamiento teórico, aunque útil en la práctica para comprender el mecanismo de funcionamiento del mercado.

En lo que se refiere específicamente a la demanda esta se puede definir como el volumen y la estructura de bienes y servicios requeridos en un determinado periodo de tiempo, en función de sus precios, en un mercado con un potencial de compras, esfuerzo comercial y situación político social dados.

Un componente muy importante del estudio de mercado es el análisis y proyección de la demanda, estudio este que además resulta esencial para la evaluación de un proyecto de inversión. Esto viene dado por el objetivo que se persigue cuando se efectúa un estudio de mercado con vista a realizar un proyecto de inversión, puesto que la demanda esta muy interrelacionada con los fines del proyecto, con la determinación de su tamaño, con el surtido de producción, con la localización y con los precios, brindando de hecho los elementos que sirven de base para determinar estos aspectos.

Precisando conceptos ¿Cual debe ser el objetivo básico de un proyecto de inversión? Evidentemente que el objetivo básico o primario de toda inversión es la producción de bienes y/o servicios destinados a *satisfacer una determinada necesidad* la que se expresa en una demanda dada. En otras palabras tiene que existir demanda del bien o servicio para que se justifique realizar una nueva inversión, incluso la demanda puede estar satisfecha y el proyecto estar destinado a desplazar a los productores existentes, por ofertar un bien o servicio de menor costo y/o mejor calidad.

En lo que se refiere al tamaño o capacidad de producción del proyecto, la demanda brinda los elementos primarios para su determinación, bien sea de bienes de consumo, de materias primas o de equipos, al permitir determinar la magnitud de

bienes y/o servicios adicionales a los existentes que serán requeridos durante la vida útil del proyecto, por ejemplo, si se quiere invertir en la industria del calzado, la demanda de calzado y su ritmo de crecimiento, definirán en gran medida el tamaño de la nueva industria de calzado que se proyecta construir.

De otra parte el estudio de la demanda a largo plazo, permite conocer el uso y destino de la producción a efectuar, continuando con el ejemplo del calzado, se definiría no solo que cantidad de calzado, sino los diferentes tipos requeridos, de trabajo, de vestir, masculino, femenino, etcétera., además no solo esto, sino también cuanto se demandará en cada región del país. Por ello, la demanda brinda algunos criterios claves para decidir tanto la capacidad y el surtido de producción, como la localización del nuevo proyecto.

Finalmente en lo que se refiere a los precios, se presentan varias situaciones, así se tiene que el nivel de la demanda variará según el precio, por lo que el estudio de esta última conlleva el de precios, es decir, para distintas opciones de precios habrán diferentes alternativas de demanda, existiendo una estrecha correlación entre la tendencia de los precios y de la demanda; de otra parte el análisis y proyección de los precios conjuntamente con la definición del tamaño y surtido de producción, permite el cálculo de los ingresos por la venta de los bienes y/o servicios que generará el proyecto durante su vida útil.

En los estudios o pronósticos de la demanda, existe toda una terminología cuyo significado es preciso diferenciar, tales como estudio de mercado, estudio de comercialización, análisis y proyección de la demanda, categorías de demanda, cuota de mercado del proyecto o demanda de marca para los bienes y/o servicios a producir por un proyecto en específico. Por ello, se requiere definir tales conceptos.

**Estudio de Mercado.-** Es el que comprende tanto el análisis y proyección de la demanda, como la estrategia de comercialización.

**Estudio de Comercialización.-** Es el conjunto de actividades relacionadas con el movimiento de bienes y servicios entre productores y usuarios, abarcando aspectos tales como: política de precios, canales de distribución, presentación del producto, técnicas de promoción, asesoría técnica en el empleo del producto o servicio postventa, publicidad.

El concepto de comercialización es bastante cercano al concepto en habla inglesa de marketing, aunque este último es más amplio, así la American Marketing Association lo definía como, el proceso de planificación y ejecución de la concepción, fijación de precios, comunicación y distribución de ideas, productos y servicios para crear intercambios que satisfagan a los individuos y a los objetivos de la organización. En este sentido el esfuerzo de marketing abarcaría el conjunto de esfuerzos comerciales dirigidos a un consumidor dado, en otras palabras el esfuerzo de venta de un producto a través de un canal de distribución, a un cierto nivel de precios y determinada acción



de promoción, mediante comunicación masiva o personal.<sup>4</sup>

En fin, el término marketing incluye una filosofía de producción<sup>5</sup>, sin embargo cuando se pasa a aspectos más concretos como el esfuerzo de marketing, se aprecia que este último es muy similar al concepto en lengua española de comercialización.

**Análisis y Proyección de la Demanda.-** Este se puede definir como el análisis y proyección del volumen y estructura de bienes y servicios requeridos en un determinado periodo de tiempo, en un mercado concreto en función de sus precios, población consumidora (familias y/o empresas), nivel de ingresos, esfuerzo comercial y situación político social dados. El mismo representa un estudio de mercado en que no se aborda en detalle la comercialización. Siendo precisamente el análisis y proyección de la demanda el objetivo fundamental a estudiar durante la etapa de los estudios de preinversión, pues resulta muy difícil profundizar en las particularidades de la estrategia de comercialización en estas etapas, requiriéndose solo precisar sus aspectos básicos, quedando estos estudios para la etapa de producción, en otras palabras la comercialización representa un estudio especializado y la estrategia puede variar durante la vida útil del proyecto.. No obstante, en situaciones tales como: bienes destinados a la exportación, cuando se trata de productos sustitutos o en los casos que se requiera hacer frente a una fuerte competencia, se requiere profundizar en la estrategia de comercialización tanto como sea racionalmente posible y previsible en esta etapa. Ante situaciones de esta naturaleza es recomendable valorar la asesoría de consultores especializadas en este tipo de estudio.

**Categorías de Demanda.** En lo que se refiere a categorías de demanda resulta de interés diferenciar la demanda potencial y la demanda efectiva:

- **Demanda potencial.** Es la cantidad de un bien o servicio que los consumidores estarían dispuestos a adquirir en función de su poder de compra, por tanto, el máximo que teóricamente podría ser adquirido de un bien o servicio en específico en un mercado y tiempo dados.
- **Demanda efectiva.** Esta se define generalmente como la cantidad de un bien o servicio que los consumidores adquirirían en función del nivel de precios en un mercado concreto y tiempo dado. No obstante, preferimos el concepto expresado anteriormente al definir la demanda, en que se explicita el esfuerzo comercial, el nivel de ingreso y las políticas gubernamentales, es decir, *definir la demanda efectiva como: el volumen y la estructura de bienes y servicios requeridos en un determinado periodo de tiempo, en función de sus precios, en un mercado con un potencial de compras, esfuerzo comercial y situación político social dados.*

Como se comprende existen diferencias entre la demanda potencial y la efectiva, siendo la magnitud de la primera en general superior, pues las mismas coinciden solo

---

<sup>4</sup>J.J. Lambin: La gestión de marketing de las empresas, ICE, Madrid, 1981

<sup>5</sup> P.Kotler y S. J. Levy: Broadening the concept of marketing, Journal of Marketing, 1969

en productos de bajos precios, forzosa adquisición y no sustituibles, tales como la sal.

Al profundizar en las características y dimensión de la demanda efectiva, se pone de manifiesto que este es un concepto agregado, desagregándose para un producto en concreto en demanda global, demanda de empresas, demanda de líneas de productos y demanda de marca, según el nivel de agregación con que se esté trabajando. También la demanda de un bien o servicio puede ser analizada según el tipo de consumidor, lo que conduciría a segmentar el mercado por niveles de ingresos, regiones geográficas, género, edades, etcétera. La demanda igualmente varía en el tiempo, calculándose para el corto, mediano y/o largo plazo.

Un proyecto de inversión puede estar destinado a la ampliación de una empresa existente o a la creación de una nueva empresa, por lo que el análisis y proyección de su demanda implicaría calcular aquella parte de la demanda global o cuota de mercado que le correspondería al mismo.

En este contexto se requiere realizar un balance demanda capacidad, en que de una parte se debe prever como evolucionará la demanda global, la que depende de cómo crecerá la demanda potencial, así como de otros factores tales como: política económica, tecnología, esfuerzo comercial del sector en su conjunto, precios, canales de distribución, publicidad. De otra parte se precisa proyectar la evolución de la oferta del producto en cuestión, es decir la competencia, para lo que es preciso considerar tanto las capacidades instaladas como el surgimiento de nuevos productores en el periodo proyectado.

La diferencia obtenida de este balance permita estimar cual sería la posible *cuota de mercado para* el proyecto, también conocida como demanda de marca, la que dependerá del esfuerzo comercial de la empresa en relación con el esfuerzo comercial global de las empresas del sector.

En general en este análisis se pueden dar varias situaciones:

a) Demanda global insatisfecha. Esta situación se presenta cuando la oferta proveniente de las capacidades existentes más la generada por el proyecto en estudio es igual o menor a la demanda global, justificándose la inversión desde el punto de vista de la demanda.

El que exista una demanda insatisfecha se puede determinar por varias vías, básicamente por niveles muy altos de precios en relación con los costos o la existencia de controles de precios y/o medidas de racionamiento.

También será de gran importancia considerar los pronósticos de crecimiento de la oferta y el consumo, tanto de bienes de consumo, como si el producto en cuestión es una materia prima o un equipo, en que será necesario determinar el incremento proyectado en los sectores consumidores.

b) Demanda por sustitución. En este caso la demanda global es igual a la oferta existente, no variando el tamaño del mercado. No obstante se justifica el proyecto por cuanto, este esta dirigido a sustituir producciones existentes.

Esta situación se presenta cuando el nuevo producto es más barato o de mayor calidad. Por lo que el proyecto estará dirigido a la introducción de mejoras tecnológías con vistas a la reducción de los costos, o porque se han producido cambios en los hábitos de consumo, por influencia de la moda, etcétera.

Otro aspecto importante a tomar en consideración en este análisis es el que la demanda se este satisfaciendo total o parcialmente mediante importaciones. En esta situación el proyecto estarla dirigido a la sustitución de importaciones. De tratarse de un proyecto dirigido a la sustitución de importaciones es aconsejable investigar la política de importación del país, pues muchas veces estas importaciones están restringidas, mediante cuotas de importación, aranceles insuficiencia de divisas, etcétera, por lo que la demanda podría ser muy superior a lo indicado por los volúmenes de importación que se han venido realizando.

c) Promoción de Exportaciones.- De otra parte, tanto en la variante de demanda insatisfecha como de la demanda por sustitución, existe la posibilidad de que el nuevo producto pueda ser exportado, demanda esta que es preciso considerar y añadir a la demanda interna, pudiéndose presentar el caso particular de que el objetivo fundamental de la nueva producción sea la exportación, en este caso tendríamos un proyecto destinado a la promoción de exportaciones.

En el caso de productos destinados a la exportación hay que tener presente, que el estudio de mercado ofrece complejidades adicionales, tales como definir los países a que va dirigido, las políticas de importación de estos países, aranceles, costo de transporte, fletes, especificaciones de calidad, uso y confiabilidad del producto, estrategia de comercialización y agentes de venta por medio de los cuales se distribuirá, etcétera.

d) Demanda global satisfecha y no existe alternativa de sustitución. En esta situación a diferencia de las anteriores no se justificarla el proyecto.

### **1.1- Componentes fundamentales del estudio de mercado para el proyecto**

A manera de síntesis el estudio de mercado para el proyecto debe abordar al menos los aspectos siguientes:

- Características del Mercado Consumidor
- Análisis Histórico de la Oferta y la Demanda
- Segmentación del Mercado
- Proyección de la Oferta y la Demanda

- Aspectos Básicos de la Estrategia de Comercialización: precios, canales de distribución, promoción, caracterización de la competencia.

Características del Mercado Consumidor.- Está dirigido a brindar los antecedentes básicos sobre el mercado del producto o servicio que se pretende investigar y las razones y objetivo del análisis y proyección de su demanda.

Análisis Histórico de la Oferta.- Este análisis se realiza para varios años, y parte de definir la estructura y comportamiento de la oferta en cuanto a productores nacionales e importación. Debe abarcar los principales productores, organización del mercado, volumen y estructura de producción, desarrollo tecnológico, red de distribución, ventajas competitivas.

Análisis Histórico de la demanda.- Al igual que la oferta se realiza para varios años. Implica analizar la series históricas de consumo, de no disponerse de información se podrá trabajar con el consumo aparente (producción más el saldo de las exportaciones e importaciones y el saldo de los inventarios inicial y final), teniendo presente que el objetivo es el análisis de la demanda efectiva y los factores que han influido en su comportamiento (población, ingresos, precios, sustitución de otros bienes, por ser insumo de otros productos) además deberá precisarse si el consumo ha estado restringido por regulaciones gubernamentales.

### Segmentación del Mercado

El producto o servicio analizado puede estar destinado a cubrir todo el mercado o un segmento del mismo. La segmentación del mercado consiste en su división en grupos homogéneos y puede ser muy variada, siendo las más generales, las de tipo geográfico (regiones, destino urbano o rural), demográfico (edad, género, nivel de ingreso, etcétera), comportamiento del consumidor, incluso por marcas, tipo de envases, etcétera; siempre y cuando sea un mercado de un tamaño mínimo que justifique el enfoque diferenciado. La diferenciación puede obedecer tanto al objetivo del proyecto, como a estrategias comerciales dirigidas a cubrir sectores de mercado que ofrecen oportunidades no explotadas

### Proyección de la Oferta y la Demanda

Tal como se discutió al inicio de este capítulo, el objetivo esencial que se persigue al estudiar el mercado es la proyección de la demanda, al constituir esta en primera instancia el elemento que justificaría evaluar la viabilidad del proyecto.

No obstante la proyección de la demanda conlleva también la proyección de la oferta, es decir se requiere la proyección de la demanda y la oferta global, a los efectos de poder realizar un balance demanda-capacidad que permita definir la posible cuota de mercado para el proyecto y su evolución futura según el nivel de penetración del mercado que se estime posible.

Para esta proyección se requerirá entre otros, los datos obtenidos de la segmentación del mercado y del análisis del comportamiento histórico de la oferta y la demanda, lo que permitirá proyectar la demanda a partir de los principales factores determinantes en su comportamiento y como podrán continuar influyendo en el futuro.

## **2. ASPECTOS BÁSICOS A CONSIDERAR EN LA ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN**

En la estrategia de comercialización concurren variables que dependen de la acción de la empresa y otras que son independientes de la influencia de la empresa, o donde esta influencia es muy limitada. Entre estas últimas destacan el comportamiento previsible de las variables demográficas, el ingreso nacional y los salarios, la política económica, la evolución de la oferta y el entorno competitivo en cuanto a desarrollo tecnológico, desarrollo de nuevos productos y de productos sustitutos. Estas son variables que es preciso pronosticar para el análisis y proyección de la demanda y por supuesto, de las que hay que partir para trazar la estrategia de comercialización.

En cuanto a las variables que dependen de la acción de la empresa y consecuentemente son básicas en la conformación de su estrategia de comercialización, destacan: precios, canal de distribución, servicios postventa, promoción, calidad, marca, envase, gestión de ventas.

Sobre estas variables, se requiere al menos definir su concepción general desde la etapa de evaluación del proyecto, con independencia de que estas tendrán que ser manejadas y ajustadas operativamente en la etapa de producción en consonancia con la evolución del entorno, competencia, comportamiento del consumidor, etcétera.

### **2.1. Precios**

Los precios constituyen una variable fundamental, dada su influencia sobre la demanda, por tanto los posibles ingresos por las ventas de los bienes o servicios provenientes del proyecto. Para su análisis y proyección se requiere partir de varios criterios, de una parte, a no ser que se trate de un nuevo producto, siempre se dispondrá de determinada información sobre los precios existentes en el mercado y su comportamiento histórico, que constituirán una referencia de mucho valor, incluso en muchas ocasiones existirán estudios o se podrán hacer algunas predicciones sobre la

evolución previsible de los mismos.

De otra parte, toda política de fijación de precios tiene que partir de los costos de producción previstos, pues la empresa debe no solo cubrir estos, sino además obtener cierto nivel de rentabilidad que le permita recuperar y remunerar el capital invertido y resarcirse del riesgo incurrido. En este contexto la empresa tendrá a fijar el mayor precio posible, a los efectos de maximizar su nivel de ingreso, no obstante aunque sea una empresa monopolista, generalmente existen regulaciones en los diferentes países que limitan el alza de los precios.

Estos razonamientos permiten establecer un cierto rango entre los cuales se pueden mover los precios, un mínimo definido por el costo de producción<sup>6</sup> y un máximo por las regulaciones gubernamentales, además la oferta proveniente del proyecto tendrá que enfrentarse a la competencia de las restantes empresas y pronosticar el precio en concordancia con sus costos y no superior al establecido por la oferta, excepto que sea una empresa monopólica. Por supuesto ya en las decisiones operativas en la etapa de producción del proyecto, la empresa podrá hacer uso de los precios para lograr una mayor penetración del mercado, buscando los puntos de equilibrios si sus costos de producción se lo permiten, incluso durante determinados periodos podría operar por debajo de sus costos de producción, no cubriendo parte de los costos fijos (los costos por depreciación).

No obstante, siempre es preciso analizar las particularidades de cada proyecto, para establecer las pautas más idóneas al calcular los precios, así por ejemplo, si el objetivo del proyecto es un producto nuevo, es más cómoda la posición de la empresa y el precio se proyectaría buscando maximizar la rentabilidad, pero no tan alto que estimule el surgimiento de competidores.

En muchas ocasiones, particularmente en los países subdesarrollados el proyecto obedece a la política de desarrollo del país y puede estar beneficiado por ciertas medidas proteccionistas, no obstante en estos casos el pronóstico de los precios debe tomar en cuenta las consideraciones anteriores y no ser excesivos en relación con el costo de importar el bien en cuestión, dadas las repercusiones que este pueda tener en el nivel de vida o el costo de otros productos que puedan utilizarlo como insumo.

A manera de conclusión, la experiencia indica que a pesar de su importancia teórica, *en la práctica el precio es una variable donde es limitada la capacidad de acción*, por tanto poco utilizada por los empresarios, pues un cambio en los mismos produce una reacción inmediata en la competencia, a diferencia de otras variables comerciales tales como calidad, publicidad, en que la reacción de la competencia es más lenta y no siempre más efectiva. Esto es particularmente cierto en mercados competitivos y menos en los productos industriales cuya producción esta organizada en forma monopólica.

---

<sup>6</sup> Realmente algo mayor al costo de producción en términos contables, pues este debe incluir al menos el costo de oportunidad del capital, ver capítulo 7, el umbral de rentabilidad económico.

## **2.2. Canales de distribución y servicios postventa**

La distribución abarca varias actividades, que incluyen, transporte, almacenamiento, puntos de distribución mayorista y minorista. En general según sea el bien de que se trate, serán las características del canal de distribución, sin embargo en la etapa de evaluación del proyecto lo más importante es definir si se establecerá una red de distribución propia, lo que requiere de inversiones, o si ésta se efectuará mediante contratos con intermediarios, es decir, mediante empresas mayoristas o minoristas previamente establecidas en el mercado.

Hoy en día la situación más general es la distribución por medio de grandes empresas mayoristas o el desarrollo de grandes cadenas de distribución minoristas, como sucede en algunos países con la distribución de alimentos, determinando que sean estos últimos los que imponen las condiciones a las cuales tienen que ajustarse los productores. En cualquiera de estas situaciones, no se presentan grandes complejidades en la etapa de evaluación del proyecto, en que solo será necesario definir los rasgos más generales de las formas de distribución, a diferencia de si se requiere establecer canales de distribución propios, en que las inversiones y costos pueden ser considerables y por tanto requieren de una cuidadosa selección y evaluación en esta etapa.

En muchas ramas, como la mecánica o bienes duraderos, tales como automóviles, televisores, refrigeradores, computadoras, fotocopadoras, lavadoras, etcétera, asume gran importancia la naturaleza y organización de los servicios postventa, que pueden incluir desde suministro de piezas y mantenimiento en la etapa de garantía, hasta redes de servicio que permitan la normal explotación de estos equipos durante su vida útil, tales como almacenes de ventas de piezas y repuestos y estaciones de servicio de mantenimiento y reparación.

## **2.3. Promoción**

La promoción constituye el conjunto de medidas dirigidas tanto a penetrar el mercado, como a mantener la cuota de mercado, destacando esencialmente la publicidad, que esta dirigida a enviar información hacia los consumidores con el objetivo de promover la adquisición de un bien o servicio dado.

También influye en la promoción del producto, los servicios de asesoramiento al cliente, servicio de postventa y la gestión de venta, al igual que los atributos del bien o servicio, en cuanto a marca, calidad, diseño, envase, pues en última instancia los resultados de la publicidad van a depender no solo de aspectos inherentes a la misma, tales como mensaje publicitario, presupuesto, medio de comunicación utilizado, sino también de los atributos del bien o servicio, que definen su competitividad, aceptación por los consumidores, sustitución de otros productos, y que en conclusión constituyen todos elementos sobre los cuales puede accionar la empresa en su estrategia de comercialización.

Estrategia de comercialización, que de ser exitosa se expresará en el grado de penetración a que podrá lograr el producto, consecuentemente en la cuota de mercado a que podrá aspirar.

## **2.4. Caracterización de la competencia**

Aunque la propia naturaleza del análisis y proyección de la demanda obliga a examinar tanto los principales factores del macroentorno como del microentorno que inciden en el proyecto, en muchos proyectos pudiera ser de utilidad en la etapa de evaluación del proyecto, realizar una breve caracterización del entorno competitivo<sup>7</sup>.

Aunque alguna de las variables analizadas en la estrategia de comercialización, pueden tener un impacto limitado o no tener vigencia para las particularidades internas de la economía cubana, hay que tener presente la utilidad e importancia de su análisis para bienes o servicios destinados a la exportación.

## **3. EXPLORACIÓN PREVIA Y RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES**

La caracterización del mercado consumidor, el análisis histórico de la oferta y la demanda y de las formas de comercialización, requieren iniciarse mediante un periodo de exploración previa, el que de hecho comprende la primera etapa del análisis y proyección de la demanda, esta exploración previa posibilita establecer las bases empíricas del estudio, al permitir conocer las variables mas importantes que afectan la cuantía de la demanda y los precios, así como su posible vigencia en el futuro (aranceles, racionamiento, evolución de los precios, tendencia de la industria, capacidades instaladas y su evolución, organización del mercado y su tendencia, etc.).

Estos elementos determinan los métodos a seguir para la elaboración y análisis de los antecedentes en una segunda etapa, a los efectos de la proyección de la demanda; entre los antecedentes a recopilar se destacan:

*Series estadísticas.*- Estas comprenden tanto las referidas al comportamiento macroeconómico, tales como: población, producto interno bruto, tasa de inflación, empleo y los pronósticos de su comportamiento futuro, como series de producción, importación, exportación, consumo, precios, referidas al producto o servicio objeto de estudio. Las mismas de ser posible deben comprender un periodo no menor de 10-15 años; esto permite detectar situaciones anormales que afectaron durante periodos relativamente cortos, si el fenómeno se repite periódicamente por características específicas de la industria, etcétera, es decir, el análisis de las tendencias de estas series y las causas de su variación. Dichas series de otra parte son necesarias para la elaboración de los modelos econométricos que pudieran ser requeridos para el análisis

---

<sup>7</sup> Ver Michael Porter: Estrategia Competitiva, CECSA, México, 1982 y Philip Kotler: Dirección de Marketing, Prentice Hall, Madrid, 1992



y proyección de la demanda.

*Uso y especificaciones del producto o servicio.-* Se refiere a toda aquella información relacionada con el surtido de producción, normas de calidad, hábitos de consumo, medio ambiente, exigencias legales y sanitarias, etcétera.

En general, según el destino del nuevo producto se presentan especificaciones muy concretas, no basta con definir la demanda de níquel, acero, etcétera, según su uso existirá un determinado segmento de mercado con especificaciones dadas, así por ejemplo para la producción de superaleaciones, cuproníqueles, etcétera., se requiere de níquel electrolítico, mientras que para la producción de aceros inoxidable es suficiente con otros surtidos de níquel menos elaborados, tales como sínter, óxido o ferroníquel; algo similar ocurre con otros productos, por ejemplo, en el caso del acero los diferentes perfiles y calidades, pues estos abarcan una amplia gama en función de su destino final.

En conclusión un análisis de esta naturaleza es fundamental para ayudar a definir el surtido de producción del proyecto y en este marco, el tipo de tecnología y equipos a utilizar, por cuanto estos aspectos dependen en medida importante de las especificaciones de los productos a elaborar.

Igualmente el surtido de producción final al tener que cumplir determinadas normas de calidad, influirá sobre el tipo de materias primas y/o tecnología a utilizar, así por ejemplo la calidad de la harina de pescado, será superior mientras mayor sea el contenido de proteínas y menor el de aceite, en el sínter de níquel, el contenido de cobalto no debe sobrepasar determinado por ciento, la calidad del acero estará muy relacionada con el contenido de carbono, etcétera.

Si el producto objeto de estudio es con destino a la exportación, puede ser de gran importancia disponer de información con relación a los hábitos de consumo, por ejemplo: en Europa las conservas de frutas, caramelos, etc., se demandan con un contenido de azúcar considerablemente inferior al requerido por el mercado cubano.

El conocimiento de las exigencias legales y sanitarias es de suma importancia en particular en la rama alimenticia, estas exigencias pueden variar según el país, e implican condiciones específicas de producción, las que incluso se expresan en determinadas inversiones, por ejemplo la exportación de carne de res congelada o refrigerada requiere que el matadero donde se realice el sacrificio y corte, cuente con determinadas condiciones en cuanto al enlozado de las paredes.

*Precios y costos actuales.-* Los antecedentes al respecto son de gran importancia para el análisis y proyección de la demanda, así como de los diferentes productos sustitutivos y las tendencias del mercado.

En un análisis de esta naturaleza puede presentarse variadas situaciones, por ejemplo, que los precios tengan una tendencia sistemática a la baja, esto obligarla al análisis de las causas y de no ser estas de tipo coyuntural pueden aconsejar la

posposición del proyecto.

Situación similar se presenta con los posibles productos sustitutivos, los cuales es preciso estudiar, ya que por ejemplo no tendría mucho sentido la construcción de una nueva industria destinada a la producción de fibras en base a henequén, cuando la tendencia mundial ha sido en las últimas décadas a la sustitución de fibras naturales por artificiales, dada la mayor resistencia, duración y menor costo de estas últimas. Sin embargo, la tendencia actual al uso de productos naturales y ecológicos, podría revertir muchas de estas tendencias, como por ejemplo la sustitución de fertilizantes químicos por fertilizantes naturales y biofertilizantes, los plagicidas por el control biológico, etcétera.

De gran utilidad resulta el conocimiento de los costos actuales de producción y sus principales componentes. Esta información permite el análisis comparativo con la nueva producción, tanto si el producto es destinado al mercado interno como a la exportación, en este último caso se refiere al estimado del costo de producción de otros productores. Estos elementos como se emprende ayudarán a conocer las posibilidades competitivas del producto que se está estudiando.

*Destino de la producción o tipo de usuario.-* El universo de productos industriales puede ser dividido en dos grupos según su destino, bienes de consumo y bienes industriales. Estos últimos a su vez se estructuran en productos intermedios y bienes de equipo o medios básicos; en el caso de los bienes de consumo el mayor usuario es la población, en los bienes industriales, los diferentes sectores y ramas de la economía.

| Tipo de Bien                                 | Características                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Artículos de consumo</b>                  | Su consumo es necesario pero no productivo. Pueden aparecer como bienes indispensables y bienes de uso duradero. Su valor se elimina con su realización                                                            |
| <b>Productos Intermedios</b>                 | Su consumo genera otros bienes o medios, es decir, es un consumo productivo. Su valor de uso se destruye en el proceso productivo. Su valor se transfiere íntegramente al nuevo producto. Su consumo es productivo |
| <b>Bienes de Equipo<br/>o Medios Básicos</b> | Su valor de uso permanece inalterable. Su valor se transfiere por partes al producto, dando lugar al concepto de depreciación. Su consumo es productivo.                                                           |

Esta distinción de los diferentes tipos de bienes es fundamental en el estudio de mercado, pues en correspondencia con sus diferentes características, a cada uno de ellos le corresponde, en general, métodos de análisis y proyección diferentes.

*Política económica.-* Una apreciación clara de las características económicas del país y su política económica es vital en la valoración general del proyecto al momento de efectuar el análisis y proyección de la demanda. Al respecto es preciso valorar la influencia de factores del siguiente tipo:

- Criterios en cuanto a fijación de precios
- Política en cuanto al consumo de los grupos de menores ingresos; con la consecuente regulación del mercado.
- Criterios en cuanto a productos perjudiciales a la salud y política de precios al respecto.
- Disponibilidad de divisas.
- Racionamiento de determinados productos, etcétera

A manera de ejemplo aquellos proyectos con grandes insumos importadas tienen que ser estudiados muy cuidadosamente; la necesidad de valorar adecuadamente la incidencia que sobre la demanda tiene la política de mantener congelados los precios de muchos productos, los convenios, procesos de integración y relaciones económicas preferenciales con determinadas áreas y países, etcétera.

Los aspectos relacionados con la política económica abarcan no solo la interna, sino también la de otros países; si el producto es destinado a la exportación, la política arancelaria del Mercado Común Europeo, puede aconsejar desistir de un proyecto, cuyo mercado fundamental se concentra en esta área.

*Factor Incertidumbre.-* Toda proyección, al pronosticar un comportamiento futuro, esta sujeta a cierto grado de incertidumbre.

En la proyección de la demanda se presenta incertidumbre en cuanto a factores tales como:

- Calidad de los datos históricos utilizados
- Evolución de los precios
- Evolución de los ingresos
- Limitaciones de los métodos estadísticos utilizados
- Evolución o surgimiento de productos sustitutivos
- Coyuntura internacional, etcétera.

Es por este motivo, que este factor debe ser tomado en consideración, a tal efecto en el capítulo VII se estudian los métodos comúnmente utilizados para el análisis del riesgo y la incertidumbre en la evaluación de los proyectos de inversión.

*Otros factores.-* Estos dependerán de las características del proyecto, por ejemplo si el producto esta destinado a la exportación es de gran importancia el obtener antecedentes sobre la organización del mercado, si es concurrencial, oligopólico,

oligopolio de tipo monopolista ó oligopolio con tendencia concurrencial, etcétera.

Algo similar sucede con los métodos de comercialización utilizados, canales de distribución, servicios de reparación, asesoría técnica, técnicas de promoción, restricciones arancelarias, etcétera.

Técnicas para la Recopilación de Antecedentes.- El análisis y la proyección de la demanda como cualquier otro tipo de investigación económica requiere tener en cuenta determinados principios metodológicos.

En este caso, el primer paso es efectuar la exploración previa antes explicada, teniendo presente que esta solo requiere de un breve periodo de tiempo, consistiendo su objetivo en suministrar una idea general del problema objeto de estudio, no debiendo por tanto, pretender agotar ninguno de los aspectos del problema, consistiendo en general, en trabajos de oficina a partir de informes y publicaciones existentes e investigaciones preliminares de carácter no sistemático.

Esta fase implica conocer las variables fundamentales que caracterizan el objeto de estudio, a los efectos de precisar sus objetivos con la mayor exactitud posible, determinar los datos requeridos, evaluar la importancia y factibilidad del trabajo a realizar, delimitar su contenido, determinar los recursos necesarios y crear el grupo de trabajo capaz de darle solución.

En cuanto a las fuentes y métodos de obtener información, los más comunes son:

- Anuarios estadísticos nacionales e internacionales.
- Los registros de contabilidad y estadísticas.
- Los informes técnicos y la bibliografía en general.
- Las entrevistas.
- Las encuestas
- El muestreo.
- La experimentación.
- La simulación

.Posterior a la exploración previa existen las etapas de elaboración del plan de trabajo, realización de la investigación y elaboración del informe.

Al respecto, el conocimiento de la metodología de la investigación económica y la experiencia de los investigadores, serán de gran utilidad, tanto para el análisis y proyección de la demanda, como para la elaboración de los restantes estudios de apoyo que requiera la evaluación de un proyecto de inversión.

## **4. ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ARTÍCULOS DE CONSUMO**

En el marco más general, la renta e ingreso nacional se divide según su destino en: consumo y acumulación, constituyendo el fondo de consumo precisamente la parte del ingreso nacional destinado a la satisfacción de las necesidades de la población. El fondo de consumo se divide a su vez en consumo social y consumo personal.

El consumo social se caracteriza por no mediar acto de pago; la demanda puede proyectarse sin categorías típicas del mercado. El consumo personal por el contrario se caracteriza por mediar el acto de pago para la adquisición del producto o servicio; la demanda puede ser proyectada con categorías típicas del mercado

En lo que se refiere al consumo social, servicios brindados por el estado en cuanto a: seguridad social, salud pública, educación, etcétera., la demanda no se expresa a través del mercado de forma convencional, sin embargo resulta necesario su conocimiento para determinar el posible nivel de satisfacción. En este sentido se requiere de determinadas evaluaciones, pues insumen recursos escasos cuya utilización es competitiva con otras necesidades.

Para el análisis y proyección de la demanda de estos servicios, se usan, en general, índices tales como: número de camas de hospital por cada mil habitantes, número de maestros por niños en edad escolar, número de habitantes por médico, etcétera. Estos indicadores correlacionados con el ingreso nacional per cápita y mediante comparaciones internacionales permite cuantificar estas necesidades, sin embargo, en las mismas tiene gran incidencia la política económica y social del país, pues esta puede introducir importantes variaciones, así por ejemplo en el caso de la economía cubana, los niveles de satisfacción de las necesidades de educación y salud son muy superiores a las de países de igual ingreso per cápita, siendo comparables en muchos casos a los de países desarrollados.

Finalmente, como criterio económico en estos casos, se sigue el de seleccionar aquellas variantes que permitan un adecuado nivel de satisfacción de las necesidades con el mínimo de costos. No obstante, es preciso tener presente que en muchos países, necesidades sociales como salud educación y seguridad social, no son satisfechas por el estado o lo son parcialmente, por lo que se constituyen en un servicio más satisfacer por medio del mercado y por tanto forman parte del consumo personal.

Con respecto al consumo personal dada las características del análisis y proyección de la demanda de los bienes que lo componen, se examinarán con mayor detalle y profundidad los diferentes métodos utilizados.

### **4.1. Los Métodos de elasticidad precio y elasticidad ingreso**

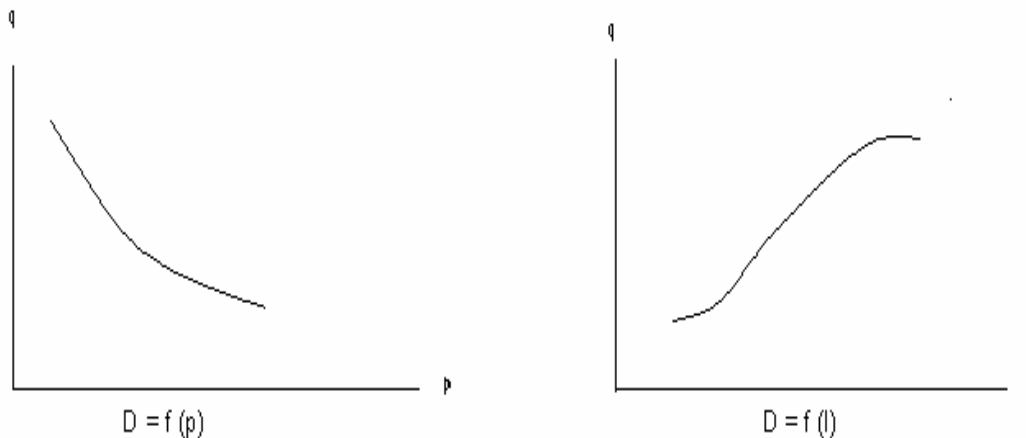
Los factores fundamentales que inciden en la demanda de artículos de consumo, son

los precios y el nivel de ingreso de la población, esto se expresa en las funciones:

$D = f(p)$ , demanda en función del precio y  $D = f(I)$ , demanda en función del ingreso.

Estas funciones representadas gráficamente dan lugar a las curvas siguientes:

**GRÁFICO 7**  
**DEMANDA EN FUNCIÓN DEL PRECIO Y DEMANDA EN FUNCIÓN DEL INGRESO**



En el gráfico de la función  $D = f(p)$ , en que las cantidades demandadas están situadas en el eje de las ordenadas y los diferentes niveles de precios en el eje de las abscisas, como se puede apreciar, la demanda varía con los precios y según aumentan estos, disminuye el volumen de la demanda o viceversa según disminuyen los precios aumenta la demanda.

En cuanto al gráfico de la función  $D = f(I)$ , su diferencia con relación al gráfico anterior es que considera en el eje de las abscisas el ingreso nacional por habitante. En este gráfico se observa que a medida que crece el ingreso por habitante crece la demanda, no obstante, la curva toma una forma especial, denotando un crecimiento más rápido de la demanda al crecer los ingresos desde los niveles mas bajos y posteriormente un crecimiento más lento en la medida que se logran niveles de ingreso más altos.

En otras palabras tiende a ser menor el crecimiento de la demanda a partir de ciertos niveles de ingresos, esto obedece a que las necesidades del bien en cuestión, en general se van saturando.

Es necesario subrayar que estas funciones no pueden considerarse como puras, pues cada una parte del supuesto de la constancia de la otra, pues la demanda esta en

general sujeta a la influencia simultánea de los precios y los ingresos; el consumidor tiende a pagar mayor precio cuando su ingreso aumenta y viceversa; posteriormente se examinarán los métodos que toman en consideración estas influencias.

Ahora bien, la demanda no depende solamente de factores cuantitativos, influyendo también otros factores que es preciso tomar en consideración, entre estos es de señalar:

El progreso científico-técnico. El progreso científico-técnico influye de forma sistemática sobre la demanda, pues constantemente están surgiendo nuevos productos que modifican la cuantía y estructura de la misma, productos tales como computadoras personales, videos, teléfonos celulares, hornos de microondas, etcétera., eran desconocidos hace solo algunos años.

Cambios en los hábitos de consumo de la población. En general los mismos obedecen al aumento del nivel de ingresos, desarrollo cultural y al propio progreso científico-técnico antes señalado. Al aumentar los ingresos, este mayor nivel de vida, tiene diferentes manifestaciones en la demanda, entre otras, que la población tiende al consumo de productos de superior calidad, digamos que reduce la demanda de algunos productos, para solicitar en mayor medida otros, como más frutas y menos grasas, menos pan y más leche y carne; en igual sentido influye el nivel cultural, se conocen mejor las propiedades de los diferentes alimentos, se modifica el sentido estético en cuanto al vestir, son otros los requerimientos de artículos para el hogar. El progreso científico-técnico influye igualmente pues posibilita el surgimiento de productos que sustituyen a los existentes, por ejemplo las prendas de vestir a partir de tejidos con cierta proporción de fibras sintéticas en sustitución del algodón.

Distribución geográfica de la población. Es necesario señalar que el desarrollo de un país, esta correlacionado con determinadas transformaciones demográficas, entre otras, el proceso de industrialización determina el incremento de la población urbana al incrementar la demanda de obreros industriales, esto desde el punto de vista demográfico se expresa en la migración de las áreas rurales hacia las áreas urbanas, transformándose la estructura de la población en lo que se refiere al porcentaje de la población que vive en las ciudades y los que viven en áreas rurales.

Como producto de las diferencias de los hábitos de consumo entre la ciudad y las áreas rurales, no es igual la estructura del consumo entre estos dos grandes grupos poblacionales, lo que trae por resultado que con la migración del campo a la ciudad se presenten cambios en la demanda de determinados productos.

Esta segmentación, aunque difícil, es necesario al menos tomarla en consideración a los efectos de al menos su valoración aproximada y establecer algunos márgenes de error al definir la magnitud de la demanda.

## 4.2. La Elasticidad de la demanda

Dada la influencia de los precios y los ingresos de la población sobre la cuantía de la demanda de artículos de consumo, la elasticidad es un factor importante al analizar y proyectar la demanda, dando lugar al uso de los métodos conocidos como de elasticidad precio y elasticidad ingreso de la demanda.

La elasticidad se define comúnmente como la expresión cuantitativa de la relación entre el cambio relativo en las cantidades demandada y los cambios relativos en los ingresos o los precios, es decir:

$$\text{Elasticidad} = \frac{\text{Cambio relativo en la cantidad demandada}}{\text{Cambio relativo en el precio o ingreso}}$$

En la práctica cuando los cambios en la demanda y en los ingresos o precios son pequeños (hasta un 3-4%) se suele obtener el coeficiente de elasticidad utilizando por cientos.

$$\text{Elasticidad} = \frac{\text{Porcentaje de variación en la cantidad demandada}}{\text{Porcentaje de variación en el precio o ingreso}}$$

Se deduce de esta expresión que la elasticidad nos expresa precisamente la velocidad con que varía la demanda con relación a los cambios que se producen en los precios ingresos.

Si por ejemplo al hallar la elasticidad-precio de un artículo el resultado obtenido es -2, esto significará que al subir los precios del producto en cuestión en el 1%, la demanda disminuirá en el 2% y al bajar los precios en 1% la demanda se incrementará en un 2%, pues en general la demanda disminuye con el aumento de los precios y aumenta al disminuir estos.

El mismo principio es válido para el ingreso pero en sentido contrario, pues la demanda en general se eleva cuando crece el ingreso, representando un coeficiente de elasticidad ingreso igual a 2, que si los ingresos aumentan en 1% la demanda aumentará en un 2% o si disminuyen estos en 1% que la demanda disminuirá en el 2%.

Por ejemplo, considere que se está analizando la elasticidad.-ingreso de los refrigeradores domésticos, y que manteniéndose los precios constantes se presenta la siguiente situación:



| Período        | Cantidad de Refrigeradores por cada 10000 habitantes | ingreso Percápita |
|----------------|------------------------------------------------------|-------------------|
| t <sub>0</sub> | 500                                                  | \$600             |
| t <sub>1</sub> | 520                                                  | \$612             |

En este caso la demanda se incrementa en 20 refrigeradores por cada 10 000 habitantes, (520-500) es decir en el 4% (20/500) al aumentar en 12 pesos el ingreso percápita (\$612-600) ó sea un 2% (12/600). La elasticidad-ingreso de este producto será entonces igual a 2, pues

$$E = 4\%/2\% = 2.$$

Por tanto cada 1% de incremento del ingreso percápita repercutirá en un aumento del 2% de la demanda de refrigeradores.

Este cálculo también puede efectuarse de forma más directa; si se denota D como demanda ó I como ingresos percápita, el coeficiente elasticidad E será:

$$E = \frac{D_1 - D_0}{I_1 - I_0} * \frac{I_0}{D_0}$$

$$E = \frac{520 - 500}{612 - 600} * \frac{600}{500}$$

$$E = \frac{20}{12} * \frac{600}{500}$$

$$E = \frac{12000}{6000}$$

$$E = 2$$

Igual procedimiento se sigue para la elasticidad-precio, por ejemplo, hallar la elasticidad precio del azúcar, considerando los ingresos constantes a partir de los

datos siguientes:

| Período        | Cantidad demandada           | Precio relativo |
|----------------|------------------------------|-----------------|
| t <sub>0</sub> | 80 libras per cápita por año | 100             |
| t <sub>1</sub> | 79 libras per cápita por año | 103             |

En esta situación la demanda disminuye en una libra per cápita (1,25%) mientras los precios aumentan en el 3%, representando un coeficiente de elasticidad precio de -0,42 (-1,25% / 3).

$$E = \frac{D_1 - D_0}{P_1 - P_0} * \frac{P_0}{D_0}$$

$$E = \frac{79 - 80}{103 - 100} * \frac{100}{80}$$

$$E = \frac{-1}{3} * \frac{100}{80}$$

$$E = \frac{100}{240}$$

$$E = -0,42$$

El significado económico de este resultado es que por cada 1% de crecimiento en los precios la demanda disminuye en 0,42%.

El método aplicado para hallar la elasticidad en ambos casos es el conocido como el de los porcentajes, siendo el método de uso más común.

En general el coeficiente de elasticidad será negativo cuando se trate de precios y positivo para los ingresos, pues el crecimiento de la demanda es inversamente proporcional al de los precios y directamente proporcional al de los ingresos.

Finalmente, de acuerdo con lo apuntado anteriormente existen los productos sustituibles, como por ejemplo, carne de res y cerdo, en que la variación del precio de uno puede influir en la demanda del otro, esto da lugar a un tercer coeficiente conocido

como la elasticidad cruzada de la demanda en relación con los precios. Así por ejemplo si llamamos  $d$  a la demanda de carne de res y  $P$  al precio de la carne de cerdo, la elasticidad precio cruzada sería:

$$E = \frac{d_1 - d_0}{P_1 - P_0} * \frac{P_0}{d_0}$$

Al usar la elasticidad precio e ingreso para el pronóstico de la demanda se requiere tener presente que estos coeficientes no son estáticos, variando en el tiempo y para diferentes niveles de ingresos y precios, por tanto si se están realizando pronósticos de demanda a mediano o largo plazo, se requiere pronosticar también como evolucionarían estos coeficientes, a partir de calcular coeficientes de elasticidad para diferentes tramos de ingreso y como evolucionará la estructura de la población al respecto, comparaciones internacionales y criterios de expertos. También tener presente que la variación de los ingresos se debe referir a ingresos per cápita.

### 4.3. Significado económico de la magnitud del coeficiente de elasticidad

La magnitud del coeficiente de elasticidad tiene determinado significado económico el que viene dado por las características del bien objeto de análisis.

Características de la demanda en función del valor del coeficiente de elasticidad

| Coeficiente de Elasticidad | Tipo de Variación      | Características de la Demanda |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| $E > 1$                    | Más que proporcional   | Elástica                      |
| $E = 1$                    | Igual proporción       | Rígida o unitaria             |
| $E < 1$                    | Menos que proporcional | Inelástica                    |

En otras palabras, cuando el coeficiente de elasticidad es mayor que uno <sup>8</sup> esto quiere decir que la demanda varía más que proporcionalmente ante un cambio en los precios o los ingresos; en este caso un coeficiente de elasticidad de 1,5 significa que la demanda es elástica para el producto en cuestión, pues por cada 1% de crecimiento del ingreso la demanda crecerá en un 1,5%, igualmente lo inverso, que ante un decrecimiento del 1 en los ingresos la demanda disminuirá en un 1,5%.

Algo similar ocurrirla con los precios, en este caso un coeficiente de elasticidad de - 1,5 indica que ante un crecimiento del 1% en los precios la demanda disminuye en 1,5% o ante una disminución del 1% en los precios la demanda aumenta en 1,5%; es decir, es una demanda elástica con relación a los precios.

La demanda rígida o unitaria es la que varía en igual proporción, por lo que cada

<sup>8</sup> Se hace abstracción de los signos, pues como se recuerda indican que la variación es proporcional en el caso de los ingresos e inversamente proporcional en el caso de los precios

1% de variación en los precios e ingresos, implica que la demanda variará igualmente en el 1%.

Finalmente una demanda es inelástica cuando su variación es menor que proporcional a la de los precios o ingresos, así por ejemplo, si la elasticidad ingreso de un producto es 0,5; este coeficiente expresa que por cada 1% de crecimiento del ingreso la demanda crece en solo 0,5%.

En general tienen una demanda elástica los productos típicos de un alto nivel de vida, conocidos comúnmente en la literatura especializada como bienes superiores, en este caso clasifican los artículos duraderos (televisores, aire acondicionado, automóviles) y bienes de consumo alimenticio tales como la carne y la leche, derivados lácteos, etcétera.

Así por ejemplo si se toma el caso de la carne, el consumidor en la medida que incrementa sus ingresos tiende a gastar en este producto una cantidad superior a dicho incremento, pues sustituye parte del consumo de otros productos (arroz, frijoles, pan) por el de carne.

Un fenómeno por el estilo se produce con los precios, pues estos productos son muy sensibles a la variación de los precios, por ejemplo si estos aumentan, la necesidad de garantizar el consumo de alimentos básicos tales como: pan, arroz, maíz, determinará que el consumo de los llamados bienes superiores sea restringido rápidamente. También tienen comúnmente una alta elasticidad-precio los productos sustituibles, pues ante el aumento de su precio son rápidamente reemplazados o viceversa.

Como productos de demanda rígida o unitaria se caracterizan los artículos de vestir. Aunque por supuesto en todo el análisis que se viene realizando se parte del hecho de que el mercado este estabilizado en cuanto al abastecimiento de los diferentes productos, tanto en cantidad como calidad, pues en lo que se refiere a bienes de consumo, el factor psicológico, modas, etcétera, juega un papel importante, que es preciso valorar en el caso de racionamiento u otras situaciones anormales.

La demanda inelástica es característica de los bienes imprescindibles, básicamente los artículos, de amplio consumo (pan, arroz, maíz, papas, frijoles) en estos casos la demanda no disminuye sensiblemente ante un aumento de los precios, tendiéndose en general a sustituir otros bienes (artículos duraderos, vestidos, etc.), para garantizar el consumo de estos últimos, pues son vitales para garantizar la propia existencia. De otra parte la reacción ante una disminución de precios tampoco debe ser considerable (si en el país existe un nivel de vida que garantice al menos las necesidades mínimas) pues la demanda de estos productos esta restringida por factores naturales.

El coeficiente de elasticidad-precio estará por tanto en dependencia del grado de indispensabilidad del producto, siendo distinto para países o grupos de consumidores dentro de un país con diferentes niveles de ingresos.

En lo que se refiere al ingreso se presenta una situación similar a la disminución del precio en cuanto a los bienes indispensables, es decir su demanda no aumenta considerablemente al aumentar el ingreso, más bien es preciso considerar adicionalmente, que en la medida que continúan aumentando los ingresos la demanda de muchos de estos productos tiende a disminuir, pues son sustituidos por los llamados bienes superiores, carnes y sus derivados, productos lácteos, pescado, etcétera., los cuales son consumidos en mayores proporciones. En este marco el grado de indispensabilidad de un bien, cambia en la medida que es más alto el ingreso.

#### **4.4. Proyección de la demanda empleando los coeficientes de elasticidad.**

El proyectar la demanda en base a la elasticidad-precio o a la elasticidad-ingreso como métodos independientes, no ofrece grandes complejidades, como se aprecia a continuación:

##### Ejemplo de cálculo de la demanda utilizando el coeficiente de elasticidad – ingreso.

Proyectar la demanda de leche para el próximo año conociendo que el coeficiente de elasticidad ingreso es 1,5, el crecimiento del ingreso por habitante será del 4% anual, el crecimiento de la población del 1% anual, y el consumo de leche en el año base, fue 2 millones de toneladas.

##### Solución

Incremento de la Demanda =  $(4\% \times 1,5) + 1\% = 7\%$

Para proyectar la Demanda se puede utilizar la fórmula:

$$C_n = C_o \cdot (1 + x\%)^n$$

Donde:

$C_n$  = Demanda año proyectado

$C_o$  = Demanda año base

$x\%$  = tasa de crecimiento

$n$  = número de años

Por tanto:  $C_n = 2\text{millones} \cdot (1 + 7\%)^1$

Demanda total proyectada =  $2 \text{ millones} \times 1,07 = 2,14 \text{ millones de TM.}$

Un procedimiento similar se sigue en el caso de los precios, como se demuestra en el siguiente ejemplo:

### Ejemplo de cálculo de la demanda utilizando el coeficiente de elasticidad –precio.

Debido a que en determinada época del año declina la producción de huevos por factores naturales, se determina aumentar los precios de los mismos a los efectos de mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda. Si la elasticidad precio de este producto es 1,6, el incremento de los precios del 3%, la población de 10 millones de habitantes y el consumo per cápita de 180 huevos anuales, ¿en que cantidad disminuirá la demanda mensual de huevos?

#### Solución

Demanda total actual por año =  $10\,000\,000 \times 180 = 1\,800$  millones de huevos

Disminución del consumo per cápita =  $(3 \times 1,6) 180 = 4,8\% \times 180 = 8,64$  huevos

Nueva demanda anual  $(180 - 8,64) 10$  millones = 1713,6 millones de huevos

Reducción mensual de la demanda =  $(1\,800 \text{ millones} - 1713,6 \text{ millones}) / 12 = 7,2$  millones de huevos.

El resultado es que se reduce la demanda en 7,2 millones de huevos mensualmente, lo que teóricamente es suficiente para equilibrar la misma con la oferta. No obstante es interesante hacer notar que aquí puede surgir un nuevo problema este se refiere al equilibrio financiero del mercado.

Esta última situación es debida al hecho, que a pesar de incrementarse los precios, se producirá una disminución de las ventas por este concepto, consecuentemente aumentará el efectivo en poder de la población, debido a que la demanda de este producto es elástica, por ejemplo si el precio del huevo antes del aumento de precio era de 10 centavos y en las nuevas condiciones era de 10,3 cts.; la disminución en las ventas a la población representará anualmente:

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| 1800,0 millones x \$0,10  | = 180,0 millones |
| 1713,6 millones x \$0,103 | = 176,5 millones |
| Diferencia                | = 3,5 millones   |

Esta situación según su importancia podrá ser balanceada por diferentes vías, incremento del ahorro de la población, incremento la oferta de otros productos, disminución de los precios de productos con elasticidad ingreso similar a la del huevo, etcétera.

#### **4.5. Algunas consideraciones en cuanto a la proyección de la demanda en base a la elasticidad precio y la elasticidad ingreso.**

La dificultad en el empleo de estos métodos, como se apuntó anteriormente, estriba en que la demanda esta sujeta a la influencia simultánea de ambos factores.

Ante esta situación es precisa efectuar un análisis casuístico, pues existen varios procedimientos a seguir según sean las características del producto:

a) Si el producto tiene una alta elasticidad ingreso, las variaciones de precio, no deben en general introducir modificaciones significativas. El consumidor estará dispuesto a pagar un mayor precio en la medida que se incrementan sus ingresos, en un producto que es de su interés y no sustituible, como por ejemplo refrigeradores, televisores, etc., por tanto, podría no disminuir su demanda aunque se produzcan aumentos de precios, lo que haría factible proyectar la misma en función de los ingresos.

b) Que el producto sea muy inelástico al precio. Esto repercutirá en que la demanda variará poco aunque existan variaciones de precio, pudiéndose en este caso, al igual que en el anterior, proyectar, en base al ingreso, digamos por ejemplo, la leche a un determinado nivel de ingreso (nivel de vida) de la población.

c) Seleccionar la información histórica que sirve de base a la proyección, tomando periodos de tiempo en que existieron variaciones de ingreso pero no de precios, para proyectar en base al ingreso, variaciones de precios pero no de ingresos para proyectar en base a los precios.

De esta forma se eliminarían las influencias recíprocas, pues el coeficiente de elasticidad obtenido estaría basado en la constancia de una de las variables.

d) Casos de productos en que exista limitación de la oferta. Esto implica que aunque aumenta el ingreso no crece el consumo, no pudiéndose derivar coeficientes de elasticidad. La solución en este caso es emplear el *método del presupuesto de los consumidores*, este es uno de los métodos más precisos para proyectar la demanda en función del ingreso, así como eliminar, tanto la influencia de la limitación de la oferta como de la variación de los precios.

Este método consiste en la realización de una encuesta entre familias de diferentes tramos de ingreso, mediante una muestra representativa.

De esta forma es posible obtener datos de consumos per cápita para diferentes niveles de ingreso, permitiendo esto calcular coeficientes de elasticidad por tramos o rangos de ingreso. Conocido como evolucionará el ingreso de los diferentes tramos es posible obtener una proyección bastante precisa por esta vía, en que se determinaría el volumen de consumo de cada grupo y mediante su sumatoria el consumo proyectado para el total de la población.

## 4.6 Método normativo

Para la estimación de la demanda de bienes de consumo, se utiliza comúnmente el método normativo, el que está basado en la determinación de normas de consumo per cápita para los diferentes productos.

El cálculo de las normas de consumo parte de diferentes criterios, tales como datos históricos de consumo por habitante, hábitos de consumo, patrones dietéticos de consumo, normas de consumo internacionales.

En particular es el método utilizado para el análisis y proyección de la demanda de los bienes destinados al consumo social y en general, este método es bastante utilizado en la planificación a corto y mediano plazo, en que se analiza el consumo per cápita existente para los diferentes bienes de consumo y se fijan los niveles que se desean obtener, al final del periodo.

La validez de este método depende del grado de fundamentación de las normas utilizadas; distinguiéndose a los efectos de su empleo tres tipos de bienes de consumo: alimenticio, de uso personal y bienes duraderos

La fundamentación de las normas para los bienes de consumo alimenticio, parte de datos históricos de consumo por tramos de ingreso; también cuando se emplean en planificación, pudieran partir del criterio de obtener tal balance y crecimiento de los mismos, que permita lograr alcanzar determinados niveles de consumo de proteínas y calorías por habitante. En este último caso se toman en consideración criterios dietéticos científicamente fundamentados desde el punto de vista médico, los tipos de productos de que se dispondrá para su distribución a la población, la política de precios, impuestos (particularmente en productos que se quiera limitar su consumo), subsidios (si se requirieran en el caso de algunos productos básicos) y el balance de ingresos y gastos de la población.

Esto significa que las normas de consumo, de utilizarse este método, se establecen en general para un conjunto de productos, por ejemplo:

| Consumo Percápita de Alimentos.<br>(Kilogramos por año) |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| Grupo de Alimentos                                      | Kilogramos |
| Cereales                                                | 105        |
| Carne                                                   | 30         |
| Pescado                                                 | 25         |
| Leche y derivados                                       | 180        |
| Huevos (unidades)                                       | 200        |
| Aceite vegetal                                          | 18         |
| Frutas y vegetales                                      | 120        |
| Tubérculos                                              | 100        |

El consumo total para un producto en específico se calculará tomando en



consideración la población proyectada, por ejemplo calcular el consumo total de huevos para el próximo año, si la población para dicho año se estima en 12 millones de habitantes.

$$12 \text{ millones} * 200 = 2400 \text{ millones de huevos}$$

En el caso de los bienes de consumo personal, se calcula el consumo anual por habitante de prendas de vestir, calzado, etcétera, por edad, sexo, etcétera. Algo similar se realiza con los artículos de consumo duradero, aunque para estos generalmente se determinan las necesidades por familia, por ejemplo pasar de una disponibilidad de 70 televisores por cada 100 familias en el año  $x_0$  a 85 en el año  $X_t$ .

En este caso, como se observa, son bienes de uso duradero de un valor unitario relativamente importante y con una duración de varios años, siendo necesario a los efectos de cuantificar su demanda, tomar en consideración los equipos existentes en poder de la población y la reposición de los que llegan al final de su vida útil.

Así por ejemplo, si en el año 20X0 el país tiene 3 millones de familias y la existencia de televisores es de 70 por cada 100 familias, la proyección de la demanda para 20Xt, considerando que se contará con 3,1 millones de familias, una disponibilidad de 85 televisores por cada 100 familias y que es preciso reponer el 20% de los televisores existentes en 20X0 porque llegarán al final de su vida útil, se calculará como sigue:

$$\text{Año } 20X0 = \frac{3 \text{ millones} \times 70}{100} = 2,1 \text{ millones de televisores}$$

$$\text{Año } 20Xt = \frac{3,1 \text{ millones} \times 85}{100} = 2,635 \text{ millones de televisores}$$

$$\text{Reposición} = 20\% \text{ de } 2,1 \text{ millones de televisores} = 0,42 \text{ millones de televisores}^9$$

$$\text{Demanda Año } 20Xt = 2,635 + 0,420 = 3,055 \text{ millones de televisores}$$

Esto significa que durante este periodo se requerirá de 955 mil televisores adicionales, 535 mil por incremento de la población y de la norma de consumo y 420 mil por reposición. Si este periodo fuera por ejemplo de cinco años, la demanda promedio anual será de 191 mil televisores (955/5).

Incluso una proyección mucho más precisa utilizando este método se puede lograr si se dispone de información para calcular estas normas por tramos de ingreso, lo que supondría en el ejemplo de los televisores, utilizar el mismo procedimiento pero calculando su demanda para diferentes tramos de ingreso, diferenciando sus disponibilidades y su evolución.

---

<sup>9</sup> Para profundizar en el tratamiento de la reposición, ver epígrafe 5. Análisis y Proyección de la Demanda de Medios Básicos.

#### **4.7. Método de las comparaciones internacionales**

Este método consiste en determinar el nivel de la demanda por comparación con el existente en otros países. En el mismo se parte del supuesto de que determinado nivel de desarrollo se corresponde con cierto volumen y estructura del consumo.

Para la aplicación de este método se parte del consumo per cápita y el ingreso por habitantes, pudiéndose proceder de diferentes formas según sea la información disponible, como se puede apreciar a continuación:

a) Se obtiene el consumo per cápita de un grupo de países con diferentes niveles de ingreso per cápita, determinado a nivel de que países se encuentra el que estamos analizando y con cuales de ellos podría compararse al final del periodo proyectado, es decir, el consumo per cápita de los países que se espera alcanzar.

b) Se analiza el nivel de consumo per cápita de otro país y como este varió en las diferentes etapas de su desarrollo, fijando el consumo per cápita según la etapa en que se encuentre el que estamos analizando y el nivel de desarrollo (ingreso per cápita) que se proyecta.

c) Se parte del ingreso y el consumo per cápita de un país con un mayor nivel de desarrollo y se compara con el analizado. Por ejemplo si en Cuba el consumo per cápita de un producto es 4 kg anuales con un ingreso de dos mil dólares por habitante y el de Argentina es 6 kg con un ingreso de cuatro mil dólares, se considera que Cuba tendrá un consumo de 4,5 kg para un nivel de ingreso de mil 2500 dólares. Como se comprende, son diversas las formas en que puede ser calculada la demanda por esta vía, pues dependerá del país o número de países con que se compare.

No obstante, este método permite a falta de otro método confiable, una estimación muy general de la demanda, sin embargo, se debe ser muy cuidadoso al emplearlo, pues pueden presentarse diferencias muy apreciables en el consumo per cápita, entre países con igual nivel de desarrollo, pero con diferentes hábitos de consumo, estructuras socioeconómicas, climáticas, etcétera.

#### **4.8. Método de la tendencia histórica en la proyección de la demanda.**

Este método consiste en la extrapolación de la tendencia histórica, a partir del supuesto de lo que sucedió en el pasado sucederá en el futuro, por tanto la influencia de los diferentes factores que inciden en la demanda, se mantienen en un equilibrio dinámico.

Si por ejemplo la demanda creció en el pasado en un 3% y durante este periodo se presentaron diferentes hechos que frenaron su crecimiento (incrementos de precios, cambio en los hábitos de consumo, etcétera), y otros que lo estimularon (incremento de los ingresos, incrementos de la oferta, incremento de precio en productos sustitutivos, etc.), el método implica que la demanda continuara creciendo al 3% y que la influencia de estos factores se mantendrá en la misma proporción.

Como se puede apreciar este método es válido para proyecciones a corto plazo,

cuando no se prevean cambios en las condiciones del mercado. Para proyecciones a largo plazo el supuesto de que parte el método es muy débil, sirviendo en este caso para obtener estimaciones gruesas, en este sentido según el tipo de producto y su destino, el método pudiera ser utilizado en la etapa de la propuesta de inversión. Aquí, además de la experiencia y buen juicio del investigador, es conveniente combinar estos pronósticos con métodos cualitativos como consultas a expertos, y en función de la importancia del proyecto, para etapas avanzadas, como estudios de prefactibilidad o factibilidad, pudiera ser recomendable también profundizar en estos resultados mediante el método Delphi, el que aunque relativamente más costoso, según la experiencia, puede brindar un buen pronóstico a largo plazo

En la práctica se aplican dos procedimientos diferentes para obtener la tendencia histórica, el cálculo de la tasa de crecimiento, mediante la media geométrica y las series cronológicas, fundamentalmente el ajuste de una línea de tendencia.

#### Cálculo de la tasa de crecimiento, mediante la media geométrica

$$\% \text{ de crecimiento anual de la demanda} = \sqrt[n-1]{\frac{D_n}{D_o}} - 1$$

en que:

n = número de años analizados

$D_n$  = Demanda en el año final del periodo

$D_o$  = Demanda en el año inicial del periodo

#### Ejemplo Ilustrativo

Calcular la demanda de naranjas para los próximos tres años conociendo que su consumo ha tenido el siguiente comportamiento histórico.

| Años | Consumo en kg.<br>per cápita |
|------|------------------------------|
| 1    | 8                            |
| 2    | 9                            |
| 3    | 9                            |
| 4    | 10                           |
| 5    | 11                           |

#### Solución

1er paso.- Calcular la tasa de crecimiento mediante la fórmula de la media geométrica:

$$\% \text{ de crecimiento anual de la demanda} = \sqrt[n-1]{\frac{D_n}{D_o}} - 1$$

$$\% \text{ de crecimiento anual de la demanda} = \sqrt[5-1]{\frac{11}{8}} - 1$$

$$\% \text{ de crecimiento anual de la demanda} = \sqrt[4]{1,375} - 1$$

$$\% \text{ de crecimiento anual de la demanda} = 8,3\%$$

2do paso proyección de la demanda de naranjas para los próximos tres años

$$C_n = C_o \cdot (1 + x\%)^n$$

$$C_1 = 11 \cdot (1 + 8,3\%)^1 = 11,9$$

$$C_2 = 11,9 \cdot (1 + 8,3\%)^2 = 12,9$$

$$C_3 = 12,9 \cdot (1 + 8,3\%)^3 = 14,0$$

### Ajuste de una línea de tendencia.

El procedimiento de la tendencia brinda resultados más precisos (dentro de las limitaciones generales del método) al tomar en consideración la totalidad de los años del periodo y la pauta de crecimiento. El procedimiento cobra importancia cuando hay variaciones notables de un año a otro, en comparación, con el cálculo de la tasa de crecimiento, pues en esto último se pueden cometer errores bastante gruesos, si el año final tiene variaciones notables con respecto a los precedentes.

Para utilizar el procedimiento de la tendencia se determina mediante un diagrama de dispersión cual es la curva de ajuste más adecuada y se aplica el método de los mínimos cuadrados tal como se explicó al analizar las técnicas de regresión, pues en este caso se trata de una regresión entre la variable pronosticada, en nuestro caso la demanda y el tiempo. Entre las curvas más comunes para el pronóstico de la demanda

están:

$$y = a + bx \text{ (línea recta)}$$

$$y = ax^b \text{ (curva doble logarítmica o función de Cobb – Douglas, antes señalada)}$$

$$y = ae^{bx} \text{ (curva exponencial)}$$

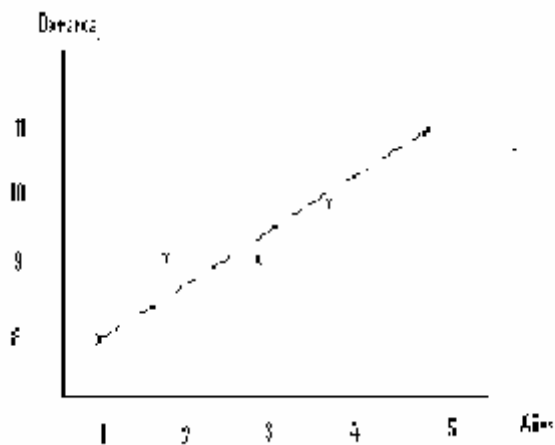
En el primer caso se trata de una línea recta, las restantes pueden ser transformadas a una línea recta mediante la aplicación de logaritmos. En estos últimos casos para determinar cual es la curva de ajuste más apropiada se lleva el logaritmo de los diferentes valores a papel logarítmico o semilogarítmico, según sea el caso y se determina cual se acerca mejor a una línea recta.

Posteriormente se ajusta una línea recta tipo  $y = a + bx$  entre el tiempo y la demanda, mediante el método de los mínimos cuadrados.

### Ejemplo Ilustrativo

Si para el cálculo de la demanda de naranjas del problema anterior se utilizara la línea de tendencia, se procedería como sigue:

1er paso.- Establecer la curva de ajuste más adecuada



Como se aprecia los datos se ajustan a una línea recta, por tanto se proyectaría con una ecuación del tipo  $y = a + bx$

2do paso, hallar los valores de b y a según las fórmulas:

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

$$a = y/n - b * x/n$$

3er paso, calcular los valores para obtener el valor de b

| Años  | y  | x  | X <sup>2</sup> | xy  |
|-------|----|----|----------------|-----|
| 1     | 8  | 1  | 1              | 8   |
| 2     | 9  | 2  | 4              | 18  |
| 3     | 9  | 3  | 9              | 27  |
| 4     | 10 | 4  | 16             | 40  |
| 5     | 11 | 5  | 25             | 55  |
| Total | 47 | 15 | 55             | 148 |

$$b = (148 - (47/5) * 15) / (55 - (15^2)/5) = 0,7$$

$$a = (47/5) - 0,7 * (15/5) = 7,3$$

4to paso proyección de la demanda de naranjas para los próximos tres años mediante la fórmula  $y = a + bx$ :

$$\text{Año 6} = 7,3 + 0,7 * 6 = 11,5$$

$$\text{Año 7} = 7,3 + 0,7 * 7 = 12,2$$

$$\text{Año 8} = 7,3 + 0,7 * 8 = 12,9$$

El error estándar s, sería:

| x     | y  | y (estimada) | y - y (estimada) | $\sum(y - y \text{ (estimada)})^2$ |
|-------|----|--------------|------------------|------------------------------------|
| 1     | 8  | 8            | 0,00             | 0,00                               |
| 2     | 9  | 8,7          | 0,30             | 0,09                               |
| 3     | 9  | 9,4          | -0,40            | 0,16                               |
| 4     | 10 | 10,1         | -0,10            | 0,01                               |
| 5     | 11 | 10,8         | 0,20             | 0,04                               |
| Total |    |              |                  | 0,30                               |

$$s = \sqrt{0,30/5} = 0,24$$

Si se considera una desviación estándar modificada para muestras pequeñas:

$$s = (\sqrt{N/N-2}) * s$$

El error estándar con un 95% de confianza sería:

$$s = (\sqrt{N/N-2}) * s = (\sqrt{5/5-2}) * 0,24 = 1,29 * 2 * 0,24 = 0,6$$

Por tanto, la demanda de naranjas para los próximos tres años, considerando un 95% de confianza, estaría en el rango siguiente:

| Año | Demanda mínima | Demanda Media | Demanda Máxima |
|-----|----------------|---------------|----------------|
| 6   | 10,9           | 11,5          | 12,1           |
| 7   | 11,6           | 12,2          | 12,8           |
| 8   | 12,3           | 12,9          | 13,5           |

Obviamente que el 95% de confianza se refiere a la estimación estadística y no mejora en nada los supuestos del método, es decir, que sucederá en el futuro lo que sucedió en el pasado. No obstante, el método brinda un rango de valores que facilita las posibilidades de análisis para la toma de decisiones, a partir de la experiencia del investigador y/o mediante su combinación con métodos cualitativos, como la consulta a expertos y por esta vía mejorar la confiabilidad de la estimación.

Si para esta proyección de la demanda siguiendo la tendencia histórica se hubiera utilizado un programa de computación, se llegaría a los mismos resultados, aunque con la ventaja de que se simplificarían los cálculos y se obtendrían diferentes coeficientes sobre la bondad del tipo de ajuste realizado y validez de la estimación, así por ejemplo en este problema, aplicando el programa Eviews 4 se tiene:

- Coeficiente de determinación:  $0.94 > 0.75$
- Probabilidad (f Estadística)  $0.006 < 0.05$ , es decir, el error de regresión es inferior al 5%
- Estadística de Durbin- Watson  $2,53 < 4, > 1$ , por tanto no hay auto correlación
- Heteroskedasticidad, f estadística, probabilidad 0.52 Residuos al cuadrado, probabilidad 0.30, en ambos casos  $> 0.05$ , por tanto hay homocedasticidad (varianza constante a través de todas las observaciones)

En otras palabras un alto coeficiente de determinación, que pone de manifiesto la alta correlación existente, así como, diferentes pruebas estadísticas que comprueban lo apropiado de la ecuación de pronóstico seleccionada, por tanto, que la ecuación lineal utilizada permitía un buen ajuste, consecuentemente un buen pronóstico, tal como observamos en el diagrama de frecuencia.

#### **4.9. Método de los mínimos cuadrados.- La línea de regresión**

Un método más riguroso para la proyección de la demanda es el uso de la línea de regresión, entre la variable dependiente, en nuestro caso la demanda y la variable independiente, precio, ingreso, tiempo, gastos de promoción, etcétera, constituyendo la línea de tendencia un caso particular del uso de la regresión, en que la variable independiente es el tiempo.

Para el uso de este método es válido lo apuntado anteriormente en cuanto a la definición de la curva de ajuste más adecuada y su transformación a una línea recta de ser necesario, no obstante, en este caso se requiere definir cual es la variable independiente que mejor explica el comportamiento de la demanda (nuestra variable dependiente), a los efectos de establecer la ecuación de

pronóstico.

A tal fin lo recomendable es utilizar la computadora, a los efectos de analizar los datos históricos mediante un programa estadístico y determinar cual de las posibles variables es la más conveniente.

En este método se requiere trabajar con series históricas de precios, ingresos, gastos de promoción, etcétera y de las cantidades consumidas. Los precios deben ser deflacionados y además operar con datos de consumo por habitante e ingreso per cápita, a los efectos de medir el incremento real de la demanda y los ingresos, y que este incremento no este afectado por el crecimiento de la población, independiente de que esta última se toma en consideración posteriormente a los efectos de la proyección de la demanda total.

Es importante considerar que un proyecto de inversión requiere generalmente la proyección de la demanda a largo plazo y las técnicas de regresión permiten buenos pronósticos a corto e incluso mediano plazo, pero su exactitud es baja para el largo plazo, por lo que es muy importante la experiencia, intuición y buen juicio del investigador para la interpretación de los resultados.

### Ejemplo Ilustrativo

Analizar y proyectar la demanda de queso blanco, para el periodo 2007-2011 a tal efecto se dispone de las series históricas siguientes:

| Años | Consumo Percápita<br>Kilogramos | Ingreso Percápita<br>Pesos | Precios<br>Peso/kilogramo |
|------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 2000 | 0.50                            | 2000                       | 22                        |
| 2001 | 0.51                            | 2100                       | 21                        |
| 2002 | 0.52                            | 2200                       | 21                        |
| 2003 | 0.55                            | 2325                       | 22                        |
| 2004 | 0.60                            | 2450                       | 20                        |
| 2005 | 0.70                            | 2600                       | 19                        |
| 2006 | 0.85                            | 2800                       | 18                        |

### Solución

El primer paso sería analizar cuales serían las variables más adecuadas para pronosticar, esto se puede hacer mediante un programa de computación, por ejemplo utilizando Eviews 4 se obtiene:



| Variable Independiente | Coefficiente de determinación | F (Estadístico) | Durbin-Watson | Heteroskedasticidad Probabilidad |
|------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Ingreso                | 0.9025                        | 0.0010          | 2,19          | 0.39                             |
| Precio                 | 0.8604                        | 0.0026          | 1,91          | 0.42                             |
| Tiempo                 | 0.8195                        | 0.0050          | 2,18          | 0.36                             |
| Log Ingreso            | 0.9082                        | 0.0009          | 2,16          | 0.40                             |

Como se aprecia el ingreso es la mejor variable para proyectar la demanda, con un coeficiente de determinación de 90,25% cuando se utiliza una relación lineal y ligeramente superior 90,82% cuando se utiliza una relación logarítmica y cumpliéndose los restantes supuestos. Es de señalar que para el cálculo del log del ingreso se trabajó como variable dependiente con el log del consumo, es decir una ecuación del tipo:

$$y = ax^b$$

ecuación esta que al transformarse a una línea recta se convierte en  $\log y = a + b \cdot \log x$  la que se utilizará como ecuación de pronóstico, al brindar el mejor ajuste.

Se requiere ahora definir como crecerá el ingreso para poder proyectar el consumo, precisamente esta es una de las dificultades de este método, pues no siempre es fácil proyectar la variable independiente. Digamos que de acuerdo con el comportamiento previsto para la economía del país, el ingreso se estima que crecerá al 5% anual en los próximos 5 años

Utilizando la ecuación  $\log y = a + b \cdot \log x$  el consumo proyectado será el siguiente:

#### PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE QUESO BLANCO

Unidad de Medida: Kilogramos

| Año  | Log y   | y    |
|------|---------|------|
| 2000 | -0.3331 | 0,46 |
| 2001 | -0.2998 | 0,50 |
| 2002 | -0.2681 | 0,54 |
| 2003 | -0.2305 | 0,59 |
| 2004 | -0.1948 | 0,64 |
| 2005 | -0.1543 | 0,70 |
| 2006 | -0.1039 | 0,79 |
| 2007 | -0,0708 | 0,85 |
| 2008 | -0,0376 | 0,92 |
| 2009 | -0,0043 | 0,99 |
| 2010 | 0,0289  | 1,07 |
| 2011 | 0,0588  | 1,15 |

#### 4.10. Ecuaciones de regresión múltiple

La regresión múltiple consiste en la construcción de una ecuación de regresión múltiple, en que se determinaría la relación entre la variable dependiente y varias variables independientes. En estos casos al analizar la demanda se calcula la influencia simultánea que sobre la misma tienen los precios, el tiempo, el gasto de promoción, la demanda de otros bienes, relacionados con el que se está proyectando, por ejemplo la demanda de automóviles sobre el consumo de gasolina, etcétera.

En estos casos el procedimiento a seguir es el empleo de una ecuación lineal de regresión múltiple del tipo:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$$

en que:

y = demanda

a = constante

$b_1, b_2, \dots, b_n$  = coeficientes de regresión parcial

$x_1, x_2, \dots, x_n$  = variables independientes

Por supuesto que un análisis de esta naturaleza puede conllevar la construcción de modelos econométricos bastante complejos, en que mediante el empleo de programas de computación, se realicen pruebas para diferentes combinaciones de variables independientes, hasta lograr la mejor ecuación de pronóstico.

El análisis de regresión múltiple presenta dos problemas adicionales en relación con los modelos de regresión simple: La multicolinealidad y la dificultad de proyectar las variables independientes, que en este caso aumenta en la medida que se consideren más variables independientes.

En cuanto a la multicolinealidad, esta se presenta cuando existe correlación entre las variables independientes, situación que es frecuente cuando se construyen modelos de regresión múltiple, siendo necesario seleccionar cuidadosamente las variables a los efectos de minimizar este problema, desechando las variables independientes con coeficientes de correlación significativos. En este empeño es necesario efectuar un estudio cuidadoso de las posibles variables independientes, tener presente que a veces estas actúan con un cierto retardo en el tiempo, por ejemplo la demanda de televisores con relación a la demanda de viviendas, la influencia de los productos sustitutivos, etcétera.

En estos casos en que se usan modelos econométricos complejos, es posible lograr buenos pronósticos a largo plazo. Aunque el uso de programas de computación permite con relativa facilidad realizar proyecciones utilizando técnicas de regresión,

siempre es recomendable contar con la asesoría o participación de especialistas en estadística, para la construcción, interpretación y análisis de los resultados de estos modelos. Además en la aplicación de estas técnicas es útil tener presente que a veces resulta difícil disponer de información estadística con la calidad adecuada y el principio de la sencillez, que recomienda no utilizar modelos complejos si se puede lograr una buena proyección con modelos más sencillos.

## 5. ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE PRODUCTOS INTERMEDIOS.

Los productos intermedios son aquellos que se consumen en el proceso productivo para crear otros medios o bienes en los cuales participan en una proporción técnica determinada, destruyéndose su valor de uso en este proceso y transfiriendo su valor al nuevo producto.

Este tipo de bien tiene diversos destinos, pues constituyen insumos en la producción de:

- Medios Básicos o Bienes de Equipo
- Otros Productos Intermedios
- Artículos de Consumo.

En este sentido, el acero, el aluminio, el vidrio, etcétera., utilizados en la fabricación de ómnibus constituyen productos intermedios utilizados en la fabricación de un medio básico. Cuando empleamos, níquel, para producir acero inoxidable, algodón para fabricar tejidos, etcétera., se están utilizando productos intermedios en la creación de otros productos intermedios, finalmente el tejido de algodón destinado a la confección de camisas, es otro de los múltiples ejemplos que se pueden plantear de un producto intermedio dirigido a la producción de un artículo de consumo.

De la definición de productos intermedios antes expuesta, se deduce, que su demanda esta en función directa de la demanda de los bienes en los que participa, así como de la proporción en que intervienen en dicha producción.

Así por ejemplo, cuando hablamos del tejido de algodón utilizado en la fabricación de camisas, su demanda estará determinada tanto por la cantidad de tejido necesario para fabricar una camisa, como por el número de camisas a producir.

Lo antes expuesto se evidencia en cualquier balance intersectorial, al que corresponde la expresión general siguiente:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i$$

para  $i = 1, 2, 3 \dots \dots \dots n$

donde:

- $x_i$  = volumen de producción iésima
- $a_{ij}$  = coeficiente de gastos directos del producto iésimo en la producción jésima
- $a_{ij} x_j$  = consumo productivo del producto iésimo
- $y_i$  = producto final del producto iésimo

Al tomar un producto en específico, por ejemplo laminado de acero, esta ecuación general se expresaría como:

$$x_1 = a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + a_{1n} x_n + y_1$$

en que:

- $x_1$  = volumen de producción de laminado de acero
- $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}$  = coeficiente de gastos directos de laminado de acero por unidad de la producción correspondiente.
- $x_1, x_2, \dots, x_n$  = volumen de producción de las ramas consumidoras, mecánicas, construcción, etcétera.
- $y_1$  = producto final; gastos de laminado para la acumulación (existencias y reservas), consumo improductivo (educación, salud pública, etcétera.), y para la exportación.

Como se puede apreciar, la demanda de laminado de acero ( $x_1$ ) esta en función de dos variables,  $x_j$  (ramas consumidoras) y  $a_{ij}$  (coeficientes tecnológicos o de insumo por cada rama)

## 5.1 Método de fuentes y usos.

Este constituye el método fundamental para el análisis y proyección de la demanda de los productos intermedios. El mismo parte de la lógica del razonamiento anterior, es decir, consiste en una variante simplificada del método de insumo-producto. Además, se debe tomar en consideración, los posibles cambios en la estructura económica (por ejemplo, surgimiento de nuevas ramas consumidoras de acero) y la posibilidad de que el producto sea sustituido por otro en determinados usos (por ejemplo. plástico por acero en algunas ramas, digamos en la construcción naval).

Por tanto, el procedimiento para el análisis y proyección de la demanda de un producto o servicio intermedio, consta principalmente de los siguientes aspectos:

- Determinar el crecimiento de las ramas que lo insumen durante el periodo

proyectado.

- Calcular las modificaciones de los coeficientes tecnológicos.- El desarrollo científico puede tender a disminuir o incrementar los índices de insumo, cantidad de coque requerido por TM de acero, níquel por TM de cuproníquel, por TM de superaleaciones, etcétera.
- Prever los cambios estructurales en la economía.- Al respecto es preciso tomar en consideración la creación de nuevas industrias que consumen este bien. Por ejemplo, si la nafta se ha utilizado en el pasado solo como combustible, y ahora se proyecta la instalación de plantas de fertilizantes nitrogenados, en que, dicho combustible constituye la materia prima fundamental.
- Analizar las posibilidades de que el producto sea sustituido por otro.-Esta situación se presenta fundamentalmente por cambios de precios o surgimiento de otro producto de calidad superior, así por ejemplo, ocurre cuando el precio del níquel pasa de determinado nivel, o el acero inoxidable obtenido a base de níquel, tiende a ser sustituido en determinados usos por acero al manganeso.

No obstante, comúnmente el proceso de sustitución de este tipo de producto es más lento y limitado que en los artículos de consumo. Esto es debido a que el consumo de los mismos obedece a la existencia de determinados procesos tecnológicos, que pueden funcionar solo con determinados insumos, por lo general, la sustitución de un producto intermedio por otro implica el cambio o al menos determinada modificación de la tecnología en los sectores consumidores de dichas materias primas

Ejemplo de lo anterior es que, al pasar de la confección de camisas de algodón, a la fabricación de camisas de algodón y poliéster, conlleva cambios tecnológicos en las plantas textiles que producen dichas materias primas, o bien la sustitución de sacos de kenaff por sacos de plásticos, significó la importación o producción de plástico, así como la desaparición de la industria del kenaff.

A los efectos de profundizar en la comprensión de la lógica de la proyección de la demanda de un producto intermedio, ilustraremos su cálculo con un ejemplo simplificado, en que se toman en consideración todos los aspectos antes enumerados. A este fin tomaremos el producto níquel.

---

*Esquema simplificado de proyección*

---

| <i>Producto</i> | <i>Sectores de Insumo Primario</i> | <i>Sectores de Consumo Final</i>       |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| Níquel          | Aceros Inoxidables                 | Automotriz<br>Química<br>Edificaciones |
|                 | Superalcaciones                    | Aviación<br>Industria Espacial         |
|                 | Cuproníqueles                      | Plantas de desalinización              |

---

Es necesario señalar que tanto los sectores de insumo primario como los de consumo final, que existen en la práctica para el producto níquel, son muchos más que los señalados, no obstante, los expuestos son suficientes para explicar la lógica general de su proyección. En este marco el primer paso es proyectar los sectores de consumo final, determinando el crecimiento de la industria automotriz (automóviles, ferrocarriles, etcétera.), industria química (fertilizantes, petroquímica, etcétera) y edificaciones. Una vez en disposición de estos resultados es preciso calcular la demanda de aceros inoxidables derivados de los mismos, la que vendrá dada por el tipo de acero inoxidable utilizado en cada caso y la proporción en que estos aceros participan en la producción de automóviles, plantas de fertilizantes, edificios, etcétera.

Definida por esta vía el volumen y estructura de la demanda de aceros inoxidables, solo resta tomar en consideración la norma de consumo de níquel por concepto de los aceros inoxidables.

Igual procedimiento se sigue con las superaleaciones y los cuproníqueles, comenzando por los sectores de consumo final y posteriormente la demanda total de níquel vendrá dada por la sumatoria de lo demandado en cada sector de insumo primario.

A manera de ejemplo; proyectar la demanda de níquel generada por las plantas de desalinización por vía de los cuproníqueles dentro de 10 años.

1er. paso.- Determinar el crecimiento de la demanda en plantas de desalinización. Considere que esta será del 7% anual.

2do. paso.- Evolución que tendrá el insumo de níquel en plantas de desalinización.- Al respecto se asumirá que este se incrementará de 1 a 1,5 TM por cada 1000 m<sup>3</sup> de capacidad instalada; lo anterior implica que el índice de penetración

del cuproníquel en plantas de desalinización pasara de 1 a 1,5 TM en el periodo proyectado.

Esta información permitirá calcular el crecimiento de la demanda de cuproníquel en el periodo, la que será.

$$C = (1,07)^{10} * 1,5 = 2,97$$

Es decir, que la misma se incrementara en 2,97 veces.

Si por ejemplo al consumo de cuproníqueles para plantas de desalinización en el año base fue de 10 mil TM, la demanda dentro de 10 años será:

$$10 \text{ mil} \times 2,97 = 29\,700 \text{ TM}$$

3er.paso.- Analizar la evolución tecnológica del sector de los cuproníqueles.- Este análisis se refiere por tanto a los coeficientes tecnológicos, a tal efecto considere que en lugar del cuproníquel 90- 10 (90% de cobre y 10% de níquel) que se venia utilizando en la construcción de plantas de desalinización, en el futuro se contempla emplear cuproníquel 80-20, es decir, que el tipo de cuproníquel a utilizar dentro de 10 años tendrá un contenido de níquel del 20%.

Por tanto en dicha fecha, el consumo de níquel por este rubro que hubiera sido de 2970 TM de no producirse esta evolución tecnológica, ascenderá a:

$$20\% \times 29\,700 \text{ TM.} = 5940 \text{ TM. de níquel.}$$

Si se repite procedimiento para cada sector de consumo final, la sumatoria de estos resultados brindará la demanda total de níquel.

No obstante, es necesario contemplar dos problemas adicionales: la evolución de los precios y de la estructura económica.

Con relación a los precios y siguiendo el ejemplo anterior, si se asume que el cuproníquel tiene productos competitivos y que el mismo tendrá diferentes precios según cambie el precio del níquel, el cuproníquel será demandado en mayor o menor medida, de acuerdo a como varíen los precios del níquel. Esto significará diferentes índices de penetración de los cuproníqueles en las plantas de desalinización.

En este caso la solución es establecer hipótesis de precios mínimos, medios y máximos para el producto en estudio, en este caso el níquel, y en función de estos precios estimar los índices de penetración correspondientes, lo que permitirá proyectar la demanda en tres niveles o rangos diferentes.

En el ejemplo que se ha venido desarrollando la variación de los índices de penetración se pudiera presentar de la siguiente forma:

- Variantes de precio máximo del níquel.- Los cuproníqueles se emplearan solo en los equipos fundamentales por lo que el coeficiente tecnológico (índice de penetración) descenderá a 0,7 TM. por cada 1000 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Variante de precio medio del níquel.- Se mantiene el índice de penetración de 1 TM de cuproníquel por 1000 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Variante de precio mínimo del níquel.- El índice de penetración sube a 1,5

Con respecto a la variación de la estructura económica, es preciso contemplar si durante el periodo proyectado se prevé el surgimiento de nuevos sectores consumidores de níquel, por ejemplo que hasta el presente los cuproníqueles no se estuvieran utilizando en la construcción naval, pero que esta situación cambiará en el futuro, sustituyendo tuberías de otros metales; que además se contemple el crecimiento acelerado de la construcción de plantas atomoeléctricas, en que los cuproníqueles, aceros inoxidables, etcétera., tienen determinado empleo; en conclusión que seria preciso incluir todos estos nuevos sectores en el análisis.

## **5.2. Otros Métodos para el Análisis y Proyección de la Demanda de Productos Intermedios**

En el análisis de proyección de la demanda de productos intermedios, pueden ser utilizados otros métodos, aunque esto dependerá de características muy específicas del producto estudiado o cuando solamente sea necesario un cálculo muy grueso de la demanda; dentro de estos métodos los mas usuales son: correlación de la demanda con los ingresos, extrapolación de la tendencia y el de fuentes y usos.

Método de correlación de la demanda con los ingresos.- Este método es válido solo en dos situaciones particulares:

- a) el caso de productos intermedios que se usan en la producción de un bien de consumo, como por ejemplo, harina de trigo para pan, carne para conservas. En este caso la demanda del producto intermedio variará en función de la demanda del artículo de consumo, es decir del pan, de la carne en conservas, etcétera y de tener este último una alta correlación con los ingresos, el método es adecuado.
- b) Este método es también recomendable en el caso de productos cuyo uso esta muy difundido; un caso típico es el de la energía eléctrica, en que existe una fuerte correlación entre la magnitud de su demanda y el nivel de desarrollo económico, por tanto la misma puede ser proyectada en función del crecimiento del ingreso per cápita.

En estos casos la aplicación concreta del método no difiere de lo expuesto en el método de la elasticidad ingreso, cuando se estudiaron los artículos de consumo, operándose exactamente igual.



## Extrapolación de la Tendencia

Los supuestos implícitos en este método fueron explicados al estudiar los artículos de consumo, por lo que como se comprende resulta bastante vulnerable en la proyección de la demanda de productos intermedios, debiendo ser examinada cuidadosamente las implicaciones de su empleo.

Esto es debido a que la proyectar la tendencia de un producto intermedio, se está proyectando de hecho la tendencia de los sectores que lo consumen. Si por ejemplo en el caso cubano se parte de la tendencia del crecimiento de la producción de la planta Antillana de Acero (que solo produce acero para la construcción) para proyectar la demanda de acero, solo se esta proyectando que la producción de acero para la construcción crecerá en el futuro al mismo ritmo que en el pasado, es decir se reflejará únicamente la tendencia de crecimiento en el sector de la construcción, sin embargo la demanda de acero sería otra, si se prevé que en el periodo proyectado se contempla el desarrollo de la industria mecánica y la producción de acero para este fin.

Este método es utilizable cuando no se disponga de información para la utilización de otros métodos y solo se requiere una estimación gruesa de la demanda. No obstante, es posible arribar a una proyección mucho más aceptable, si se emplea el conocido como *método de la tendencia ajustada* el que consiste en añadir a los resultados obtenidos en la extrapolación, un estimado del crecimiento de la demanda en otros sectores a partir del análisis de las posibilidades de instalación de nuevas industrias que sean consumidoras del bien en cuestión.

## **6. ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE MEDIOS BÁSICOS.**

En el análisis y proyección de la demanda de medios básicos, se sigue un proceso de razonamiento similar al de los productos intermedios, pues al ser bienes dirigidos a la producción de otros bienes, su demanda esta determinada fundamentalmente por la de aquellos en los cuales participa.

Se requiere por tanto realizar un estudio de fuentes y usos, al igual que en los productos intermedios, sin embargo, los medios básicos tienen determinadas características que hacen necesario tomar en cuenta otros factores adicionales a saber:

- Su naturaleza durable, al tener estos productos una vida útil de varios años.
- La influencia del progreso científico-técnico.
- La inexistencia en la práctica de una relación técnica, exacta entre un medio básico y el volumen de productos que pueden ser obtenidos mediante el mismo.

La naturaleza durable de los medios básicos lleva al concepto de depreciación, es decir, que el determinar la demanda de medios básicos implica tomar en consideración el ritmo de reposición de aquellos que han cumplido su útil.

El progreso científico-técnico, desempeña un papel muy importante en el análisis y proyección de la demanda de los medios básicos, puesto que las maquinarias y los equipos existentes son sustituidos a menudo por otros más perfeccionados, de mayor capacidad y de superior calidad. Este proceso conlleva de otra parte, la sustitución de fuerza muscular por máquinas, pues en cualquiera de las direcciones principales del progreso científico-técnico, electrificación, quimificación, mecanización, electrónica y automatización, se tiende a sustituir trabajo manual por trabajo mecanizado, en particular el vertiginoso desarrollo de la electrónica en los últimos años.

Finalmente, aunque todo equipo está diseñado para una capacidad determinada en un periodo de tiempo, en la práctica se utilizan por los especialistas, diferentes conceptos de capacidad total, potencial y capacidad disponible, esto es debido a que el grado de aprovechamiento de la capacidad instalada depende del régimen tecnológico, régimen de trabajo (número de turnos que se trabajan diariamente), paradas por roturas, experiencia de la fuerza de trabajo, etcétera. En este sentido, la existencia de capacidades ociosas o la mejor utilización de las capacidades existentes mediante medidas técnico-organizativas, permite aumentar la producción de los bienes que se requieren de estas capacidades, sin que esto implique una demanda adicional de medios básicos.

En virtud de lo antes expuesto, para el análisis y proyección de la demanda de medios básicos se hace necesario por lo general llevar a cabo los siguientes pasos:

a) Determinar los sectores de insumo primario y de consumo final, del medio básico en cuestión, considerando las interrelaciones tecnológicas entre estos. Si por ejemplo estamos determinando la demanda de tractores, los sectores de insumo primario y de consumo final, se podrían esquematizar de la forma siguiente:

| Producto<br>Estudiado | Sectores de<br>Insumo Primario | Sectores de Consumo Final                       |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| Tractores             | Áreas a roturar                | Caña<br>Viandas y vegetales<br>Pastos, etcétera |
|                       | Áreas a sembrar                | Caña<br>Viandas y vegetales<br>Pastos, etcétera |

Como se observa se sigue un procedimiento similar al utilizado en el caso del níquel, siendo preciso determinar el crecimiento de los sectores de consumo final y las relaciones tecnológicas entre estos y los sectores de insumo primario, así como entre estos últimos y el tipo de tractor a utilizar. En este caso como se requiere calcular las

áreas a roturar, sembrar, fertilizar, cosechar, etcétera., a los efectos de satisfacer la demanda de caña de azúcar, viandas, arroz, pastos, etcétera.

Hay que advertir que en el caso de los medios básicos surge cierta diferencia en relación con los productos intermedios, pues la demanda de tractores va a depender en cierta medida del tipo de tractor que se proyecta utilizar, no será igual la demanda si se contempla el empleo de tractores con capacidades promedio de 50 HP que si estas son de 80 HP.

b) Analizar las posibles innovaciones técnicas en las formas de producción.- Por ejemplo, el grado en que se sustituirá durante el período proyectado el transporte de caña con carreta y tiro animal, por carreta con tractores, cosecha mecanizada de caña, etcétera.

c) Cambios estructurales que pueden presentarse.- Por ejemplo introducción de nuevos cultivos en el futuro, lo que implicaría considerar la demanda futura de tractores por este concepto.

d) La reposición de los equipos en uso.- En el ejemplo que se ha venido desarrollando, significaría determinar el número de tractores en uso, su composición por edades, así como su vida útil, de acuerdo al estado técnico, pues se requiere no solamente establecer el número de tractores necesarios durante el periodo proyectado y a estos deducirlos los existentes, sino que es necesario añadir a esta diferencia, la parte de los tractores existentes que hay que dar de baja en cada año del periodo proyectado, por haber llegado al final de su vida útil.

e) Posibilidad de incrementar el por ciento de utilización de las capacidades existentes.- En este sentido se estudiará la posibilidad de introducir medidas encaminadas a mejorar la organización del trabajo, disminuir el tiempo por paradas, dar un mejor mantenimiento, incrementar el número de turnos, etcétera). La posibilidad de introducir algunas de estas medidas repercutirá en la reducción relativa de la cantidad de medios básicos requeridos, en el caso que se ha venido analizando, de tractores, representando por tanto una modificación de las relaciones tecnológicas.

f) Considerar la posibilidad de que el medio básico sea sustituido en determinados usos.- En este sentido se puede señalar la sustitución de tractores por aviones agrícolas en la siembra y fertilización de algunos cultivos, como por ejemplo, el arroz.

### Problema Ilustrativo sobre el Análisis y Proyección de la Demanda de Medios Básicos

Usted trabaja en la Rama Mecánica y se le encomienda la tarea de determinar si desde el punto de vista de la satisfacción de la demanda, es necesario proceder a la ampliación de la fábrica de autobuses existente en la Ciudad de La Habana durante el periodo 20x3 20x9.

Al terminar la exploración previa y la recopilación de antecedentes se dispone de la información siguiente:

La capacidad actual de la planta en dos turnos de trabajo es de 840 unidades y pudiera ser llevada a en tres turnos de ser necesario.

Se estima que la planta puede trabajar con una eficiencia promedio del 90%

Estos autobuses son de 32 asientos y son destinados fundamentalmente al servicio urbano y servicio intermunicipal de ciudades pequeñas. La población de las áreas donde prestarán servicio ascendió a 5,495 millones de habitantes en el año 20x2.

Para la estructura de transporte existente se calcula un coeficiente de 30 personas por asiento disponible.

A partir de 20x5 se producirán mejoras tecnológicas en los autobuses producidos, que elevan su capacidad de 32 a 35 asientos.

El periodo de vida útil de un autobús es de 7 años.

La estructura del transporte para este tipo de actividad en lo que a pasajeros transportados se refiere, evolucionará de la forma siguiente:

| Tipo de Transporte | 20x3-20x4 | 20x5 | 20x6 | 20x7 | 20x8 | 20x9 |
|--------------------|-----------|------|------|------|------|------|
| Ómnibus            | 40        | 44   | 48   | 52   | 56   | 60   |
| Ferrocarril        | 60        | 56   | 52   | 48   | 44   | 40   |

Mientras que permanece constante su relación con otros servicios de transporte, tales como, transporte por automóvil y transporte interprovincial.

El incremento de las necesidades de transporte por ómnibus y ferrocarril es igual, aunque a partir de 20x5 se comenzará la sustitución del ferrocarril en este tipo de servicio, con vista a incrementar su utilización en el transporte interprovincial (distancias largas).

La relación de sustitución, de ferrocarril a ómnibus en cuanto a volumen de servicio, es de 2 a 1 a favor del ómnibus para este tipo de servicio.

La tasa de crecimiento de la población se estima que será del 1% como promedio durante el periodo.

El inventario de autobuses de 32 asientos promedio, destinados a este tipo de actividades diciembre 31 de 20x2 es la siguiente:

| Años de uso | Cantidad |
|-------------|----------|
| 0 a 1       | 782      |
| 1 a 2       | 768      |
| 2 a 3       | 850      |
| 3 a 4       | 940      |
| 4 a 5       | 900      |
| 5 a 6       | 749      |
| 6 a 7       | 740      |
| Total       | 5729     |

### Solución

En este problema se requiere realizar el análisis y protección de la demanda de un medio básico, la fábrica de autobuses, mediante la ampliación de su capacidad y/o modificación de su régimen de trabajo, esta demanda a su vez viene determinada por la demanda de otro medio básico, los ómnibus para transporte urbano y servicio intermunicipal de ciudades pequeñas.

1er paso.- La mayor o menor demanda sobre la fábrica de ómnibus, dependerá de la demanda de estos últimos, esta demanda viene determinada de una parte por la población a transportar y su tasa de crecimiento, de otra por la evolución tecnológica de estos medios y la competencia de otros sectores, tal como se calcula en el cuadro a continuación:

| NECESIDAD DE ÓMNIBUS |                      |                         |                        |                                     |                  |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Años                 | Población<br>(miles) | Personas<br>por Ómnibus | Ómnibus<br>Sub - Total | Incremento por<br>Sust. ferrocarril | Ómnibus<br>Total |
| 20x3                 | 5550                 | 960                     | 5781                   | -                                   | 5781             |
| 20x4                 | 5606                 | 960                     | 5840                   | -                                   | 5840             |
| 20x5                 | 5662                 | 1050                    | 5392                   | 270                                 | 5662             |
| 20x6                 | 5719                 | 1050                    | 5447                   | 545                                 | 5992             |
| 20x7                 | 5776                 | 1050                    | 5501                   | 825                                 | 6326             |
| 20x8                 | 5834                 | 1050                    | 5556                   | 1111                                | 6667             |
| 20x9                 | 5892                 | 1050                    | 5611                   | 1403                                | 7014             |

Como se aprecia en el cuadro, en primer lugar se proyecta la población, así para el año 20x3, esta ascenderá a  $5495 * 1,01 = 5550$  mil personas, dado que la tasa de crecimiento de la población es del 1%. Como el coeficiente es de 30 personas por asiento disponible y cada ómnibus tiene 32 asientos, cada ómnibus brindará servicio, como promedio a  $32 * 30 = 960$  personas, lo que significa que la población de 5550 miles de personas podrán ser transportadas mediante  $5550/960 = 5781$  ómnibus.

En lo que se refiere a la proyección a partir del año 20x5, se precisa considerar adicionalmente que se introducen mejoras tecnológicas que aumentan la capacidad de cada ómnibus de 32 a 35 asientos y que se incrementa el servicio de ómnibus por

sustitución del ferrocarril, por ejemplo en el año 20x5 este incremento es del 10% (44/40), pero como la relación de sustitución es de 2 a 1, se requiere aumentar solo el número de ómnibus en el 5%, es decir, 270 ómnibus,  $1,05 \times 5392 = 270$ , Igual procedimiento se sigue para los años siguientes, así en 20x6 el incremento es del 20% (48/40), por tanto el aumento del número de ómnibus es del 10%.

Finalmente en el cuadro se logra obtener la proyección de la necesidad de ómnibus la que crece de 5781 en el año 20x3 a 7014 en el año 20x9.

2paso.- Determinación de la demanda de ómnibus.

En el caso de los medios básicos la necesidad no coincide con la demanda, pues se requiere tener en cuenta su naturaleza durable, al tener estos productos una vida útil de varios años, por tanto hay que tener presente los inventarios de estos medios y el ritmo de reposición de aquellos que han cumplido su útil.

Al tomar estos factores en consideración la demanda de ómnibus se proyecta en el cuadro siguiente:

| DEMANDA ANUAL DE OMNIBUS |                    |                                                       |            |       |                  |
|--------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|------------|-------|------------------|
| Años                     | Inventario Inicial | Crecimiento de la población y sustitución ferrocarril | Reposición | Total | Inventario Final |
| 20x3                     | 5729               | 52                                                    | 740        | 792   | 5781             |
| 20x4                     | 5781               | 59                                                    | 749        | 808   | 5840             |
| 20x5                     | 5339               | 323                                                   | 823        | 1146  | 5662             |
| 20x6                     | 5662               | 330                                                   | 859        | 1189  | 5992             |
| 20x7                     | 5992               | 334                                                   | 777        | 1111  | 6326             |
| 20x8                     | 6326               | 341                                                   | 702        | 1043  | 6667             |
| 20x9                     | 6667               | 347                                                   | 715        | 1062  | 7014             |

Para proyectar esta demanda se parte del inventario inicial, el que en el año 20x3 es de 5729 ómnibus, según los datos del problema y como ya se proyectó la necesidad de ómnibus en el cuadro anterior, que asciende a 5781 ómnibus, evidentemente este tiene que ser el inventario con el que se debe finalizar el año, por tanto se requiere adquirir 52 nuevos ómnibus ( $5781 - 5729$ ), que constituiría la demanda si no hubiera que reponer los ómnibus que han llegado al final de su vida útil. Sin embargo por los datos del problema se conoce que en 20x2 existían 740 ómnibus con 6 años de vida útil y que terminarían el 20x2 con 7 años, es decir que deben ser sustituidos en 20x3, por tanto la demanda ascenderá a 792 ómnibus ( $52 + 740$ ).

Como aspecto adicional, hay que tener presente que a partir de 20x5 se comienzan a producir ómnibus de 35 asientos, esto implica que el inventario final de 20x4, ascendente a 5840 ómnibus, ya no será el inventario inicial de 20x5, sino que tendrá

que transformarse en ómnibus equivalentes de 35 asientos  $[(32/35) * 5840] = 5339$  ómnibus, a los efectos de homogenizar la información y poder calcular tanto la demanda de nuevos ómnibus, como la sustitución, que ahora se hará con ómnibus de 35 asientos. Esto último presupone, que se requiere calcular no solo el total de ómnibus equivalentes, sino su estructura de edades, pues los ómnibus de 32 asientos en existencia tendrán que ser sustituidos con los nuevos ómnibus de 35 asientos, esto significa que en 20x5 los ómnibus a sustituir no pueden ser los 900 (de 32 asientos) que aparecen en los datos del problema sino los equivalentes de 35 asientos  $[(32/35) * 900] = 823$ , y así sucesivamente para los restantes años tal como se calcula en el cuadro a continuación:

| <i>Años de Uso</i> | <i>EXISTENCIAS</i>           |                              |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
|                    | <i>En base a 32 asientos</i> | <i>En base a 35 asientos</i> |
| 0 a 1              | 808                          | 739                          |
| 1 a 2              | 792                          | 724                          |
| 2 a 3              | 782                          | 715                          |
| 3 a 4              | 768                          | 702                          |
| 4 a 5              | 850                          | 777                          |
| 5 a 6              | 940                          | 859                          |
| 6 a 7              | 900                          | 823                          |
| <b>Total</b>       | <b>5840</b>                  | <b>5339</b>                  |

### 3er paso.- Balance demanda-capacidad

Dado que la planta tiene una capacidad de 840 autobuses en 2 turnos de trabajo, en un turno será de  $840/2 = 420$  autobuses y en 3 turnos de  $420*3 = 1260$ . Considerando además el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad del 90%, la producción anual a obtener sería la siguiente:

Capacidad de la planta en 3 turnos de trabajo  $1260 * 90\% = 1134$  autobuses

| <i>BALANCE DEMANDA-CAPACIDAD</i> |                |                  |                    |
|----------------------------------|----------------|------------------|--------------------|
| <i>Años</i>                      | <i>Demanda</i> | <i>Capacidad</i> | <i>Diferencias</i> |
| 20x3                             | 792            | 1134             | 342                |
| 20x4                             | 808            | 1134             | 326                |
| 20x5                             | 1146           | 1134             | -12                |
| 20x6                             | 1189           | 1134             | -55                |
| 20x7                             | 1111           | 1134             | 23                 |
| 20x8                             | 1043           | 1134             | 91                 |
| 20x9                             | 1062           | 1134             | 72                 |

Se puede concluir que no se justificaría la ampliación de la planta de autobuses, pues los pequeños déficit de los años 20x5 y 20x6, pueden ser cubiertos con el exceso de capacidad del año 20x4

## 7. ESTUDIO DE CASO PLANTA PROCESADORA DE FRIJOL DE SOJA

### 7.1. Información para el análisis y proyección de la demanda

A los efectos de valorar la conveniencia de instalar una planta procesadora de frijol de soja, a Usted se le encarga realizar el análisis y proyección de la demanda de los siguientes productos que pueden ser obtenidos del procesamiento industrial de esta semilla oleaginosa: aceite crudo de soja, harina de soja para piensos, soja texturizada y harina de soja para consumo humano.

Al realizar la investigación del mercado usted obtiene la información siguiente:

1.- El país realiza cuantiosas importaciones de aceite y de harina de soja para piensos, las que han tenido durante el último quinquenio el siguiente comportamiento:

| Años | Aceite Crudo | Aceite Refinado | Unidad de Medida: TM        |
|------|--------------|-----------------|-----------------------------|
|      |              |                 | Harina de Soja para Piensos |
| 1997 | 30000        | 40000           | 95000                       |
| 1998 | 29000        | 42500           | 98000                       |
| 1999 | 30000        | 39000           | 100000                      |
| 2000 | 31000        | 43000           | 101000                      |
| 2001 | 32000        | 42500           | 100000                      |

Se estima que los niveles de inventario se han mantenido constantes, por lo que estas importaciones reflejan el consumo de harina de soja y de aceite crudo, el que debe mantener una tasa de crecimiento similar en los próximos años.

2.- La harina de soja consumo humano será empleada en la producción de leche de soja y yogurt. El consumo estimado para el año 2002 es de 5000 TM, con la estructura siguiente:

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| Venta de yogurt a la población | 3500 |
| Yogurt para merienda escolar   | 1300 |
| Leche de soya                  | 200  |
| Total                          | 5000 |

La venta de yogurt a la población tiene estimado un crecimiento similar al de la población el que se proyecta en 2,5 por cada mil habitantes, mientras que el destinado para merienda escolar deberá crecer al 5 % anual durante los próximos 10 años, en correspondencia con la expansión progresiva de su oferta en el sistema escolar. Con respecto al consumo de leche de soja este debe tener un crecimiento similar al de la población.



3.- La soja texturizada, mantiene un rápido ritmo de crecimiento a nivel internacional al usarse en pequeñas proporciones como extensor en productos cárnicos y carnes en conserva, pudiendo exportarse cualquier excedente. El consumo interno para el año 2002 será de 10 mil TM, estructurados como sigue:

| Producto  | Producción<br>(Mil TM) | Coefficiente<br>tecnológico de<br>consumo (%) | Consumo de<br>Soja Texturizada<br>(Mil TM) |
|-----------|------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Cárnicos  | 33,3                   | 30                                            | 10                                         |
| Embutidos | 18,0                   | -                                             | -                                          |
| Enlatados | 5,0                    | -                                             | -                                          |
| Total     | 56,3                   | -                                             | 10                                         |

Se proyecta un crecimiento de los salarios reales del 3% anual durante los próximos 10 años, además se considera que dado su bajo consumo per cápita los productos cárnicos, embutidos y enlatados mantendrán una elasticidad ingreso de 1,3 durante el periodo 2002-2007 y que esta disminuirá a 1,2 para los años 2008-2012. También se proyectan modificaciones en los coeficientes tecnológicos los que deben evolucionar gradualmente hasta alcanzar los valores siguientes:

| <i>Producto</i> | Consumo de Soja texturizada |                 |                 |
|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
|                 | <i>Año 2002</i>             | <i>Año 2007</i> | <i>Año 2012</i> |
|                 | %                           | %               | %               |
| Cárnicos        | 30                          | 25              | 15              |
| Embutidos       | -                           | 10              | 12              |
| Enlatados       | -                           | 10              | 12              |

Usted trabaja en la Corporación “Producción de Alimentos S.A.” y se le pide:

- Realizar el análisis y proyección de la demanda de los productos obtenidos del procesamiento del frijol de soja, para el periodo 2002 -2012, con el objetivo de construir una fábrica destinada a este fin.

## 7.2. Solución estudio de caso planta procesadora de frijol de soja

Primer Paso.- Proyectar la demanda de aceite crudo de soja, a tal efecto se requiere calcular la tasa de crecimiento histórico, pues se señala que este producto tendrá un comportamiento similar en los próximos años. Esta tasa de crecimiento histórico se puede calcular mediante la fórmula de la media geométrica, en que como se recordará:

$$\% \text{ de crecimiento anual de la demanda} = \sqrt[n-1]{\frac{D_n}{D_o}} - 1$$

Por tanto la tasa de Crecimiento de la demanda de aceite crudo de soja se calculará considerando que:

$D_o$  = Importaciones del año 1997 = 30000 mil TM  
 $D_n$  = Importaciones del año 2001 = 32000 mil TM

$$\text{Tasa de Crecimiento} = \sqrt[4]{32000/30000} - 1$$

Tasa de Crecimiento = 1,6%

Conocida la tasa de crecimiento se puede proceder a proyectar la demanda de aceite crudo de soja para el periodo 2002 – 2012, mediante la fórmula:

$$C_o \cdot (1 + x\%)^n$$

Donde:

$C_o$  = Demanda año base  
 $x\%$  = tasa de crecimiento  
 $n$  = número de años

Proyección de la Demanda para una tasa de crecimiento del 1,6%

| Años | Demanda (TM) |
|------|--------------|
| 2002 | 32512        |
| 2003 | 33032        |
| 2004 | 33561        |
| 2005 | 34098        |
| 2006 | 34643        |
| 2007 | 35198        |
| 2008 | 35761        |
| 2009 | 36333        |
| 2010 | 36914        |
| 2011 | 37505        |
| 2012 | 38105        |

2do Paso.- Proyectar la demanda de harina de soja, para lo cual se sigue el mismo procedimiento que para el aceite crudo, al tener un comportamiento similar

### Tasa de Crecimiento de la demanda de Harina de Soja

Importaciones del año 1997 = 95000 mil TM

Importaciones del año 2001 = 100000 mil TM

$$\text{Tasa de Crecimiento} = \sqrt[4]{100000/95000} - 1$$

Tasa de Crecimiento = 1,3%

Proyección de la Demanda para una tasa de crecimiento del 1,3%

| Años | Demanda (TM) |
|------|--------------|
| 2002 | 101300       |
| 2003 | 102617       |
| 2004 | 103951       |
| 2005 | 105302       |
| 2006 | 106671       |
| 2007 | 108058       |
| 2008 | 109463       |
| 2009 | 110886       |
| 2010 | 112327       |
| 2011 | 113787       |
| 2012 | 115267       |

3er paso.- Análisis y proyección de la demanda de harina para consumo humano. Dado que el consumo de yogurt y leche de soja, crecerá según la tasa de crecimiento de la población que es de 2,5 cada mil habitantes, que significa una tasa de crecimiento anual del 0,25%, esta será la tasa de crecimiento de la harina para consumo humano utilizada para obtener estos productos, puesto que no se plantea ninguna variación en los coeficientes tecnológicos de insumo. Situación similar sucede con el yogurt para merienda escolar, aunque en este caso la tasa de crecimiento es del 5% anual. Es decir la demanda de harina para consumo humano crecerá según crezca la demanda de los productos que la insumen.

| Unidad de Medida: TM            |                     |                        |                     |
|---------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| PRODUCTO                        | CONSUMO<br>AÑO 2002 | TASA DE<br>CRECIMIENTO | CONSUMO<br>AÑO 2012 |
| Ventas de yogurt a la población | 3500                | 0,25%                  | 3588                |
| Yogurt para merienda escolar    | 1300                | 5%                     | 2118                |
| Leche de soja                   | 200                 | 0,25%                  | 205                 |
| <b>Totales</b>                  | <b>5000</b>         |                        | <b>5911</b>         |

4to paso.- Análisis y proyección de la demanda de soja texturizada.- En este caso es necesario considerar que este es un producto intermedio en que se requiere considerar la proyección de la demanda de los productos que lo insumen, el surgimiento de nuevos sectores consumidores y la variación de los coeficientes tecnológicos de insumo. Para este fin se dispone de la información de partida siguiente:

Tasa de crecimiento anual de los salarios reales = 3%

Elasticidad ingreso de la demanda (2002-2007) = 1,3

Elasticidad ingreso de la demanda (2008-2012) = 1,2

Tasa de crecimiento de la población = 0,25%

A partir de esta información se calculará la tasa de crecimiento anual de la demanda de productos cárnicos, de la forma siguiente:

Tasa de crecimiento anual (2002-2007) =  $(3\% * 1,3) + 0,25 = 4,15\%$

Tasa de crecimiento anual (2008-2012) =  $(3\% * 1,2) + 0,25 = 3,85\%$

Conocida la tasa de crecimiento se puede proceder a proyectar la demanda de productos cárnicos, que constituyen los productos de insumo final. Esta demanda se calculará tanto para los productos cárnicos, que son los que consumen la soja texturizada en la actualidad, como los embutidos y enlatados, que constituirán nuevos sectores de consumo en los años futuros. De otra parte como se prevén modificaciones en los coeficientes tecnológicos en los años 2007 y 2012, se requiere proyectar la demanda al menos para estos años. Tal como se expone en el cuadro a continuación:

| Unidad de Medida: TM |                           |                                      |                              |                           |                           |
|----------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Productos</i>     | <i>Producción Año2002</i> | <i>Tasa de Crecimiento 2002-2007</i> | <i>Crecimiento 2008-2012</i> | <i>Producción Año2007</i> | <i>Producción Año2012</i> |
| Cárnicos             | 33,3                      | 4,15%                                | 3,85%                        | 40,8                      | 49,3                      |
| Embutidos            | 18,0                      | 4,15%                                | 3,85%                        | 22,1                      | 26,6                      |
| Enlatados            | 5,0                       | 4,15%                                | 3,85%                        | 6,1                       | 7,4                       |
| <b>Totales</b>       | <b>56,3</b>               |                                      |                              | <b>69,0</b>               | <b>83,3</b>               |

Una vez conocida la demanda de los sectores de insumo de la soja texturizada, es posible calcular la demanda de esta última aplicando los coeficientes tecnológicos de insumo, tal como se realiza en el cuadro a continuación:

| Unidad de Medida: TM |                    |             |             |                                |                |                |                                 |                |                |
|----------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| <i>Productos</i>     | <i>Producción.</i> |             |             | <i>Coeficiente Tecnológico</i> |                |                | <i>Consumo Soja Texturizada</i> |                |                |
|                      | <i>2002</i>        | <i>2007</i> | <i>2012</i> | <i>Año2002</i>                 | <i>Año2007</i> | <i>Año2012</i> | <i>Año2002</i>                  | <i>Año2007</i> | <i>Año2012</i> |
| Cárnicos             | 33,3               | 40,8        | 49,3        | 30%                            | 25%            | 15%            | 10,0                            | 10,2           | 7,4            |
| Embutidos            | 18,0               | 22,1        | 26,6        |                                | 10%            | 12%            |                                 | 2,2            | 3,2            |
| Enlatados            | 5,0                | 6,1         | 7,4         |                                | 10%            | 12%            |                                 | 0,6            | 0,9            |
| <b>Totales</b>       | <b>56,3</b>        | <b>69,0</b> | <b>83,3</b> |                                |                |                | <b>10,0</b>                     | <b>13,0</b>    | <b>11,5</b>    |

De esta forma se ha logrado conocer la demanda de soja texturizada para los años 2002, 2007 y 2012. Como se aprecia esta disminuye ligeramente en el periodo 2007 – 2012, debido a una marcada reducción de los coeficientes tecnológicos de insumo, dirigidos al parecer a mejorar la calidad del producto final.

Finalmente si a los efectos de los análisis futuros que sea preciso efectuar en la evaluación del proyecto, se necesitara conocer la demanda para los años intermedios, se requiere solo calcular la tasa de crecimiento de cada sub-periodo y proyectar la demanda año a año, por ejemplo, para el periodo 2002 – 2007:

#### Tasa de Crecimiento Anual Años 2002-2007

Consumo de Soja Texturizada Año 2002 = 10,0  
 Consumo de Soja Texturizada Año 2007 = 13,0  
 Tasa de Crecimiento Anual = 5,44 %

Proyección de la Demanda a partir de  $Co \cdot (1 + 5,44\%)^n$

| Unidad de Medida: Mil TM |                                                |
|--------------------------|------------------------------------------------|
| Años                     | Demanda de Soja Texturizada<br>Mercado Interno |
| 2002                     | 10,0                                           |
| 2003                     | 10,5                                           |
| 2004                     | 11,1                                           |
| 2005                     | 11,7                                           |
| 2006                     | 12,3                                           |
| 2007                     | 13,0                                           |
| 2012                     | 11,5                                           |

#### 5to paso.- Resumen del análisis y proyección de la demanda

| Unidad de Medida: TM          |                   |                   |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| PRODUCTO                      | Demanda<br>Mínima | Demanda<br>Máxima |
| Aceite Crudo de Soja          | 32512             | 38105             |
| Harina de Soja para Piensos   | 101300            | 115267            |
| Soja Texturizada              | 5000              | 5911              |
| Harina de Soja Consumo Humano | 10000             | 13000             |

## 8. ESTUDIOS DE CASO.- INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Al igual que se hace con el estudio del caso ilustrativo, planta procesadora de frijol de soja, los casos que se presentan a continuación, para ser resueltos por los estudiantes, se irán desarrollando gradualmente a lo largo del libro, en correspondencia con el contenido de cada capítulo, de forma tal que la información brindada y la solución obtenida en los capítulos precedentes sean utilizados en los capítulos posteriores, es decir, que cada uno constituye un estudio de caso integral que se resuelve parcialmente en cada capítulo, iniciándose éstos en este capítulo con el análisis y proyección de la demanda y terminando en el capítulo VIII con la evaluación social del proyecto

### 8.1- Fábrica de cemento

#### ANTECEDENTES

El desarrollo del proceso inversionista y el incremento de la necesidad de viviendas para la población requiere de crecientes suministros de cemento, requiriéndose de la creación de nuevas capacidades. Usted trabaja en la industria de los materiales de construcción y se le pide efectuar el análisis y proyección de la demanda con el propósito de evaluar la conveniencia de la inversión de una nueva planta de cemento en la zona occidental del país.

La demanda de cemento durante el último quinquenio ha tenido el comportamiento siguiente:

| <i>Año</i> | <i>Sectores</i>    |                        | <i>Unidad de Medida: Mil TM</i> |              |
|------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|--------------|
|            | <i>Productivos</i> | <i>Infraestructura</i> | <i>MICOM</i>                    |              |
|            |                    |                        | <i>Viviendas</i>                | <i>Total</i> |
| 2000       | 470                | 95                     | 90                              | 655          |
| 2005       | 500                | 100                    | 100                             | 700          |

Los pronósticos de desarrollo para la región contemplan duplicar las tasas de crecimiento anual de la demanda de los sectores productivos e infraestructura, no así de construcción de viviendas por el MICOM que debe mantener la misma tasa, debido que se contempla el desarrollo de la construcción de vivienda por esfuerzo propio, la que tiene pronosticado los valores de producción siguientes:

| Años | Miles de Pesos |
|------|----------------|
| 2006 | 14124,857      |
| 2007 | 29290,908      |
| 2008 | 45558,205      |
| 2009 | 62989,996      |
| 2010 | 81652,889      |
| 2011 | 101617,022     |
| 2012 | 122956,247     |
| 2013 | 145748,318     |
| 2014 | 170075,094     |
| 2015 | 196022,750     |
| 2016 | 260962,326     |
| 2017 | 295339,686     |
| 2018 | 331942,525     |
| 2019 | 370894,225     |
| 2020 | 412324,628     |

Se estima que un 35% del valor de la producción de viviendas corresponde al costo del cemento durante los años 2006-2015 y que este índice de consumo se reducirá al 30% desde el año 2016 en adelante debido a mejoras tecnológicas. El precio del cemento es de 270 pesos por TM.

Se le pide:

Análisis y proyección de la demande de cemento para el periodo 2006-2020.

## 8.2- Planta extractora de aceite vegetal

La Empresa de Alimentos Balanceados ha venido realizando crecientes importaciones de Harina de Soja desde la Argentina, las cuales ascendieron a 25000 TM en el año 2003. Esta demanda a aumentado a una tasa del 2% promedio anual durante los últimos años y se espera continúe incrementándose en el futuro en correspondencia con el crecimiento esperado de la demanda de alimentos balanceados (piensos).

La estructura de la demanda y la producción de la Empresa de Alimentos Balanceados era hasta el año 2003 la siguiente:

| Empresa de Alimentos Balanceados |                    |       |                                                 |
|----------------------------------|--------------------|-------|-------------------------------------------------|
| Clientes                         | Ventas de Piensos  |       | Coeficiente de Insumo TM de Harina/TM de Pienso |
|                                  | Cantidad<br>Mil TM | ( % ) |                                                 |
| Combinado Avícola                | 51.4               | 61.6  | 30%                                             |
| Emp. Lechera del Sur             | 23.0               | 27.6  | 30%                                             |
| Combinado Porcino                | 9.0                | 10.8  | 30%                                             |
| Total                            | 83.4               | 100.0 |                                                 |

El comportamiento del mercado para los próximos años se pronostica como sigue:

- La demanda de piensos del Combinado Avícola y la Empresa Lechera se espera que aumente acorde a la tasa de crecimiento de la población de 2,5 por mil habitantes.
- La demanda del Combinado Porcino debe crecer en correspondencia con el ingreso real de la población, el que se estima en un 3% anual y una elasticidad ingreso de 1,3 constante a largo plazo dado el bajo nivel de consumo existente.
- Durante los próximos años se incorporará un nuevo cliente, la “Cooperativa Porcina” la que debe alcanzar un consumo de 6,6 mil TM de pienso en el año 2014.
- Los coeficientes tecnológicos de insumo de harina por TM de pienso se espera que crezcan gradualmente, debiendo alcanzar los siguientes valores para el año 2014 :

| Coeficientes tecnológicos de insumo de harina por TM de pienso |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| Pienso avícola                                                 | 45% |
| Pienso lechero                                                 | 45% |
| Pienso porcino                                                 | 40% |

Se le pide:

- Calcular la tasa promedio de crecimiento anual de la demanda de harina de soja para los próximos 11 años.
- Pronóstico anual de las cantidades de harina de soja demandadas durante los próximos 11 años.
- ¿Utilizaría usted como tasa de crecimiento de la demanda la tasa histórica del 2%? ¿Por qué?



### 8.3. Planta de aditivos para hormigón

#### ANTECEDENTES

El desarrollo del proceso inversionista del país requiere de crecientes suministros de hormigón. Según el fin para el que será utilizado y la distancia a que se transporte el hormigón se requiere de determinados aditivos que le imprimen determinadas características al hormigón. Estos aditivos hasta el presente han sido importados. A tal efecto se considera la posibilidad de producir en el país el Aditivo “x” dirigido a alargar el tiempo de fraguado del hormigón.

#### ANALISIS DE LA DEMANDA

El aditivo “x” será empleado en la producción de Hormigón de Alta Resistencia.

La demanda de hormigón de alta resistencia ascendió a 200 mil TM en el año 2001 (año base) y según investigaciones realizadas ha tenido el siguiente comportamiento histórico:

| Año  | Demanda<br>Mil TM |
|------|-------------------|
| 1998 | 183.05            |
| 1999 | 188.54            |
| 2000 | 194.20            |
| 2001 | 200.00            |

Según criterio de expertos la demanda de hormigón de alta resistencia debe mantener una tasa de crecimiento similar durante los próximos años.

La norma de consumo para el aditivo “x” ha sido de 5litros de aditivo por TM de hormigón, aunque se contemplan mejoras tecnológicas que reducirán esta norma a 4 litros de aditivo por TM de hormigón a partir del año 2002.

Se le pide:

- Análisis y proyección de la demande de aditivos para el periodo 2002-2009. Utilice para tal fin los métodos de la media geométrica y series cronológicas y explique que método usted seleccionaría.

### 8.4- Hotel los cayos

Usted trabaja en la Corporación “X” de Instituto Nacional de Turismo y se le pide realizar un análisis y proyección de la demanda que permita evaluar la conveniencia económica

de construir el Hotel “ Los Cayos” en los Jardines del Rey, cayería situada al Norte de Camagüey.

Este Hotel será de la categoría 4 estrellas y con una capacidad de 300 habitaciones, 280 habitaciones dobles y 20 Suites. El alojamiento, los servicios y las áreas recreativas se proyectan para la modalidad de turismo familiar con un plan de ofertas de todo incluido. Esta instalación contará con: 1 Restaurante buffet, 2 Restaurantes temáticos, 1 ranchón de playa, 3 Bares y 1 Club de playa. Mientras que, para la animación y recreación de sus huéspedes, dispondrá de Sala de fiestas, Piscina, Campos deportivos, Gimnasio, Guardería y Áreas de juegos infantiles. También contará con otras facilidades como Salón de belleza, Tienda de productos cubanos, Tienda mixta internacional, Posta médica, etcétera.

La comercialización de este hotel se proyecta por la modalidad “todo incluido”. Se considera un periodo de construcción y puesta en marcha de 2 años y una vida útil de 25 años.

Del análisis de los datos históricos usted conoce que el turismo es una rama muy dinámica a nivel internacional, para la que se prevén sostenidos ritmos de crecimiento a largo plazo, en particular el área del Caribe para la que la Organización Mundial del Turismo (OIT) proyectó que la llegada de turistas alcanzaría los 40 millones para el año 2011 y en general una tasa de crecimiento anual del 4,5% hasta el año 2020.

Cuba y en particular el área de los cayos ha tenido una tasa de crecimiento anual superior a la del conjunto del Caribe, en particular en los cayos, por lo que para la región en que se proyecta este hotel la situación es la siguiente en el año actual (año 0):

|                                           | Temporada Alta<br>Noviembre -<br>Abril | Temporada Baja<br>Mayo - Octubre |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| Turistas físicos Promedio Mensual (año 0) | 10000                                  | 2000                             |
| Tasa de Crecimiento Anual                 |                                        |                                  |
| Años 0 - 15                               | 8%                                     | 4%                               |
| Años 16- 26                               | 6%                                     | 7%                               |

Como se aprecia se considera que a largo plazo tienda a disminuir la tasa de crecimiento de la temporada alta aproximándose a la media del Caribe, mientras que durante la temporada baja se promocionarán productos turísticos que tiendan a incrementar el arribo de turistas durante estos meses, por lo que en adición a el producto principal, sol y mar, se crearán condiciones para un mayor desarrollo del turismo de naturaleza (en particular actividades subacuáticas y ecoturismo), turismo de eventos, turismo de salud y turismo deportivo.

En cuanto a la estancia promedio de los huéspedes en el hotel se estima evolucione

de la forma siguiente:

|             |        |
|-------------|--------|
| Años 2 - 5  | 3 días |
| Años 6 -15  | 4 días |
| Años 16- 26 | 5días  |

Debido al crecimiento de la oferta hotelera en la región, la cuota de mercado que tendrá el hotel debe disminuir, debiendo alcanzar los valores siguientes:

|      |       |    |    |    |    |    |    |    |
|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| Años | 2 - 4 | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| %    | 100   | 98 | 80 | 77 | 75 | 72 | 70 | 67 |

|      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Años | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| %    | 65 | 61 | 60 | 57 | 51 | 48 | 45 | 42 |

|      |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|----|
| Años | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| %    | 39 | 37 | 34 | 32 | 30 | 28 | 26 |

Se le pide:

1. Proyección de la demanda de turistas días para los 25 años de vida útil del hotel para las temporadas alta y baja
2. Demanda de que dispondrá el hotel según su cuota de mercado para las temporadas alta y baja

## 8.5- Hotel Cayo flamenco

Usted trabaja en el Instituto Nacional de Turismo y se le pide realizar el análisis y proyección de la demanda del Hotel “Cayo Flamenco” .con el propósito de evaluar la conveniencia económica de reconstruir el mismo.

Este Hotel será de la categoría 4 estrellas y pasará de una capacidad de 100 a 350 habitaciones. Esta instalación contará con: 1 Restaurante buffet, 1 Restaurante temático, 1 Ranchón de playa, 2 Bares y 1 Club de playa. Mientras que, para la animación y recreación de sus huéspedes, dispondrá de Sala de fiestas, Piscina, Campos deportivos, Gimnasio, Guardería y Áreas de juegos infantiles. También contará con otras facilidades como Salón de belleza, Tienda de productos de artesanía, Tienda mixta internacional, Posta médica, etcétera.

La comercialización de este hotel se proyecta por la modalidad “todo incluido”. Se considera un periodo de construcción y puesta en marcha de 2 años y una vida útil de 15 años.

Del análisis de los datos históricos usted conoce que el turismo es una rama muy dinámica a nivel internacional, para la que se prevén sostenidos ritmos de crecimiento a largo plazo, en particular el área del Caribe para la que la Organización Mundial del Turismo (OIT) proyectó que la llegada de turistas alcanzaría los 40 millones para el año 2011 y en general una tasa de crecimiento anual del 4,5% hasta el año 2020.

El área en que se localiza el hotel ha tenido el siguiente comportamiento de la demanda en el último quinquenio:

| Promedio Mensual de Turistas Físicos |                                     |                                  |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Año                                  | Temporada Alta<br>Noviembre - Abril | Temporada Baja<br>Mayo - Octubre |
| 2001                                 | 8167                                | 2795                             |
| 2002                                 | 8819                                | 2906                             |
| 2003                                 | 9525                                | 3023                             |
| 2004                                 | 10287                               | 3143                             |
| 2005                                 | 11110                               | 3269                             |
| 2006                                 | 12000                               | 3400                             |

Se espera que esta demanda mantenga este ritmo de crecimiento durante los próximos 10 años, el que representa una tasa de crecimiento anual superior a la del conjunto del Caribe.

No obstante, se considera que más avanzado el largo plazo (años 11-16), la tasa de crecimiento anual de la temporada alta disminuya en un 2%, en una tendencia a aproximándose a la media del Caribe, mientras que para la temporada baja la tasa de crecimiento anual aumente en un 3% durante los años 11-16, para lo cual se promocionarán productos turísticos que tiendan a incrementar el arribo de visitantes durante estos meses, por lo que en adición a el producto principal, sol y mar, se crearán condiciones para un mayor desarrollo del turismo de naturaleza (en particular actividades subacuáticas y ecoturismo), turismo de eventos, turismo de salud y turismo deportivo. En resumen, durante el periodo de vida útil del hotel la demanda tendrá el comportamiento siguiente:

|                                           | Temporada Alta<br>Noviembre - Abril | Temporada Baja<br>Mayo - Octubre |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Turistas físicos Promedio Mensual (año 0) | 6000                                | 1700                             |
| Tasa de Crecimiento Anual                 |                                     |                                  |
| Años 0 - 10                               | Tasa Histórica                      | Tasa Histórica                   |
| Año 11 - 16                               | Tasa Histórica -2%                  | Tasa Histórica +3%               |

La densidad ocupacional se proyecta como sigue:

Años 2 - 10      1,5 turistas por habitación  
 Años 11 - 16      1,8 turistas por habitación

En cuanto a la estancia promedio de los huéspedes en el hotel se estima evolucione de la forma siguiente:

Años 2 - 5      3 días  
 Años 6 -10      4 días  
 Años 11 -16      5días

Debido al crecimiento de la oferta hotelera en la región, la cuota de mercado que tendrán las nuevas capacidades a construir en el hotel debe disminuir, debiendo alcanzar los valores siguientes:

|      |       |    |    |      |      |    |    |    |
|------|-------|----|----|------|------|----|----|----|
| Años | 2 - 4 | 5  | 6  | 7    | 8    | 9  | 10 | 11 |
| %    | 50    | 48 | 40 | 38.5 | 36.5 | 35 | 34 | 31 |

|      |      |       |    |      |      |
|------|------|-------|----|------|------|
| Años | 12   | 13    | 14 | 15   | 16   |
| %    | 28.5 | 126.5 | 25 | 23.5 | 10.8 |

Se le pide:

1. Proyección de la demanda de turistas días para los 15 años de vida útil del hotel para las temporadas alta y baja
2. Demanda de que dispondrá el hotel según su cuota de mercado para las temporadas alta y baja
3. Utilización anual de la capacidad del hotel

## **CAPÍTULO 3: TECNOLOGÍA, TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

En el presente capítulo se caracterizarán los aspectos más relevantes de los estudios de apoyo relacionados con la selección de la tecnología, los insumos, la mano de obra, el tamaño y la localización, para posteriormente abordar los estudios referidos a la evaluación financiera y social del proyecto, objetivo fundamental de este libro y al que se destinarán el resto de los capítulos.

### **1. TECNOLOGÍA, INSUMOS, MANO DE OBRA**

En la selección tecnológica influyen diversos factores, los que en ocasiones definen la tecnología a utilizar, de estos reviste particular importancia el tipo de materia prima que se prevea emplear, pues según las características de los insumos disponibles serán los procesos tecnológicos, los equipos requeridos y el surtido de producción, por ejemplo en el sector de la minería, no se utiliza la misma tecnología para el procesamiento de mineral de níquel si los yacimientos son de origen sulfuroso que laterítico, pues en el primer caso se requiere de minas subterráneas y en el segundo de minería a cielo abierto. También son diferentes las tecnologías para procesar los minerales extraídos, incluso a partir de material laterítico se emplean diversas tecnologías según sea su contenido de hierro, níquel y cobalto, así como se obtendrán diferentes productos, en unos casos serán sínter y óxido de níquel, que pueden ser utilizados directamente en la producción de aceros inoxidables, en otros sulfato de níquel más cobalto, que requiere ser refinado posteriormente para la producción de níquel electrolítico y cobalto.

Otro factor influyente en la selección tecnológica es el tipo de rama a que corresponda la inversión que se proyecta evaluar, pues en ramas de alta tecnología, como electrónica, biotecnología, petroquímica, no son muchas las alternativas tecnológicas, incluso en el sector de los servicios un moderno hospital requiere de equipamiento con un determinado nivel tecnológico o un hotel cinco estrellas dedicado al turismo, requiere de una tecnología y nivel de servicio muy específico. No obstante, hay ramas en que existe una mayor flexibilidad tecnológica, como confecciones, industria ligera, agricultura, construcción.

Por estas razones la selección tecnológica se puede convertir no solo en un problema técnico, sino también económico. Al respecto existen numerosas publicaciones referidas a la elección tecnológica, basadas en dos posiciones contrapuestas, es decir, si estas tecnologías deben ser capital-intensivas o fuerza de trabajo-intensivas, a partir del criterio de que los países subdesarrollados tienen abundancia de fuerza de trabajo, la que además es barata dado el alto nivel de desempleo. No obstante, esta polarización pierde fuerza cuando se toman en consideración los aspectos discutidos en el párrafo anterior, que ponen de manifiesto que para muchas producciones las tecnologías están bastante definidas y no son en general fuerza de trabajo intensivas.

De otra parte aunque hay ramas como la de las confecciones, en que la calidad del producto depende en lo fundamental de la calificación y experiencia de la fuerza de trabajo, en general las modernas tecnologías son capital intensivas, debiéndose evitar tecnologías de producción obsoletas. Por tanto sin dejar de considerar la escasez relativa de los factores, en particular el capital, las divisas y la fuerza de trabajo calificada, generalmente escasos en la mayoría de los países subdesarrollados, el problema consiste en determinar si se dispone de tecnologías eficientes, intensivas en mano de obra para el proyecto de inversión que se esta evaluando. En otras palabras determinar la tecnología apropiada, es decir, una tecnología eficiente en términos de lograr la mejor combinación de factores, en particular una eficaz sustitución de capital por fuerza de trabajo, de estar disponible dicha tecnología.

En la selección tecnológica es preciso también tomar en consideración cuestiones legales, compromisos, costos, garantías, etcétera, consustanciales a la transferencia de tecnologías, así como aspectos geopolíticos, que cada vez están más presentes en el mundo actual. Al respecto es preciso valorar las ventajas de depender de materias primas nacionales en relación con las importadas, las que no solo pudieran tener menor costo y facilidades de suministro, sino evitar restricciones por decisiones de gobiernos extranjeros, también es importante al adquirir una tecnología en el extranjero, dejar precisado en el contrato el alcance de los suministros específicos de la misma y cualquier otro compromiso. En fin que son frecuentes hoy en día las presiones que con fines políticos se ejercen por los países más desarrollados sobre los subdesarrollados, incluso sobre países económicamente fuertes.

La mano de obra, como ya se ha puesto en cierta medida de manifiesto, también está relacionada y por tanto influye en la selección tecnológica, en particular en cuanto a su calificación, pues las modernas tecnologías requieren fuerza de trabajo calificada y mientras más capital intensiva sea una tecnología sustituirá más fuerza de trabajo por capital, pero en principio requerirá menos fuerza de trabajo pero más calificada, de otra parte tecnologías más fuerza de trabajo intensivas pudieran requerir de fuerza de trabajo con determinada calificación y destreza como sustento de una adecuada productividad y calidad de la producción, como sucede en el sectores como el de las confecciones antes citado, en la industria mecánica, etcétera. También por supuesto es preciso tener presente la cuantía y costo de la mano de obra requerida, número de turnos y número de días de trabajo al año, particularidades de las leyes laborales, etcétera; en cuyas previsiones serán de utilidad, los estudios de apoyo sobre el análisis y proyección de la demanda, el tamaño del proyecto y el programa de producción.

De no existir mano de obra en la cantidad y con la calificación requerida en la región donde se localice el proyecto, será necesario considerar los programas de calificación correspondiente, los costos de transporte de esta fuerza de trabajo desde otras regiones o incluso valorar otras alternativas de localización del proyecto e incluso la necesidad de posponer el mismo.

## 2. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

### 2.1- Factores a considerar en la determinación del Tamaño

En relación a la determinación del tamaño, en general existen en el mercado ofertas para diferentes tamaños de planta e incluso en ciertas producciones estas se pueden iniciar con un tamaño mínimo económico<sup>10</sup> y posteriormente ir añadiendo líneas de producción a partir del crecimiento de la demanda. A partir de estos criterios en la práctica se logra definir con bastante racionalidad económica el tamaño de planta más adecuado, a partir del análisis y proyección de la demanda, excepto cuando existan limitaciones en la disponibilidad de insumos que fijen un límite máximo de producción.

No obstante en la definición del tamaño existen factores económicos que es aconsejable tener presentes, debido a la existencia de economías de escala, que se expresan en que el costo de inversión crece menos que proporcionalmente al aumento de la capacidad, es decir el costo de producción unitario disminuye al aumentar el tamaño de la planta.

Lo que matemáticamente se expresa como:  $I_1 = I_0 * (C_1/C_0)^\alpha$  (1)

En que  $I_0$  es el costo de inversión de la capacidad conocida,  $I_1$  es el costo de inversión de la inversión de la capacidad proyectada,  $C_1$  capacidad de la inversión proyectada,  $C_0$  capacidad conocida y  $\alpha$  coeficiente de escala. Esta relación se desarrolla originalmente a partir de experiencias en la industria química y  $\alpha$  es también conocido como factor de William o factor de los seis décimos, al tener un valor de 0,6, aunque para otras industrias puede variar entre 0,3 y 0,9.

La tendencia al aumento del tamaño por la influencia de las economías de escala no es ilimitada, en primer lugar por razones prácticas, dado que la oferta de capacidades cada vez mayores no es ilimitada en un momento dado, pero además por diferentes razones de índole económica y organizativa, como el incremento de las dificultades de coordinación, deseconomías de escala y ley de los rendimientos decrecientes. Al respecto es conveniente puntualizar que la ley de los rendimientos decrecientes y las economías de escala son fenómenos económicos de diferente naturaleza, pues debido a la existencia de factores de producción fijos, la ley de los rendimientos decrecientes se expresa en que a partir de cierto volumen de producción para una determinada estructura de producción los rendimientos del proyecto comienzan a decrecer y consecuentemente el costo unitario comienza a aumentar.

En cuanto a las deseconomías de escala, aunque estas también se expresan en el

---

<sup>10</sup> Por tamaño económico mínimo se entenderán aquellos tecnológicamente eficientes, disponibles en el mercado, cuyos costos unitarios permitan precios competitivos y en que se garantice al menos el Umbral de Rentabilidad Económico. Para más información sobre el umbral de rentabilidad económico ver el capítulo v.



aumento del costo unitario a partir de ciertos niveles de producción, estas son debidas a otros factores, entre los que destacan:

- problemas de organización y coordinación al aumentar excesivamente las capacidades de producción,
- incremento del costo de transporte de los productos y los insumos al aumentar las distancias,
- disponibilidad de fuerza de trabajo,
- infraestructura y sus capacidades, en cuanto a vías de comunicación, suministro de agua, fuentes de energía, evacuación de residuales, etcétera.

En resumen el costo unitario decrece en la medida que aumenta el volumen de producción como consecuencia de las economías de escala, pero comienza a crecer a partir de cierto nivel de continuar aumentando la escala de producción, dando lugar a las diseconomías de escala.

Las consideraciones anteriores ponen de manifiesto la importancia económica de definir la localización del proyecto, pues esta estará muy relacionada con el costo de transportación de los productos y los insumos, disponibilidad de fuerza de trabajo y capacidades infraestructurales, en fin los diferentes factores de localización que dan lugar a las diseconomías de escala o cuyo costo puede aumentar innecesariamente debido a una incorrecta localización. Al respecto es preciso distinguir dos momentos: la macro localización y la micro localización, obedeciendo la primera a la definición de una zona geográfica determinada y la segunda a la definición precisa del lugar en que se ejecutará el proyecto.

Se comprende por tanto que en la macro localización del proyecto influyen decisivamente los factores económicos antes discutidos en cuanto a economías y diseconomías de escala, mientras en la micro localización reviste gran importancia factores ecológicos tales como contaminación ambiental (residuales, ruidos, polución) resistencia del suelo, orientación de los vientos, acceso a la infraestructura vial, de comunicaciones, energía, agua potable, etcétera.

## **2.2- Los factores de localización**

Los factores de localización como su nombre lo indica, brindan la información que permite identificar las diferentes ubicaciones que pudieran resultar convenientes para la localización del proyecto, entre estos factores destacan:

El costo de transportación de los productos y los insumos.- Al respecto se distinguen los proyectos orientados hacia el mercado y los proyectos orientados hacia las materias primas. Los proyectos cuya localización esta orientada hacia el mercado se caracterizan por ser mucho más alto el costo de transporte de la producción terminada que de las materias primas, como la producción de envases, la producción de cervezas, etcétera, pues en el primer caso se estaría transportando un envase vacío, es decir aire, en el

segundo el componente fundamental de la cerveza es agua; también clasifican en este grupo las industrias que procesan productos agrícolas y en general productos perecederos, en que resulta conveniente localizarlas cerca de los centros de consumo.

En cuanto a las industrias cuya localización esta orientada hacia la cercanía de las fuentes de materias primas, por lo contrario se caracterizan por ser mucho más alto el costo de transporte de las materias primas que de la producción terminada, tal es en general el caso de la minería e industria de los materiales de construcción, por ejemplo, una planta de níquel a partir de mineral laterítico procesa una materia prima en que la ley del mineral es inferior al 2%, es decir que los volúmenes de materia prima a procesar son decenas de veces superiores a los del producto terminado. De lo antes expuesto también se deduce que si el proyecto depende de materia prima importada o esta dirigido esencialmente hacia la exportación deberá localizarse cerca de los puertos o terminales aéreas si este fuera el caso.

Incluso dado el carácter perecedero o costos de transporte, de estas producciones orientadas hacia las materias primas, las industrias que las procesan se deberán no solo localizar forzosamente cerca de la materia prima, sino que el tamaño del proyecto estará limitado por la disponibilidad potencial de materia prima en la zona, definiendo su tamaño máximo. Tal es el caso de cualquier proyecto minero, níquel, cobre, hierro, etcétera; en el sector agrícola, es conocido que el tamaño de un central azucarero, una planta productora de conservas de frutas y vegetales, una planta de productos lácteos; estará limitado por el potencial productivo en la zona, de caña de azúcar, frutas, vegetales, producción de leche respectivamente, al constituir productos perecederos que no pueden transportarse a largas distancias de forma económica.

El tipo de orientación del proyecto como se comprende, brinda una primera aproximación de las posibles localizaciones del mismo, las que conjuntamente con la valoración de las diferentes variantes de tamaño, otros factores de localización y las economías de escala y las deseconomías de transporte permitirán seleccionar la alternativa más conveniente.

No obstante, existen muchas industrias en que esta orientación no es tan precisa, como puede suceder en industrias de bienes de consumo, productos petroquímicos, industria mecánica, en que será necesario determinar los costos de transporte de las diferentes alternativas de localización, así como la influencia que pueden tener los otros factores de localización.

Fuerza de Trabajo.- La disponibilidad de fuerza de trabajo es siempre un factor de importancia al evaluar el emplazamiento de cualquier proyecto, pudiendo influir desde diferentes puntos de vista. En primer lugar se requiere de determinada cantidad de fuerza de trabajo, tanto no calificada como calificada, además con determinada experiencia y estructura de calificación, pues la necesidad de trasladar fuerza de trabajo desde otras regiones puede comportar complejidades y costos de importancia, en particular si se requiere de la construcción de viviendas. De otra parte pueden existir regiones con altos niveles de desempleo, por tanto con abundancia de fuerza de trabajo en que no se

presentará la situación anterior, sino en que además constituyen lugares en que sería deseable la localización del proyecto por razones de desarrollo social.

Vías de Comunicación.- La existencia de vías de comunicación para el traslado de los productos y los insumos, es siempre un factor a tener en cuenta, pues de no existir su construcción puede hacer inviable el proyecto, excepto en aquellas actividades orientadas hacia las fuentes de materias primas en que los yacimientos estuvieran alejados de las mismas, en cuyo caso sería preciso valorar esta inversión en infraestructura y buscar las vías de acceso más económicas a la red de transporte (carreteras, red ferroviaria, puertos marítimos o fluviales).

Agua.- El agua también constituye un factor de localización importante, pues resulta difícil pensar en una actividad económica que no requiera de la misma, llegando a asumir gran importancia en industrias como la alimentaria en que no solo se requiere de grandes cantidades de agua potable, sino de determinada calidad del agua, la que puede convertirse en un factor decisivo en determinadas producciones, siendo típico el caso de las fábricas de cerveza, al constituir el agua un factor esencial en la calidad de la cerveza.

En la valoración de este factor de localización también hay que tener presente que aunque aparentemente exista disponibilidad de la misma, esta puede ser competitiva con el consumo de otras actividades económicas y la población, pudiendo llegar a afectar su consumo o demandar inversiones de ampliación en la infraestructura de la localidad donde se localice el proyecto. Estas inversiones no afectarían los resultados de la evaluación desde el punto de vista de la evaluación financiera o empresarial, pero pudieran ser muy significativas para la evaluación social. En la evaluación de este factor también pudiera ser de interés el considerar las posibilidades de reciclar la misma y el tratamiento y evacuación de los residuales, que son aspectos significativos en la evaluación social del proyecto.

Energía y combustible.- Al igual que el agua, la disponibilidad y acceso a fuentes energéticas constituye un factor determinante al localizar el proyecto, pues un suministro inadecuado o la necesidad de contar con fuentes propias de suministro de energía pueden erigirse en una seria barrera. En este caso también es importante evaluar las capacidades instaladas y las demandas de otros sectores y la población, pues de requerir inversiones en la infraestructura, pudieran existir localizaciones que podrían ser vetadas al ser evaluadas desde el punto de vista social.

Este factor es generalmente determinante en la localización de determinadas industrias, como por ejemplo la industria del aluminio, que al ser altamente consumidora de energía eléctrica aconseja su localización en lugares en que esta sea abundante y de bajo costo.

Residuales, ruidos y descargas.- En general las industrias generan desechos líquidos y sólidos, ruidos, descargas gaseosas y de partículas sólidas a la atmósfera, etcétera, que pueden afectar en mayor o menor medida una comunidad dada, requiriendo de adecuados sistemas de alcantarillado e inversiones que permitan reducir los daños a

niveles admisibles según las normas establecidas. No obstante, en ocasiones estos residuales pueden ser muy agresivos al medio ambiente, con un fuerte impacto ambiental no solo en la población, sino en terrenos agrícolas, ríos y costas, situación en que muchas posibles localizaciones deben ser desechadas al considerar este factor.

Política Económica y Social.- La política económica y social constituyen factores determinantes en muchas ocasiones al valorar las opciones de localización de un proyecto dado, debido a razones tales como:

- Las deseconomías de concentración urbana, que disparan los costos en infraestructura para el abasto de agua potable, energía, transporte, comunicaciones, vivienda, etcétera, incentivando la descentralización de la industria.
- La existencia de regulaciones para limitar el crecimiento de las grandes concentraciones urbanas.
- Los impactos ambientales, que inducen limitar la concentración urbana a los efectos de frenar y reducir los niveles de contaminación.
- El interés de desarrollar determinadas regiones, las que pueden estar beneficiadas con exenciones fiscales, subsidios, facilidades de financiación, etcétera.
- Política de empleo dirigidas a reducir desigualdades en la distribución del ingreso entre regiones, favoreciendo aquellas con mayor población desempleada.
- Condiciones generales de vivienda, servicios de salud, educación, bienestar social y recreación.

Obviamente, en la medida en que se va considerando la localización, proyección y estructura de la demanda, las diferentes variantes de tamaño de planta disponibles, los diferentes factores de localización, incluidos factores socioeconómicos y ambientales, se irán reduciendo las opciones de tamaño y localización, siendo la más conveniente aquella con un menor costo unitario de producción.

## **2.3- El Tamaño y la capacidad de producción**

En la práctica empresarial existen diferentes categorías de capacidad, así como metodologías específicas para su determinación, en dependencia del tamaño garantizado por el fabricante, régimen de trabajo, etcétera. Así se tiene la capacidad técnica o potencial, que constituye la capacidad máxima de los equipos según la garantía brindada por el fabricante, a partir de esta, considerando un régimen de explotación normal, días de trabajo al año, número de turnos, paradas por reparación y mantenimiento, etcétera, se llega a la capacidad normal de

explotación, que es la que en última instancia interesa a los efectos de la evaluación del proyecto.

No obstante, los equipos que integran el proyecto generalmente tienen diferentes capacidades, viniendo definida la capacidad de la planta por la capacidad del equipo fundamental, el que generalmente constituye el cuello de botella para una mayor producción bajo un régimen de trabajo dado y nos define el tamaño de planta o tamaño de fábrica.

En la definición del tamaño y la capacidad, hay que tener presente que en los primeros años de operación no se alcanza la plena capacidad, requiriéndose generalmente 3 ó 4 años, debido a la falta de experiencia de la fuerza de trabajo de producción y mantenimiento, problemas tecnológicos, ajustes de equipo, desconocimiento del mercado y técnicas más apropiadas de comercialización y distribución, etcétera; por esta razón el programa de producción no podrá partir solo del crecimiento gradual de la demanda y la capacidad instalada, sino que tendrá que tomar en consideración los niveles posibles de aprovechamiento de la capacidad.

### **2.3.1- Pronóstico de ventas y programa de producción**

El análisis y proyección de la demanda provee la información inicial para realizar el pronóstico de las ventas, a partir de la cuota de mercado estimada y su probable evolución a lo largo del tiempo. Una vez realizada esta proyección se procederá a definir el programa de producción, considerando la capacidad de producción y su nivel de aprovechamiento, así como, el crecimiento gradual de la demanda, de constituir tamaños de planta superiores a la demanda existente en los años iniciales de la puesta en producción del proyecto.

Finalmente a partir de las ventas proyectadas se podrán estimar los ingresos. Al respecto, es importante tener presente que este es un proceso iterativo, en que se requiere compatibilizar la demanda proyectada, el tamaño y su nivel de aprovechamiento, a los efectos de poder elaborar el programa de producción, el que a su vez se corresponderá con los niveles de ventas e ingresos a lograr.

## **2.4- Modelos de Tamaño Óptimo de Fábricas**

A este fin puede ser de utilidad examinar algunos modelos económico-matemáticos sencillos para la determinación del tamaño y localización y fundamentalmente los principios más generales en que se sustenta la determinación del tamaño óptimo.

Los problemas del tamaño y localización, no revisten grandes complejidades en sectores, como agricultura, minería, pesca, etcétera, pues los proyectos de inversión a ejecutar en estos sectores, tienen que realizarse generalmente donde se pueda extraer o producir el producto deseado y en la magnitud que lo permita el potencial productivo de la

zona, por lo que son típicos fundamentalmente del sector industrial.

Para este fin se han desarrollado diversos modelos matemáticos, de estos se examinará cuatro modelos, que tienen la ventaja de ser relativamente sencillos, a la vez que permiten abordar las situaciones más generales que se presentan al considerar el problema de definir el tamaño y localización de un proyecto de inversión. Estos modelos son<sup>11</sup>:

1. Modelo de tamaño óptimo considerando economías de escala y deseconomías de transporte otros factores de localización.
2. Modelo de tamaño óptimo con demanda creciente
3. Modelo de tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte otros factores de localización.
4. Modelo de tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte otros factores de localización, incluyendo el valor del dinero en el tiempo.

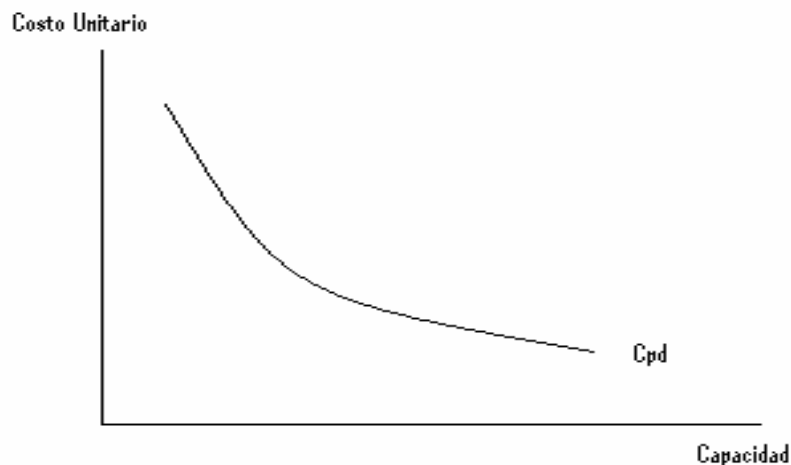
#### **2.4.1- Modelo de tamaño óptimo considerando economías de escala y deseconomías de transporte y otros factores de localización**

El modelo de tamaño óptimo considerando economías de escala y deseconomías de transporte y otros factores de localización, no es más que la síntesis de los conceptos expuestos en los epígrafes anteriores y se puede representar tanto de forma gráfica, como calcular analíticamente.

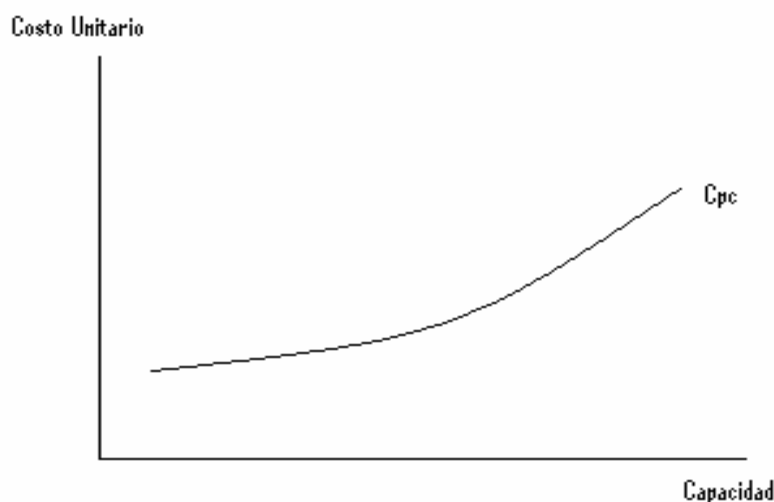
Al generalizar el concepto de economías de escala resulta evidente que dichas economías se producen no solamente en los costos de inversión, sino también en otras partidas de los gastos fijos, como gastos de administración, fuerza de trabajo, etcétera, esto significa que el costo de producción unitario tenderá a disminuir como producto de las economías de escala. Esta tendencia decreciente del costo unitario en relación al tamaño, se expresa gráficamente de la forma siguiente:

---

<sup>11</sup> Gonzalo M. Rodríguez Mesa:- Consideraciones sobre la determinación del tamaño óptimo de fábricas, Revista Economía y Desarrollo No. 71, Pág.108-128, Cuba, Noviembre – Diciembre de 1982.

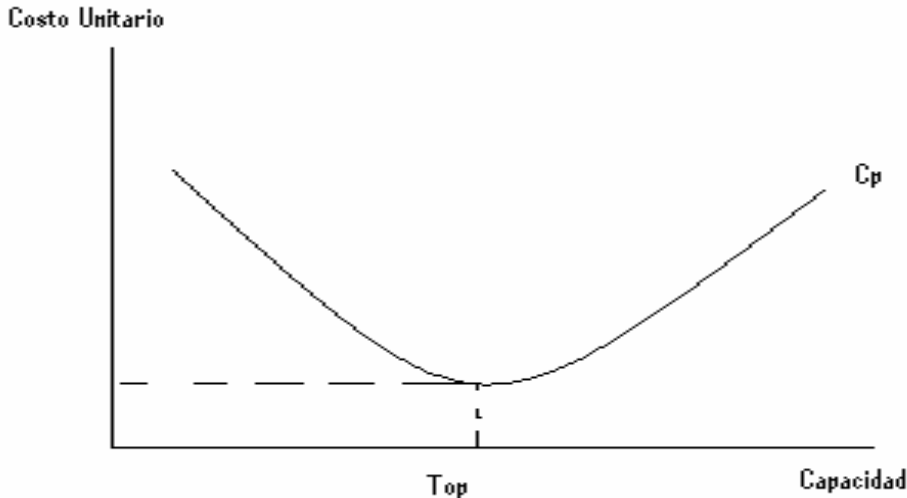


Sin embargo, tal como fue discutido anteriormente los factores de localización influyen en sentido inverso, pues en la medida que es mayor el tamaño tiende a incrementarse la distancia de los insumos y/o productos a transportar, pueden incrementarse los costos de tipo infraestructural por acceso a fuentes de energía, agua, tratamiento de residuales, etcétera, es decir, se produce un incremento en el costo unitario en la medida que es mayor el tamaño, lo que se expresará gráficamente de la forma siguiente:



Como se observa se ha dividido en dos grupos los componentes de  $C_p$ , costo unitario de producción:  $C_{pd}$ , partidas de gastos con tendencia decreciente en función del tamaño y  $C_{pc}$  partidas de gastos con tendencia creciente en función del tamaño, por tanto la curva del costo unitario total  $C_p = C_{pd} + C_{pc}$ , tendrá la siguiente expresión gráfica:

### GRÁFICO No.8 MODELO DE TAMAÑO ÓPTIMO



Como se aprecia, la curva  $C_p$  tiene una tendencia decreciente en la medida que aumenta el tamaño debido al efecto de las economías de escala, pero a medida que aumenta el tamaño esta tendencia disminuye y a partir del punto de costo mínimo, comienza a ser creciente como consecuencia de las diseconomías de escala, siendo precisamente este punto de costo mínimo el que define el tamaño óptimo (Top).

#### Ejemplo de cálculo del tamaño óptimo considerando economías de escala y diseconomías de transporte

A los efectos de comprender la aplicación analítica de este modelo, se explicará a continuación su empleo en un caso concreto simplificado.

Determinar el tamaño óptimo de una refinería de petróleo conociendo que el costo de inversión para una planta de 3 millones de toneladas en 1000 millones de dólares, que  $\alpha = 0,6$  para tamaños de planta entre 3 y 5 millones de toneladas y que la vida útil de la fábrica es 15 años. Considere que el valor residual es 0.

Además se conoce que el costo de transporte es de 6 centavos por tonelada kilómetro y que el costo de fabricación y administración unitario y la distancia promedio para los tamaños de planta disponibles en el mercado son los siguientes:



| Tamaños Disponibles<br>(Millón de Toneladas) | Costo de Fabricación<br>Y Administración |                           |
|----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
|                                              | Unitario                                 | en dólares <sup>(1)</sup> |
| 3,00                                         | 72,0                                     | 100,0                     |
| 3,50                                         | 71,0                                     | 105,0                     |
| 4,00                                         | 69,50                                    | 110,0                     |
| 4,25                                         | 69,45                                    | 112,5                     |
| 4,50                                         | 69,40                                    | 125,0                     |

(1) No incluye costos de transporte

### Solución

1ero.- Calcular el costo de inversión total y unitario para los diferentes posibles tamaños de planta.

Estos valores se pueden calcular a partir de la fórmula (1)

$$I_1 = I_0 * (C_1/C_0)^{\alpha}$$

Por tanto, para una capacidad de 3,5 millones de toneladas el costo de inversión ascenderá a:

$$I_1 = 1000 * (3,5/3,0)^{0,6}$$

$$\text{Log } I_1 = \text{log } 1000 + 0,6 \text{ log } 1,167$$

$$\text{Log } I_1 = 3 + 0,6 * 0,06707$$

$$\text{Log } I_1 = 3 + 0,04024$$

$$\text{Log } I_1 = 3,04024$$

$$\text{Ant Log } I_1 = 1097$$

Siguiendo igual procedimiento se calcularía el costo de inversión para las diferentes variantes de tamaño. En cuanto al costo unitario de inversión, por ejemplo, para 3 millones de toneladas de capacidad y vida útil de 15 años, ascendería a 22,22 dólares:

$$1000/15/3 = 22,22$$

En el cuadro 3.1 se presentan los costos totales y unitarios de inversión para las diferentes variantes de tamaño, calculados según los criterios anteriores:

**CUADRO 3.1- COSTO DE INVERSIÓN PARA DIFERENTES VARIANTES DE TAMAÑO**

| Tamaño<br>(Millón de Toneladas) | Costo de Inversión<br>Millón de dólares | Costo Unitario<br>de Inversión<br>Dólares |
|---------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 3,00                            | 1000                                    | 22,22                                     |
| 3,50                            | 1097                                    | 20,89                                     |
| 4,00                            | 1188                                    | 19,80                                     |
| 4,25                            | 1232                                    | 19,33                                     |
| 4,50                            | 1275                                    | 18,89                                     |

2do.- Calcular el costo de transporte.- Este se calcula según los datos del problema tal como se presenta se presenta en el cuadro 3,2:

**CUADRO 3.2- CÁLCULO DEL C OSTO DE TRANSPORTE**

| Tamaño<br>(Millón de Toneladas) | Distancia<br>Promedio<br>Kilómetros | Toneladas-<br>kilómetros<br>Millones | Costo Anual<br>Transporte<br>Millón de<br>Dólares <sup>a</sup> | Costo<br>Unitario<br>de Transporte<br>Dólares |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 3,00                            | 100,0                               | 300                                  | 18,00                                                          | 6,00                                          |
| 3,50                            | 105,0                               | 367,5                                | 22,05                                                          | 6,30                                          |
| 4,00                            | 110,0                               | 440,0                                | 26,40                                                          | 6,50                                          |
| 4,25                            | 112,5                               | 478,1                                | 28,69                                                          | 6,75                                          |
| 4,50                            | 125,0                               | 562,5                                | 33,75                                                          | 7,50                                          |

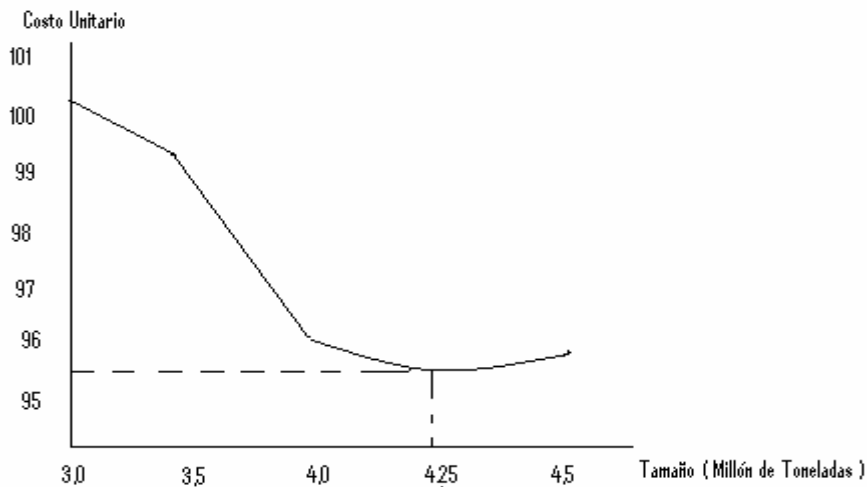
a) Calculado a partir del costo de 6 centavos por tonelada-kilómetro, dado como dato del problema

3ero.-Calcular el costo unitario total.- El costo unitario total se obtiene al sumar los costos unitarios de inversión, fabricación, administración y transporte, como se expone en el cuadro a continuación

**CUADRO 3.3- TAMAÑO ÓPTIMO A PARTIR DEL COSTO UNITARIO MÍNIMO**

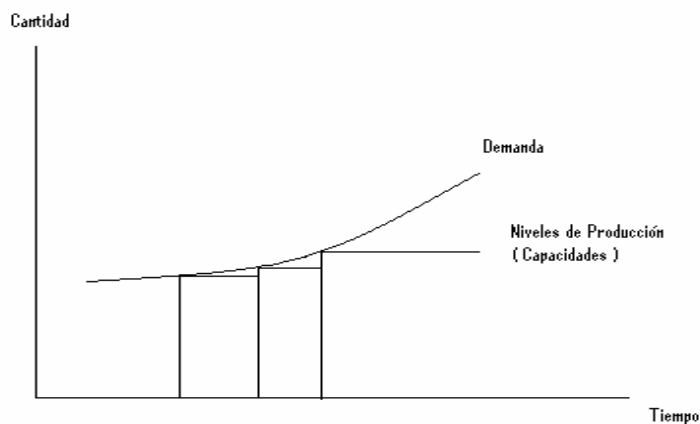
| Tamaño<br>(Millón de Toneladas) | Costo Unitario<br>de Inversión<br>Dólares | Costo de Fab.<br>Y Administrac.<br>Unitario<br>Dólares | Costo Unitario<br>de Transporte<br>Dólares | Costo Unitario<br>Total<br>Dólares |
|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| 3,00                            | 22,22                                     | 72,0                                                   | 6,00                                       | 100,22                             |
| 3,50                            | 20,89                                     | 71,0                                                   | 6,30                                       | 98,19                              |
| 4,00                            | 19,80                                     | 69,60                                                  | 6,50                                       | 95,90                              |
| <b>4,25</b>                     | <b>19,33</b>                              | <b>69,45</b>                                           | <b>6,75</b>                                | <b>95,53</b>                       |
| 4,50                            | 18,89                                     | 69,40                                                  | 7,50                                       | 95,79                              |

Como se aprecia el costo unitario mínimo corresponde al tamaño de 4,25 millones de toneladas, constituyendo este el tamaño óptimo atendiendo a las economías de escala y diseconomías de transporte; esto también puede ser representando gráficamente, teniendo la curva del costo unitario el comportamiento siguiente:



#### 2.4.2- Modelo de Tamaño Óptimo con Demanda Creciente

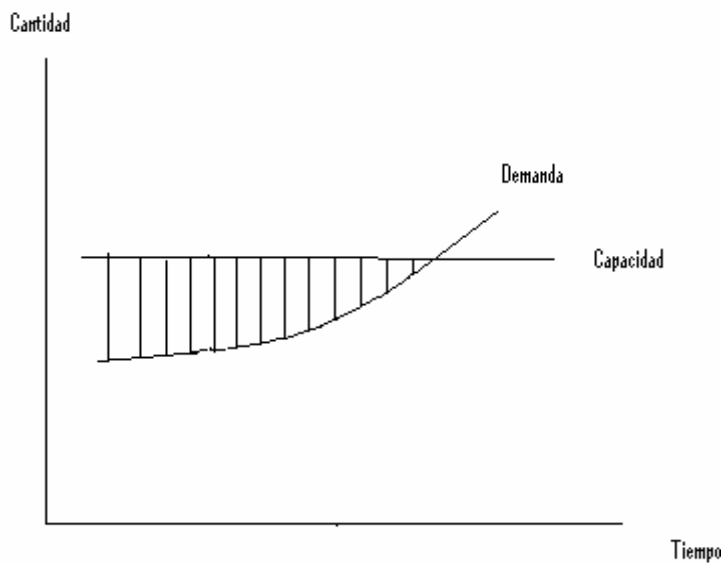
Una situación frecuente al definir el tamaño, es el hecho de que cualquier proyecto de inversión tiene una vida útil de varios años (10, 12, 15 años) y la demanda puede crecer de forma continua en el tiempo, surgiendo el problema de definir para que nivel de satisfacción de la demanda se requiere diseñar la planta; si por ejemplo se establece el tamaño a partir de la demanda inicial, quizás no se aprovechen racionalmente las posibles economías de escala; además transcurrido muy poco tiempo de haber instalado la planta sería preciso proceder a ampliar ésta, produciéndose una situación que se puede graficar de la forma siguiente:



Como se aprecia esta alternativa presupone constantes ampliaciones, lo que no

siempre es posible realizar con eficiencia y rapidez, por lo que podrían presentarse periodos de tiempo más o menos prolongados en que la planta no satisficiera la demanda.

Como alternativa opuesta a la anterior estaría el considerar un tamaño de planta que cubra totalmente la demanda durante toda la vida útil del proyecto, alternativa que permitiría aprovechar al máximo las economías de escala. No obstante, es obvio que esta es una alternativa extrema que presentaría el inconveniente de que la capacidad instalada sería superior a la demanda, por tanto presupone subutilización de capacidades a lo largo de la vida útil de la planta, tal como se observa en el área rayada en el gráfico:



En conclusión cualquiera de las alternativas extremas tiene ventajas y desventajas; en un caso no se produce subutilización de las capacidades pero no se recibe el beneficio de las economías de escala, mientras que en el segundo se obtiene este beneficio pero hay una excesiva subutilización de la capacidad.

Precisamente a conjugar estos dos aspectos es que esta dirigido el modelo de tamaño óptimo con demanda creciente, siendo su objetivo obtener el punto de equilibrio (el tamaño) donde se compensen las ventajas y desventajas de ambas alternativas, es decir, relacionar de una parte el costo de inversión y de la otra, la producción total a obtener durante la vida útil del proyecto. De esta forma el tamaño óptimo, sería aquel que permita obtener el costo mínimo de inversión por unidad de producción, es decir:

$$I / P = \text{mínimo}$$

Donde:

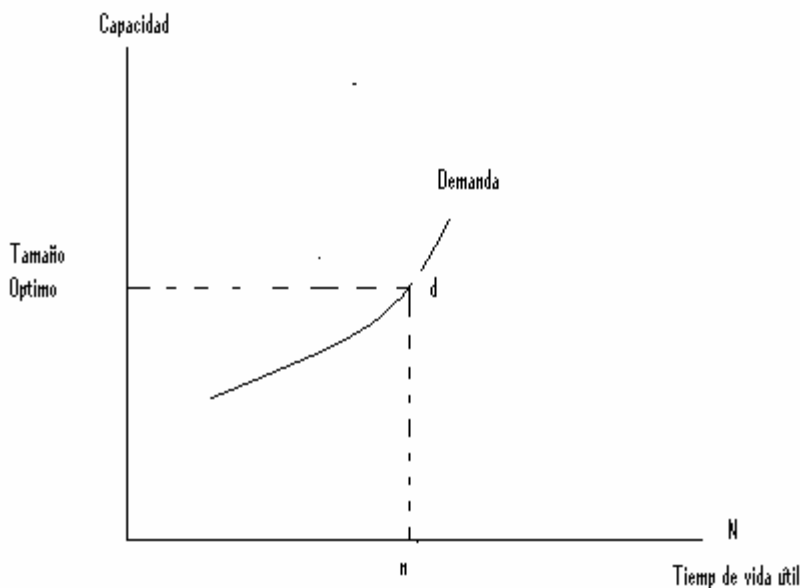
I = Costo de inversión

P = Producción total a obtener por el proyecto durante la vida útil del proyecto

Como se comprende el valor de  $I$  se correspondería con las diferentes alternativas de tamaño e implícitamente variaría según las economías de escala que corresponda al proyecto de inversión en cuestión, mientras que al considerar en el denominador la producción a obtener durante toda la vida útil, se estaría considerando la mayor o menor utilización de las capacidades, pues a mayor utilización de las capacidades mayor producción para cada alternativa de tamaño.

Este punto de equilibrio  $d$ , en que,  $I/P = \text{mínimo}$ , se puede representar gráficamente como sigue:

**GRAFICO No 9**  
**TAMAÑO ÓPTIMO CON DEMANDA CRECIENTE**



De donde se deduce que existirá un nivel de satisfacción de la demanda que se corresponde con el tamaño óptimo y que a su vez constituye el nivel de demanda que se tendrá en el año  $n$ .

Ahora el problema se reduce a obtener este periodo " $n$ " correspondiente al tamaño óptimo, pues obtenido el mismo, como se conoce el crecimiento de la demanda, resulta fácil calcular la existente en dicho año y que define el tamaño óptimo.

A este fin se pueden realizar determinadas deducciones matemáticas que permiten obtener el valor de  $n$ <sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Organización de las Naciones Unidas: Apéndice a problemas del tamaño de la fábrica en la industria de los países menos desarrollados, Dirección de asuntos económicos de Naciones Unidas, Artículos sobre evaluación de inversiones, pags. 66 y 67.

A tal efecto se partirá de la fórmula (1) estudiada al inicio del capítulo para el cálculo de las economías de escala y que como se recordará expresaba que:

$$I_1 = I_0 * (C_1/C_0)^{\alpha}$$

Fórmula esta que se puede generalizar a:

$$I = KZ^{\alpha} \quad (1)$$

Cuando en lugar de 2 fábricas los datos se obtienen de n fábricas, y en que:

I = Costo de inversión

K = Constante

Z = Capacidad

$\alpha$  = Coeficiente de escala

Si se considera como  $d_0$ , la demanda inicial, la demanda en el año n se podrá expresar como:

$$d_0 f(n)$$

Por tanto: Z, capacidad en el año n, será:

$$Z = d_0 f(n) \quad (2)$$

Sustituyendo (2) en (1):

$$I = K * [d_0 f(n)]^{\alpha}$$

Es decir, se ha transformado el numerador de la expresión que se desea minimizar en función del resultado deseado. En relación con el denominador P (producción durante toda la vida útil del proyecto) estará determinada por la demanda que se proyecte hasta el año "n", más la producción a obtener en el periodo N-n, que será constante a partir de n, pues precisamente a partir de la demanda existente en n, es que se determina el tamaño óptimo de la fábrica.

En conclusión, la suma de la producción total durante los años de vida útil de la fábrica se puede expresar de la forma siguiente:

$$P = d_0 [ (0,5 + f(1)) + f(2) + f(3) + \dots + f(n-1) + (N - n + 0,5) f(n) ]$$

Como se observa, se va considerando la producción a realizar en cada año  $f(1)$ ,  $f(2)$ , etcétera, hasta llegar al año anterior a  $n$ , es decir  $n-1$ , y a partir de aquí se considera una producción constante igual a  $f(n)$ <sup>13</sup>:

Por tanto:

$$I/P = K[d_0 f(n)]^\alpha / d_0 [(0,5 + f(1)) + f(2) + f(3) \dots + f(n-1) + (N - n + 0,5) f(n)] = \text{Min}$$

En esta ecuación existen varias constantes “ $k$ ”, “ $d_0$ ” y “ $\alpha$ ”, por lo que el valor mínimo de la misma es igual al de:

$$f(n)^\alpha / 0,5 + f(1) + f(2) + f(3) \dots + f(n-1) + (N - n + 0,5) f(n) = \text{Mínimo}$$

El mínimo de esta fórmula para una tasa “ $r$ ” anual de crecimiento de la demanda será<sup>14</sup>:

$$1/R^n = 1 - 2 * 1 - \alpha / \alpha * R - 1 / R + 1 * (N - n)$$

En que:

$$R = 1 + r$$

$r$  = Tasa anual de crecimiento de la demanda

$N$  = vida útil

$n$  = momento del tiempo en que se arriba al nivel de demanda correspondiente al tamaño óptimo

#### Ejemplo de cálculo del tamaño óptimo con demanda creciente

Hallar el tamaño óptimo de una refinería de petróleo. Al respecto se conoce que en la actualidad para satisfacer la demanda es preciso importar productos refinados por 3 millones de toneladas y que esta demanda crecerá a una tasa del 5% anual durante los 15 años de vida útil del proyecto, así como que  $\alpha = 0,6$ .

Solución:

$$1/R^n = 1 - 2 * 1 - \alpha / \alpha * R - 1 / R + 1 * (N - n)$$

Se conoce que:

$$R = 1 + 0,5 = 1,05$$

$$\alpha = 0,6$$

$$N = 15$$

<sup>13</sup> La producción de cada año viene definida por la demanda, corresponde por tanto a:  $d_0 f(1)$ ,  $d_0 f(2)$ .... $d_0 f(n)$

<sup>14</sup> Organización de Naciones Unidas: ob.cit. pag. 67

Por tanto:

$$1 / 1,05^n = 1 - 2 * 1 - 0,6/0,6 * 0,1 / 2,1 * (15 - n)$$

Para hallar n solo sería necesario obtener el punto donde se cortan:

La curva:  $1 / 1,05^n$

Y la recta:  $1 - 2 * 1 - 0,6/0,6 * 0,1 / 2,1 * (15 - n)$ , que puede ser simplificada a:

$$1 - 0,03252033 * (15 - n)$$

Por lo que dándole valores a n:

| n           | $1 / 1,05^n$ | $1 - 0,03252033 * (15 - n)$ |
|-------------|--------------|-----------------------------|
| 1           | 0,95         | 0,54                        |
| 2           | 0,91         | 0,58                        |
| 3           | 0,86         | 0,61                        |
| 4           | 0,82         | 0,64                        |
| 5           | 0,78         | 0,67                        |
| 6           | 0,75         | 0,71                        |
| <b>6,55</b> | <b>0,73</b>  | <b>0,73</b>                 |
| 7           | 0,71         | 0,74                        |

Como se aprecia al cabo de 6,55 años se arriba al nivel de demanda correspondiente al tamaño óptimo y como la demanda crece al 5% anual, el tamaño óptimo será:

CUADRO 3.4- CÁLCULO DEL TAMAÑO ÓPTIMO CON DEMANDA CRECIENTE

| n           | Crecimiento de la Demanda | Demanda Mil Toneladas |
|-------------|---------------------------|-----------------------|
| 0           | 1,00                      | 3,000                 |
| 1           | 1,05                      | 3,150                 |
| 2           | 1,10                      | 3,308                 |
| 3           | 1,16                      | 3,473                 |
| 4           | 1,22                      | 3,647                 |
| 5           | 1,28                      | 3,829                 |
| 6           | 1,34                      | 4,020                 |
| <b>6,55</b> | <b>1,38</b>               | <b>4,130</b>          |
| 7           | 1,41                      | 4,221                 |

El tamaño óptimo ascenderá 4130 mil toneladas, pero este tamaño no está disponible, por lo que será necesario seleccionar entre los más cercanos: 4000 ó 4250 miles de toneladas.



### 2.4.3- Modelo de tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte y otros factores de localización

Los dos últimos modelos estudiados permiten determinar el tamaño óptimo para dos situaciones específicas, en un caso tomando en consideración las economías de escala y las deseconomías de transporte y otros factores de localización, en otro, considerando una demanda creciente. Estos modelos son muy simples en su aplicación y en ocasiones son suficientes si se quiere obtener una idea aproximada del tamaño de planta más conveniente, sobre todo en la etapa inicial de evaluación del proyecto es decir, a nivel de estudio de oportunidad.

No obstante, de existir demanda creciente y deseconomías de transporte y otros factores de localización, estos modelos darían solamente un resultado aproximado, pues el tamaño óptimo sería realmente inferior al obtenido. Esto se comprende si se analiza que ambos modelos parten de un mismo factor que favorece económicamente el aumento del tamaño (las economías de escala); sin embargo, tratan de forma independiente factores económicos que actúan en dirección contraria al aumento del tamaño, pues en el primer modelo se obtiene un punto de equilibrio entre las economías de escala y las deseconomías por transporte y otros factores de localización; en el otro caso el punto de equilibrio es entre las economías de escala y el costo asociado a la subutilización de capacidades al ser la demanda creciente.

El análisis anterior permite comprender que el punto de equilibrio buscado se desplazará hacia tamaños de planta inferiores cuando se consideren simultáneamente las deseconomías de transporte y la subutilización de capacidades.

No obstante, a partir de los principios teóricos en que se sustenta el tamaño óptimo es posible inferir cual sería el criterio de optimalidad en este caso, pues este correspondería al tamaño de fábrica que permita obtener, el costo de producción unitario mínimo correspondiente al total de producción a obtener durante la vida útil del proyecto.

Matemáticamente el modelo se expresaría como:

$$\frac{\sum_{j=1}^{j=N} [(I_j + C_j)]}{\sum_{j=1}^{j=N} P_j} = \text{Mínimo}$$

donde:

$I_j$  = Costo de Inversión año  $j$

$C_j$  = Costo total de producción, excluyendo depreciación en el año  $j$

$P_j$  = Producción en el año  $j$  atendiendo a la cuantía de la demanda y el tamaño

N = Vida útil

### Ejemplo de cálculo del tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte y otros factores

A tal efecto se calculará el tamaño óptimo de la refinería de petróleo que se ha venido estudiando, pero integrando en la formulación del problema el conjunto de factores examinados en los modelos 1 y 2.

Hallar el tamaño óptimo de una refinería de petróleo. Al respecto se conoce que en la actualidad para satisfacer la demanda es preciso importar productos refinados por 3 millones de toneladas y que esta demanda crecerá a una tasa del 5% anual durante los 15 años de vida útil del proyecto.

Usted conoce además que el costo de inversión para una planta de 3 millones de toneladas es 1000 millones de dólares, que  $\alpha = 0,6$  para tamaños de planta entre 3 y 5 millones de toneladas y que la vida útil de la fábrica es 15 años. Considere que el valor residual es 0.

Además se conoce que el costo de transporte es de 6 centavos por tonelada kilómetro y que el costo de fabricación y administración unitario y la distancia promedio para los tamaños de planta disponibles en el mercado son los siguientes:

| Tamaño Disponible<br>(Millón de Toneladas) | Costo de Fab. y Adm.<br>Unitario en dólares <sup>(1)</sup> | Distancia Promedio |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|
| 3,00                                       | 72,0                                                       | 100,0              |
| 3,50                                       | 71,0                                                       | 105,0              |
| 4,00                                       | 69,50                                                      | 110,0              |
| 4,25                                       | 69,45                                                      | 112,5              |
| 4,50                                       | 69,40                                                      | 125,0              |

(2) No incluye costos de transporte

### Solución

A este fin se calcularían las diferentes variantes de tamaño según el modelo:

$$\frac{\sum_{j=1}^{j=N} [(I_j + C_j)]}{\sum_{j=1}^{j=N} P_j} = \text{Mínimo}$$

1er paso.- Calcular el costo de inversión para las diferentes variantes. Este ya fue calculado al solucionar el primer modelo y como se recordará ascendía a:

| Tamaño Disponible<br>(Millón de Toneladas) | Costo de Inversión<br>Mil dólares |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| 3,00                                       | 1000                              |
| 3,50                                       | 1097                              |
| 4,00                                       | 1188                              |
| 4,25                                       | 1232                              |
| 4,50                                       | 1275                              |

2 do paso.- Establecer la información de partida

| Tamaño Disponible<br>(Millón Toneladas) | Costo de Inversión<br>Millón de dólares | Costo de Fab. Y Adm.<br>Unitario en dólares | Costo Unitario de Transporte<br>Dólares |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 3,00                                    | 1000                                    | 72,0                                        | 6,00                                    |
| 3,50                                    | 1097                                    | 71,0                                        | 6,30                                    |
| 4,00                                    | 1188                                    | 69,50                                       | 6,50                                    |
| 4,25                                    | 1232                                    | 69,45                                       | 6,75                                    |
| 4,50                                    | 1275                                    | 69,40                                       | 7,50                                    |

3er paso.- Producción a obtener durante la vida útil de cada variante de tamaño

CUADRO 3.5- PRODUCCIÓN A OBTENER DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA CADA VARIANTE DE TAMAÑO

| Años         | Demanda       | Producción en Miles de Toneladas para tamaños de: |                    |                    |                    |                    |
|--------------|---------------|---------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|              | Mil Toneladas | 3000 Mil Toneladas                                | 3500 Mil Toneladas | 4000 Mil Toneladas | 4250 Mil Toneladas | 4500 Mil Toneladas |
| 1            | 3150          | 3000                                              | 3150               | 3150               | 3150               | 3150               |
| 2            | 3308          | 3000                                              | 3308               | 3308               | 3308               | 3308               |
| 3            | 3473          | 3000                                              | 3473               | 3473               | 3473               | 3473               |
| 4            | 3647          | 3000                                              | 3500               | 3647               | 3647               | 3647               |
| 5            | 3829          | 3000                                              | 3500               | 3829               | 3829               | 3829               |
| 6            | 4020          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4020               | 4020               |
| 7            | 4221          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4221               | 4221               |
| 8            | 4432          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4432               |
| 9            | 4654          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 10           | 4887          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 11           | 5131          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 12           | 5388          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 13           | 5657          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 14           | 5940          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 15           | 6237          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| <b>TOTAL</b> |               | 45000                                             | 51931              | 57407              | 59648              | 61580              |

#### 4to paso.- Cálculo del costo de producción y el tamaño óptimo

Multiplicando la producción a obtener durante toda la vida útil por los costos unitarios, se obtendría el costo total y posteriormente el costo unitario promedio durante toda la vida útil para cada variante, tal como se presenta en el cuadro 3,6

CUADRO 3.6- TAMAÑO ÓPTIMO SEGÚN EL COSTO MÍNIMO PROMEDIO DE TODA LA VIDA ÚTIL DE LA PLANTA

| Costos totales durante toda la vida útil |                                |                                                 |                                 |                         | Producción                              |                |
|------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| Tamaño Disponible (Millón Toneladas)     | Costo de Inversión Mil dólares | Costo de Fabricación y Administrac. Mil dólares | Costo de Transporte Mil dólares | Costo Total Mil dólares | Durante toda la Vida Util Mil toneladas | Costo Unitario |
| 3,00                                     | 1000000                        | 3240000                                         | 270000                          | 4510000                 | 45000                                   | 100,22         |
| 3,50                                     | 1097000                        | 3687101                                         | 327165                          | 5111266                 | 51931                                   | 98,42          |
| <b>4,00</b>                              | <b>1188000</b>                 | <b>3989787</b>                                  | <b>373146</b>                   | <b>5550932</b>          | <b>57404</b>                            | <b>96,69</b>   |
| 4,25                                     | 1232000                        | 4142554                                         | 402624                          | 5777178                 | 59648                                   | 96,85          |
| 4,50                                     | 1275000                        | 4273652                                         | 461850                          | 6010502                 | 61580                                   | 97,60          |

Como se aprecia el tamaño óptimo corresponde a un tamaño de 4 millones de toneladas, al obtenerse un costo mínimo durante toda la vida útil de la planta de 96,69 dólares, lo que se corresponde con lo antes explicado, de que este debía ser inferior a los hallados en los modelos anteriores.

#### 2.3.4- Modelo de tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte otros factores de localización, incluyendo el valor del dinero en el tiempo.

En los modelos anteriores no se ha tomado en consideración el valor del dinero en el tiempo, sin embargo, las economías de escala corresponden a costos de inversión que se producen al iniciar el proyecto, mientras que las deseconomías por concepto de la subutilización de las capacidades instaladas y por el incremento de los costos de transporte y otros factores de localización, se producen a lo largo de la vida útil del proyecto, por lo que en rigor no son valores comparables, debiendo ser homogenizadas, constituyendo los modelos anteriores, modelos estáticos que representan variantes simplificadas del cálculo del tamaño.

Esta situación se pone de manifiesto muy claramente en el tercer modelo, en que se observa explícitamente su carácter estático, pues en los primeros dos modelos esto no resuelta tan evidente, al estar implícito su carácter estático, de aquí que mediante el tercer modelo se arriba a un tamaño de planta inferior a los modelos anteriores al considerar de forma conjunta las deseconomías de escala por concepto de la subutilización de las

capacidades instaladas y por el incremento de los costos de transporte y otros factores de localización.

Sin embargo al homogenizar los diferentes costos incurridos considerando el valor del dinero en el tiempo, el tamaño óptimo debe tender a ser mayor, pues el efecto de las deseconomías de escala, al estar más alejadas en el tiempo, tienden a tener un valor actual menor. Por tanto el tamaño óptimo correspondería al tamaño de fábrica que permita obtener, en valores actuales el costo de producción unitario mínimo correspondiente al total de producción a obtener durante la vida útil del proyecto. Matemáticamente el modelo se expresaría como:

$$\frac{\sum_{j=1}^{j=N} [(I_j + C_j)]a_j}{\sum_{j=1}^{j=N} P_j} = \text{Mínimo}$$

donde:

$a_j$  = Factor de actualización<sup>15</sup>

Por lo que a este modelo se le podría llamar también *Modelo del Costo Actualizado Unitario Mínimo*

#### Ejemplo de cálculo del tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte y otros factores considerando el valor del dinero en el tiempo

Veamos cual sería el resultado del problema anterior considerando el valor del dinero en el tiempo; a tal efecto se considerará una tasa de descuento del 10% y. que el proyecto se construye durante el año actual (año 0).

#### Solución

A este fin se calcularían las diferentes variantes de tamaño según el modelo:

$$\frac{\sum_{j=1}^{j=N} [(I_j + C_j)]a_j}{\sum_{j=1}^{j=N} P_j} = \text{Mínimo}$$

1er paso.- Calcular el costo de inversión para las diferentes variantes. Este ya fue

---

<sup>15</sup> Ver capítulo IV

calculado y como se recordará ascendía a:

| Tamaño Disponible<br>(Millón de Toneladas) | Costo de Inversión<br>Mil dólares |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| 3,00                                       | 1000                              |
| 3,50                                       | 1097                              |
| 4,00                                       | 1188                              |
| 4,25                                       | 1232                              |
| 4,50                                       | 1275                              |

2 do paso.- Establecer la información de partida:

| Tamaño Disponible<br>(Millón Toneladas) | Costo de Inversión<br>Millón de dólares | Costo de Fab. y Adm.<br>Unitario en dólares | Costo Unitario de Transporte<br>Dólares |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 3,00                                    | 1000                                    | 72,0                                        | 6,00                                    |
| 3,50                                    | 1097                                    | 71,0                                        | 6,30                                    |
| 4,00                                    | 1188                                    | 69,50                                       | 6,50                                    |
| 4,25                                    | 1232                                    | 69,45                                       | 6,75                                    |
| 4,50                                    | 1275                                    | 69,40                                       | 7,50                                    |

3er paso.- Producción a obtener durante la vida útil de cada variante de tamaño:

| Años         | Demanda       | Producción en Miles de Toneladas para tamaños de: |                    |                    |                    |                    |
|--------------|---------------|---------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|              | Mil Toneladas | 3000 Mil Toneladas                                | 3500 Mil Toneladas | 4000 Mil Toneladas | 4250 Mil Toneladas | 4500 Mil Toneladas |
| 1            | 3150          | 3000                                              | 3150               | 3150               | 3150               | 3150               |
| 2            | 3308          | 3000                                              | 3308               | 3308               | 3308               | 3308               |
| 3            | 3473          | 3000                                              | 3473               | 3473               | 3473               | 3473               |
| 4            | 3647          | 3000                                              | 3500               | 3647               | 3647               | 3647               |
| 5            | 3829          | 3000                                              | 3500               | 3829               | 3829               | 3829               |
| 6            | 4020          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4020               | 4020               |
| 7            | 4221          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4221               | 4221               |
| 8            | 4432          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4432               |
| 9            | 4654          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 10           | 4887          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 11           | 5131          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 12           | 5388          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 13           | 5657          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 14           | 5940          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| 15           | 6237          | 3000                                              | 3500               | 4000               | 4250               | 4500               |
| <b>TOTAL</b> |               | 45000                                             | 51931              | 57407              | 59648              | 61580              |

4to paso.- Cálculo de los costos de fabricación y administración incurridos durante la vida útil del proyecto para las diferentes variantes de tamaño:

**CUADRO 3.7- COSTOS DE FABRICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA LAS DIFERENTES VARIANTES DE TAMAÑO**

| <b>Costos de Fabricación y Adm. en Miles de dólares para tamaños de:</b> |                           |                           |                           |                           |                           |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Años</b>                                                              | <b>3000 Mil Toneladas</b> | <b>3500 Mil Toneladas</b> | <b>4000 Mil Toneladas</b> | <b>4250 Mil Toneladas</b> | <b>4500 Mil Toneladas</b> |
| 1                                                                        | 216000                    | 223650                    | 218925                    | 218768                    | 218610                    |
| 2                                                                        | 216000                    | 234868                    | 229906                    | 229741                    | 229575                    |
| 3                                                                        | 216000                    | 246583                    | 241374                    | 241200                    | 241026                    |
| 4                                                                        | 216000                    | 248500                    | 253467                    | 253284                    | 253102                    |
| 5                                                                        | 216000                    | 248500                    | 266116                    | 265924                    | 265733                    |
| 6                                                                        | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 279189                    | 278988                    |
| 7                                                                        | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 293148                    | 292937                    |
| 8                                                                        | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 307581                    |
| 9                                                                        | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 312300                    |
| 10                                                                       | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 312300                    |
| 11                                                                       | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 312300                    |
| 12                                                                       | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 312300                    |
| 13                                                                       | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 312300                    |
| 14                                                                       | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 312300                    |
| 15                                                                       | 216000                    | 248500                    | 278000                    | 295163                    | 312300                    |

5to paso.- Cálculo de los costos de Transporte incurridos durante la vida útil del proyecto para las diferentes variantes de tamaño:

**CUADRO 3.8- COSTOS DE TRANSPORTE DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA LAS DIFERENTES VARIANTES DE TAMAÑO**

| <b>Costos de Transporte en Miles de dólares para tamaños de:</b> |                           |                           |                           |                           |                           |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Años</b>                                                      | <b>3000 Mil Toneladas</b> | <b>3500 Mil Toneladas</b> | <b>4000 Mil Toneladas</b> | <b>4250 Mil Toneladas</b> | <b>4500 Mil Toneladas</b> |
| 1                                                                | 18000                     | 19845                     | 20475                     | 21263                     | 23625                     |
| 2                                                                | 18000                     | 20840                     | 21502                     | 22329                     | 24810                     |
| 3                                                                | 18000                     | 21880                     | 22575                     | 23443                     | 26048                     |
| 4                                                                | 18000                     | 22050                     | 23706                     | 24617                     | 27353                     |
| 5                                                                | 18000                     | 22050                     | 24889                     | 25846                     | 28718                     |
| 6                                                                | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 27135                     | 30150                     |
| 7                                                                | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 28492                     | 31658                     |
| 8                                                                | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 28688                     | 33240                     |
| 9                                                                | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 28688                     | 33750                     |
| 10                                                               | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 28688                     | 33750                     |
| 11                                                               | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 28688                     | 33750                     |
| 12                                                               | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 28688                     | 33750                     |
| 13                                                               | 18000                     | 22050                     | 26000                     | 28688                     | 33750                     |

|    |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 18000 | 22050 | 26000 | 28688 | 33750 |
| 15 | 18000 | 22050 | 26000 | 28688 | 33750 |

6to paso.- Cálculo de los costos de Operación incurridos durante la vida útil del proyecto para las diferentes variantes de tamaño, el que se obtiene sumando los costos de fabricación, administración y transporte, es decir, los resultados de los dos cuadros anteriores:

**CUADRO 3.9- COSTOS DE OPERACIÓN DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA LAS DIFERENTES VARIANTES DE TAMAÑO**

| <b>Costos de Operación en Miles de dólares para tamaños de:</b> |                               |                               |                               |                               |                               |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Años</b>                                                     | <b>3000 Mil<br/>Toneladas</b> | <b>3500 Mil<br/>Toneladas</b> | <b>4000 Mil<br/>Toneladas</b> | <b>4250 Mil<br/>Toneladas</b> | <b>4500 Mil<br/>Toneladas</b> |
| 1                                                               | 234000                        | 243495                        | 239400                        | 240030                        | 242235                        |
| 2                                                               | 234000                        | 255708                        | 251408                        | 252070                        | 254385                        |
| 3                                                               | 234000                        | 268463                        | 263948                        | 264643                        | 267074                        |
| 4                                                               | 234000                        | 270550                        | 277172                        | 277901                        | 280454                        |
| 5                                                               | 234000                        | 270550                        | 291004                        | 291770                        | 294450                        |
| 6                                                               | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 306324                        | 309138                        |
| 7                                                               | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 321640                        | 324595                        |
| 8                                                               | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 340821                        |
| 9                                                               | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 346050                        |
| 10                                                              | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 346050                        |
| 11                                                              | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 346050                        |
| 12                                                              | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 346050                        |
| 13                                                              | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 346050                        |
| 14                                                              | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 346050                        |
| 15                                                              | 234000                        | 270550                        | 304000                        | 323850                        | 346050                        |

7mo paso.- Cálculo de los costos de Operación Actualizados al 10%, incurridos durante la vida útil del proyecto, para las diferentes variantes de tamaño, tal como se presenta en el cuadro 3.10

Estos se actualizarían mediante el factor  $a_j = 1 / (1,01)^j$ , por ejemplo para el año 1 en la variante de 3000 toneladas:

$$234000 * 1 / (1,01)^1 = 234000 * 09090897 = 212727$$



CUADRO 3.10- COSTOS DE OPERACIÓN ACTUALIZADOS INCURRIDOS DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA LAS DIFERENTES VARIANTES DE TAMAÑO

| Costos de Operación Actualizados en Miles de dólares para tamaños de: |                    |                    |                    |                    |                    |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Años                                                                  | 3000 Mil Toneladas | 3500 Mil Toneladas | 4000 Mil Toneladas | 4250 Mil Toneladas | 4500 Mil Toneladas |
| 1                                                                     | 212727             | 221359             | 217636             | 218209             | 220214             |
| 2                                                                     | 193388             | 211329             | 207775             | 208322             | 210236             |
| 3                                                                     | 175808             | 201700             | 198308             | 198830             | 200656             |
| 4                                                                     | 159825             | 184789             | 189312             | 189810             | 191554             |
| 5                                                                     | 145296             | 167990             | 180691             | 181166             | 182830             |
| 6                                                                     | 132087             | 152718             | 171600             | 172912             | 174500             |
| 7                                                                     | 120079             | 138835             | 156000             | 165052             | 166569             |
| 8                                                                     | 109163             | 126214             | 141818             | 151078             | 158995             |
| 9                                                                     | 99239              | 114740             | 128926             | 137344             | 146759             |
| 10                                                                    | 90217              | 104309             | 117205             | 124858             | 133417             |
| 11                                                                    | 82016              | 94826              | 106550             | 113507             | 121288             |
| 12                                                                    | 74560              | 86206              | 96864              | 103189             | 110262             |
| 13                                                                    | 67781              | 78369              | 88058              | 93808              | 100238             |
| 14                                                                    | 61620              | 71244              | 80053              | 85280              | 91126              |
| 15                                                                    | 56018              | 64768              | 72775              | 77527              | 82842              |
| Total                                                                 | 1779823            | 2019396            | 2153571            | 2220893            | 2291487            |

8vo paso.- Cálculo del tamaño óptimo según el costo actualizado unitario mínimo, el que se calcula a partir de los costos totales actualizados al 10%, incurridos durante la vida útil del proyecto para las diferentes variantes de tamaño:

CUADRO 3.11- TAMAÑO ÓPTIMO A PARTIR DEL EL COSTO ACTUALIZADO UNITARIO MÍNIMO

| Costos totales durante toda la vida útil (Actualizados) |                                    |                                |                         |                                                    |                |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|----------------|
| Tamaño Disponible (Millón Toneladas)                    | Costo de Inversión Mil dólares (1) | Costo de Operación Mil dólares | Costo Total Mil dólares | Producción Durante toda la vida útil Mil toneladas | Costo Unitario |
| 3,00                                                    | 1000000                            | 1779823                        | 2779823                 | 45000                                              | 61,77          |
| 3,50                                                    | 1097000                            | 2019396                        | 3116396                 | 51931                                              | 60,01          |
| 4,00                                                    | 1188000                            | 2153571                        | 3341571                 | 57404                                              | 58,21          |
| <b>4,25</b>                                             | <b>1232000</b>                     | <b>2220893</b>                 | <b>3452893</b>          | <b>59648</b>                                       | <b>57,89</b>   |
| 4,50                                                    | 1275000                            | 2291487                        | 3566487                 | 61580                                              | 57,92          |

1) Para simplificar se asume que la inversión se realiza en un año, durante el año 0

Como se observa el tamaño óptimo asciende ahora a 4,25 millones de toneladas, pues como se discutió previamente, el considerar el valor del dinero en el tiempo favorece a las economías de escala, al venir estas determinadas por costos de inversión que son más recientes, por tanto con un valor relativamente mayor en el tiempo que los costos de operación y transporte en que se expresan las deseconomías de escala.

Como conclusión general se aprecia que los cuatro modelos utilizados señalan que el tamaño óptimo esta en el orden de los 4 a 4,25 millones de toneladas, lo que indica que desde un punto de vista práctico y en función de la información y tiempo disponible, cualquiera de ellos brindaría una idea aproximada del tamaño del proyecto, en particular en las primeras etapas de evaluación.

No obstante, en rigor, el modelo correcto es el último, es decir, el *modelo de tamaño óptimo con demanda creciente y deseconomías de transporte otros factores de localización, incluyendo el valor del dinero en el tiempo*. Esto significa que no siempre estos modelos conducirían a los mismos resultados, pues en la medida que sea mayor la tasa de descuento, el cuarto modelo favorecerá mayores tamaños de planta, así por ejemplo si la tasa de descuento fuera del 12% el tamaño óptimo sería 4,5 millones de toneladas.

### 3. ESTUDIO DE CASO: PLANTA PROCESADORA DE FRIJOL DE SOJA

Dentro de los planes para el desarrollo de la región centro-oriental del país se valora el cultivo e industrialización del frijol de soja, disponiéndose de tierras apropiadas para la producción de unas 70 mil TM de frijol de soja.

Los tamaños de fábrica disponibles en el mercado internacional son de 40 mil, 50 mil, 60 mil y 80 mil TM de frijol de soja a procesar anualmente, mediante la tecnología de extracción de aceite por solvente y la siguiente estructura de producción:

| Producto                       | %   |
|--------------------------------|-----|
| Aceite crudo de soja           | 18  |
| Harina de de soja para piensos | 55  |
| Soja texturizada               | 17  |
| Harina de soja consumo humano  | 8   |
| Pérdidas en proceso            | 2   |
| Total                          | 100 |

Usted trabaja en la Corporación “Producción de Alimentos S.A.” y considerando los resultados del análisis y proyección de la demanda realizado en el capítulo anterior se le pide:

- Seleccionar el tamaño de fábrica más adecuado. (Considere que estas fábricas alcanzarán solo el 50% de su capacidad en el primer año de operación.

### Solución

1er paso.- Definir las variantes de tamaño

En el mercado hay disponibles tamaños de planta con tamaños de hasta de 80 mil TM de frijol de soja a procesar anualmente, sin embargo, la disponibilidad de materia prima en la región asciende hasta 70 mil TM, por lo que las variantes posibles a instalar son 40 mil, 50 mil y 60 mil TM

2do paso.- Determinar el volumen y estructura de producción que es posible obtener con los tamaños de planta disponibles:

#### 3.12- ESTUDIO DE CASO PLANTA PROCESADORA DE FRIJOL DE SOJA, VARIANTES DE CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN A INSTALAR

|                               |            | Unidad de Medida: Mil TM |                     |                     |
|-------------------------------|------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| PRODUCTO                      | ESTRUCTURA | PLANTA DE 40 MIL TM      | PLANTA DE 50 MIL TM | PLANTA DE 60 MIL TM |
| Aceite Crudo de Soja          | 18%        | 7,2                      | 9                   | 10,8                |
| Harina de Soja para Pienso    | 55%        | 22                       | 27,5                | 33                  |
| Soja Texturizada              | 17%        | 6,8                      | 8,5                 | 10,2                |
| Harina de Soja Consumo Humano | 8%         | 3,2                      | 4                   | 4,8                 |

3er paso.- Comparar las cantidades demandadas según la proyección realizada en el capítulo anterior con las capacidades disponibles

#### CUADRO 3.12- ESTUDIO DE CASO PLANTA PROCESADORA DE FRIJOL DE SOJA, BALANCE DEMANDA CAPACIDAD

| Unidad de Medida: TM          |                |                   |                    |
|-------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|
| Producto                      | Demanda Mínima | Proyectada Máxima | Capacidad 60000 TM |
| Aceite Crudo de Soja          | 32512          | 38105             | 10800              |
| Harina de Soja para Pienso    | 101300         | 115267            | 33000              |
| Soja Texturizada              | 5000           | 5911              | 4800               |
| Harina de Soja Consumo Humano | 10500*         | 12800             | 10200              |

\*La fábrica trabajará en el año 2002 al 50% de su capacidad y ya en el año 2003 la demanda es al menos de 10,5 mil TM

Como se observa la demanda proyectada es superior al mayor tamaño de planta posible instalar, es decir la planta de 60 mil TM, por lo que este sería el tamaño seleccionado. En este caso, tal como se afirmó en el capítulo anterior, de una forma práctica y sin grandes complicaciones en cuanto a la utilización de modelos matemáticos, ha sido posible definir el tamaño de planta adecuado, a partir del potencial de materias primas, las capacidades disponibles en el mercado y el análisis y proyección de la demanda.

#### 4. ESTUDIOS DE CASO.- INFORMACIÓN PARA DEFINIR EL TAMAÑO DE PLANTA A SELECCIONAR

##### 4.1- Fábrica de cemento

A los efectos de determinar el tamaño de planta a seleccionar, además de los datos obtenidos al analizar y proyectar la demanda en el capítulo anterior se conoce adicionalmente que:

- El costo de inversión para una planta con una capacidad anual de 1 millón de toneladas es de 120 millones de pesos
- En el mercado se pueden obtener adicionalmente tamaños de 500 mil y 1,5 millones de toneladas anuales
- El coeficiente de escala para este tipo de industria es de 0,6
- El costo del capital para la empresa es del 14%

Al analizar los costos de fabricación y transporte para las diferentes variantes de capacidad. Usted obtiene la información siguiente:

| Año | Demanda  | Costo de Fabricación |                |                    | Costo de Transporte |                |                    |
|-----|----------|----------------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------|--------------------|
|     |          | 500000<br>TM         | 1 millón<br>TM | 1,5 millones<br>TM | 500000<br>TM        | 1 millón<br>TM | 1,5 millones<br>TM |
| 2   | 735,000  | 62888                | 92880          | 97175              | 5625                | 11025          | 19845              |
| 3   | 771,750  | 62888                | 96749          | 101034             | 5625                | 11576          | 20837              |
| 4   | 810,338  | 62888                | 100811         | 105085             | 5625                | 12155          | 21879              |
| 5   | 850,854  | 62888                | 105076         | 109340             | 5625                | 12763          | 22973              |
| 6   | 893,397  | 62888                | 109554         | 113807             | 5625                | 13401          | 24122              |
| 7   | 938,067  | 62888                | 114256         | 118497             | 5625                | 14071          | 25328              |
| 8   | 984,970  | 62888                | 119193         | 123422             | 5625                | 14775          | 26595              |
| 9   | 1034,219 | 62888                | 120775         | 128593             | 5625                | 15000          | 27000              |
| 10  | 1085,930 | 62888                | 120775         | 134023             | 5625                | 15000          | 27000              |
| 11  | 1140,226 | 62888                | 120775         | 139724             | 5625                | 15000          | 27000              |
| 12  | 1197,238 | 62888                | 120775         | 145710             | 5625                | 15000          | 27000              |
| 13  | 1257,099 | 62888                | 120775         | 151995             | 5625                | 15000          | 27000              |
| 14  | 1319,954 | 62888                | 120775         | 158595             | 5625                | 15000          | 27000              |

|    |          |       |        |        |      |       |       |
|----|----------|-------|--------|--------|------|-------|-------|
| 15 | 1385,952 | 62888 | 120775 | 165525 | 5625 | 15000 | 27000 |
| 16 | 1455,250 | 62888 | 120775 | 172801 | 5625 | 15000 | 27000 |

Se le pide:

- Determinar el tamaño óptimo de planta según el modelo del costo actualizado unitario mínimo y el modelo de tamaño óptimo con demanda creciente.
- Definir el tamaño de planta a seleccionar a partir del tamaño óptimo obtenido y los tamaños de planta disponibles en el mercado
- Índice de aprovechamiento anual de la capacidad para el tamaño de fábrica seleccionado

#### 4.2- Planta extractora de aceite vegetal

Al investigar las posibles capacidades a instalar para el proyecto de la planta extractora de aceite vegetal Usted conoce que los tamaños de fábrica existentes en el mercado son de una capacidad de procesamiento de 25,30,35, 40 y 50, mil TM de frijol de soja anualmente y que estas podrán entrar en producción a partir del año 2005.

De otra parte la tecnología seleccionada permite obtener harina y aceite de soja, con un rendimiento de 86.9 TM de harina por cada 100 TM de frijol de soja procesado, además el país realiza cuantiosas importaciones de aceite de soja, que garantizan que las cantidades que se produzcan puedan ser colocadas en el mercado.

Al proyecto se le estima una vida útil de 10 años y el valor del coeficiente de escala se estima en 0.5.

Se le pide:

- Definir el tamaño óptimo según el modelo del tamaño óptimo con demanda creciente, a partir de la tasa de crecimiento obtenida al proyectar la demanda en el capítulo anterior.
- Determinar el tamaño de fábrica a instalar, a partir del modelo del tamaño óptimo con demanda creciente y los tamaños de planta disponibles en el mercado.
- Realice un Balance Demanda-Capacidad y determine los índices de aprovechamiento de la capacidad para el periodo proyectado.

#### 4.3. Planta de aditivos para hormigón

Al investigar la capacidad a instalar para el proyecto de la planta de aditivos para hormigón. Usted conoce que los tamaños de fábrica existentes en el mercado son de una capacidad anual de producción de 500 mil, 1 millón y 1,5 millones de aditivo y que estas podrán entrar en producción a partir del año 2002.

Al proyecto se le estima una vida útil de 8 años y el valor del coeficiente de escala se estima en 0.6.

Se le pide:

- a) Definir el tamaño óptimo según el modelo del tamaño óptimo con demanda creciente, a partir de la tasa de crecimiento obtenida al proyectar la demanda en el capítulo anterior.
- b) Determinar el tamaño de fábrica a instalar, a partir del modelo del tamaño óptimo con demanda creciente y los tamaños de planta disponibles en el mercado.
- c) Realice un Balance Demanda-Capacidad y determine los índices de aprovechamiento de la capacidad para el periodo proyectado.

#### **4.4- Hotel los cayos**

A los efectos de determinar la capacidad del hotel a construir, además de los datos obtenidos al analizar y proyectar la demanda en el capítulo anterior se conoce adicionalmente que:

- Es posible construir en el lugar tamaños de hotel de 300, 400 y 500 habitaciones
- El costo de inversión para un hotel con una capacidad de:
  - o 300 habitaciones es 14206,3 miles de pesos
  - o 400 habitaciones es 17850 miles de pesos
  - o 500 habitaciones es 21310 miles de pesos
- La densidad ocupacional se proyecta como sigue:
  - o Años 2 al 12; densidad de 1,5 Turistas por habitación
  - o Años 13 al 26; densidad de 1,8 Turistas por habitación
- El costo del capital es del 15%

Al analizar los costos de operación para las diferentes variantes de capacidad usted obtiene la información siguiente:

| Costo de Operación en Miles de Pesos |                          |                            |                            |                            |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Año                                  | Demanda<br>Turistas- día | Tamaño 300<br>Habitaciones | Tamaño 400<br>Habitaciones | Tamaño 500<br>Habitaciones |
| 2                                    | 248890                   | 4507                       | 5634                       | 6761                       |
| 3                                    | 267243                   | 5263                       | 6578                       | 7894                       |
| 4                                    | 287003                   | 6018                       | 7523                       | 9027                       |
| 5                                    | 302113                   | 6018                       | 7523                       | 9027                       |
| 6                                    | 353268                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 7                                    | 365352                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 8                                    | 382436                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 9                                    | 394618                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 10                                   | 412436                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 11                                   | 424436                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 12                                   | 442787                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 13                                   | 446906                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 14                                   | 472828                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 15                                   | 483227                   | 7267                       | 9084                       | 10901                      |
| 16                                   | 573429                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 17                                   | 572635                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 18                                   | 569612                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 19                                   | 564092                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 20                                   | 555781                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 21                                   | 559476                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 22                                   | 545512                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 23                                   | 544783                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 24                                   | 541935                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 25                                   | 536711                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |
| 26                                   | 528830                   | 8221                       | 10277                      | 12332                      |

Se le pide:

- Determinar el tamaño óptimo de hotel a construir a partir del modelo costo actualizado unitario mínimo
- Índice de utilización anual de la capacidad para el tamaño de hotel seleccionado

#### 4.5- Hotel Cayo flamenco

Evaluar si a los niveles mínimos de utilización de la capacidad obtenidos para el incremento de 250 habitaciones en la capacidad del hotel se garantiza el umbral de rentabilidad.

A tal efecto algunos cálculos preliminares indican que para un año promedio las ventas y costos incrementales del hotel se pronostican en:

|                               | Importe<br>Mil Pesos |
|-------------------------------|----------------------|
| Ventas                        | 6570                 |
| Costos Fijos sin Depreciación | 1994                 |
| Depreciación                  | 325                  |
| Costos Variables Totales      | 1729                 |

Efectúe la evaluación tanto para el umbral de rentabilidad contable, como económico, para este último las proyecciones realizadas indican que:

|                                                     |      |
|-----------------------------------------------------|------|
| Costo de Inversión ( Mil Pesos)                     | 6906 |
| Costo del Capital (%)                               | 13   |
| Vida útil (años)                                    | 15   |
| Impuesto sobre Utilidades en Umbral de Rentabilidad | 363  |



## CAPÍTULO 4: MÉTODOS CLÁSICOS DE VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

Al abordar el estudio de los métodos para la evaluación financiera de proyectos de inversión, las primeras preguntas que surgen son ¿Qué métodos utilizar? ¿Con qué criterio seleccionarlos?. La respuesta a estas preguntas sería que se seleccionarían aquellos métodos que contribuyan a maximizar el objetivo financiero de la empresa. Sin embargo, esto nos lleva a una nueva interrogante ¿Cuál es el objetivo financiero de la empresa?.

Tradicionalmente el objetivo financiero de la empresa se definía como la maximización de las utilidades. No obstante, hoy en día se considera que la empresa debe dar respuesta a varios objetivos, los que deben obedecer a los intereses de los diferentes grupos de poder o colectivos que conforman la empresa (los accionistas, los empresarios, los trabajadores y los acreedores) entre los que se manifiestan determinadas contradicciones, que se producen no sólo entre los trabajadores y los accionistas y empresarios, sino entre acreedores y accionistas, e incluso, entre accionistas y empresarios, estas últimas llamadas relaciones de agencia.

Sin embargo, aún cuando existe consenso en que desde una perspectiva financiera la empresa debe alcanzar diversos objetivos (maximización de beneficios, de crecimiento y participación en el mercado, de naturaleza social, de interés gerencial, etcétera), se acepta con carácter genérico el objetivo de la maximización del valor de mercado de la empresa desde el punto de vista de sus accionistas (propietarios). Ello, aunque favorece los intereses de los accionistas, es aceptado, y se explica por razones como las siguientes:<sup>16</sup>

- Es compatible con la maximización de ganancias, existiendo una estrecha correlación positiva entre el valor de la empresa y el nivel de beneficios, es decir, a mayor beneficio mayor valor de la empresa y viceversa.
- Es único.
- Es sencillo y cuantificable.
- Permite que las decisiones tomadas por la empresa sean controladas desde el exterior, toda vez que el impacto de estas decisiones en el valor de la empresa es controlado y medido por los mercados financieros.

El hecho de que desde una perspectiva financiera se acepte la maximización del valor como el objetivo a perseguir por la empresa, explica el por qué en la actualidad existe el criterio generalizado de que la forma adecuada de evaluar los Flujos de Caja (FC) producidos por una inversión es mediante el cálculo de su valor actualizado. Es decir, mediante el uso de una tasa de intercambio entre valores monetarios futuros y actuales.

---

<sup>16</sup>A.R. Gómez Calvet: “La inversión en la empresa”, en *Dirección financiera de la empresa*, Universidad de Valencia, Ediciones Pirámide, Madrid, 1991, p. 329.

Así, para determinar en que medida un proyecto de inversión contribuye a la creación de riquezas en la empresa, esta debe valorar todos los costos y beneficios que este presupone y combinarlos en una medida de "valor" del proyecto. Esto significa establecer como criterios de rentabilidad de las inversiones al VAN y la TIR, concebidos ambos sobre un valor actual a maximizar.

Estos criterios están teóricamente basados en la existencia de mercados perfectos y eficientes, supuesto que, aunque es sólo una aproximación a la realidad, posibilita formular un principio de evaluación financiera: el valor actual de un activo (sea este una empresa o un proyecto de inversión, acción o obligación) es igual al valor actualizado de los flujos de caja generados por dicho activo.

## 1. EL CRITERIO VAN: CONCEPTO. MÉTODO DE CÁLCULO. SIGNIFICADO ECONÓMICO

El Valor Actual Neto (VAN) se suele definir como el valor actual de los flujos de caja esperados, entendiéndose por flujos de caja el flujo de ingresos y egresos en efectivo. Una definición más explícita correspondería, entonces, a la que lo define como el valor actualizado del saldo entre el flujo de ingresos y egresos en efectivo generados por un proyecto durante su vida útil. De forma general se puede expresar como:

$$VAN = -I + \frac{FC_1}{(1+k_1)} + \frac{FC_2}{(1+k_1)(1+k_2)} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k_1)(1+k_2)\dots(1+k_n)}$$

No obstante, en la práctica se asume que la tasa de descuento es constante durante el período de vida útil del proyecto, lo que permite simplificar el modelo de cálculo del VAN de la forma siguiente:

$$VAN = -I + \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

donde:

I = Costo Inicial de inversión

FC = Flujo de caja

n = Período de vida útil

k = Tasa de descuento

también suele presentarse en forma de sumatoria, adoptando las formas siguientes:

$$VAN = -I + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+k)^j}$$

$$VAN = \sum_{j=0}^n FC_j a_j$$

en este último caso,  $a_j$  = factor de descuento y como se explicó en el Capítulo 1, se calcula como:

$$a_j = \frac{1}{(1+k)^j} \quad \text{donde } j \text{ toma valores desde 0 hasta } n$$

siendo el criterio de selección:  $VAN \geq 0$ .

Así, al brindar el VAN el valor actual neto, se corresponde con el objetivo financiero de la empresa, pues el mismo es el resultado de deducirle al valor actual de los ingresos netos en efectivo generados durante la vida útil de un activo en particular, el valor actualizado del costo de inversión, es decir, que si al VAN se le suma el costo de inversión se tendría el Valor Actual del Activo (VA), de aquí la razón de que este criterio se utilice como uno de los métodos fundamentales de valoración de activos.

### Ejemplo de cálculo del VAN

A los efectos de ejemplificar el cálculo del VAN, se presenta a continuación un sencillo problema ilustrativo. Considere que Ud. dispone de la información siguiente:

Inversión: \$500

|                | A ñ o s |     |     |     |
|----------------|---------|-----|-----|-----|
|                | 1       | 2   | 3   | 4   |
| Flujos de Caja | 200     | 200 | 150 | 150 |

Tasa de actualización ( $k$ ) = 10 %

### Solución:

Aplicando cualquiera de las tres fórmulas anteriores, por ejemplo:

$$VAN = \sum_{j=0}^n FC_j a_j$$

se procedería en primer lugar a calcular el valor de los  $a_j$  según la fórmula 
$$a_j = \frac{1}{(1 + k)^j}$$

| <b>Año</b> | <b>Factor de Actualización al 10 %</b> |
|------------|----------------------------------------|
| 1          | $1 / (1 + 0,1) = 0,909$                |
| 2          | $1 / (1 + 0,1)^2 = 0,826$              |
| 3          | $1 / (1 + 0,1)^3 = 0,751$              |
| 4          | $1 / (1 + 0,1)^4 = 0,683$              |

Obtenidos los  $a_j$  se calcularía el VAN según lo expresado por la fórmula, es decir, mediante la suma del producto de cada  $a_j$  por el Flujo de Caja correspondiente a cada año.

| <b>Año</b> | <b>Flujo de Caja</b> | <b>Factor de Actualización</b> | <b>Flujo de Caja Actualizado</b> |
|------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 0          | (500)                | 1,000                          | (500,00)                         |
| 1          | 200                  | 0,9091                         | 181,82                           |
| 2          | 200                  | 0,8264                         | 165,28                           |
| 3          | 150                  | 0,7513                         | 112,70                           |
| 4          | 150                  | 0,6830                         | 102,45                           |
| <b>VAN</b> |                      |                                | <b>62,25</b>                     |

Como se observa, se obtiene un VAN positivo, por lo que el proyecto es conveniente, sin embargo, lo presentado hasta aquí corresponde a la simple mecánica matemática del cálculo del VAN. Se requiere analizar éste en más detalle, es decir, profundizar en el contenido económico del cálculo que se ha realizado. ¿Qué indica este valor positivo del VAN? Indica que la inversión produce excedentes superiores, a los que podrían obtenerse invirtiendo la misma cantidad a la tasa de inversión  $k$ . Para comprender esta afirmación y precisar exactamente qué significa el VAN y cuál es la naturaleza de la decisión que se tomará al utilizar este criterio, se procederá a descomponer en el Cuadro siguiente los flujos de caja del proyecto, particularizando cada uno de los factores económicos que están presentes en su cálculo y los valores que le corresponden en cada momento del tiempo.

CUADRO 4.1- FACTORES ECONOMICOS PRESENTES EN EL CALCULO DEL VAN<sup>17</sup>

| <i>Períodos</i> | <i>Valor de la Inversión</i> | <i>Flujo de Caja Esperado</i> | <i>Valor del Dinero En el Tiempo (10%)</i> | <i>Recuperación Económica de la Inversión</i> | <i>Superbeneficio o Excedente Económico</i> |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 0               | 500,0                        | -                             | -                                          | -                                             | -                                           |
| 1               | 500,0                        | 200                           | 50,0                                       | 120,0                                         | 30,0                                        |
| 2               | 380,0                        | 200                           | 38,0                                       | 139,2                                         | 22,8                                        |
| 3               | 240,8                        | 150                           | 24,1                                       | 111,5                                         | 14,4                                        |
| 4               | 129,3                        | 150                           | 12,9                                       | 129,3                                         | 7,8                                         |

Como se puede apreciar en el Cuadro, el único hecho económico que se produce en el

<sup>17</sup> Para la descomposición de los flujos de caja se ha seguido la metodología propuesta por Juan José Durán: ob. cit., 1992, p.432.

año 0 es la ejecución de la inversión por un valor de \$500. En el año 1 el valor de la inversión continúa siendo de \$500 pues aún no se ha iniciado la explotación del proyecto, sin embargo, se producen otros hechos económicos, en primer lugar se obtienen flujos de caja por \$200, además si el valor de lo invertido es de \$500 y el valor del dinero en el tiempo según la tasa de descuento establecida es del 10 %, en el año 1 el proyecto debe garantizar un rendimiento mínimo de \$50 (10 % de \$500); de otra parte, se presupone que los flujos de caja generados por el proyecto permitan recuperar la inversión realizada, pues como se puede comprobar  $120 + 139,2 + 111,5 + 129,3 = 500$ , posteriormente al estudiar la TIR se explicará cómo determinar este desglose por años, así por ejemplo, se recuperan \$120 del total invertido en el año 1. Finalmente, si se tiene un Flujo de Caja de \$200, del que es necesario descontar \$50 por concepto del rendimiento mínimo exigido al proyecto y \$120 para recuperar la inversión, quedaría un superbeneficio o excedente económico de \$30 ( $\$200 - \$50 - \$120 = \$30$ ).

Para los años siguientes se sigue el mismo procedimiento, aunque teniendo presente que ahora el valor de la inversión irá disminuyendo en la medida en que esta se va recuperando, por lo que en el año 2 dicho valor ascenderá a \$380 ( $500 - 120$ ) y consecuentemente el rendimiento según la tasa de eficiencia exigida es de \$38 (10 % de 380).

¿Qué conclusiones se pueden extraer del análisis realizado? De este análisis se pueden extraer tres conclusiones fundamentales, estas son que en el proyecto estudiado y, sus flujos de caja permiten:

- 1) Remunerar el capital invertido al 10 %.
- 2) Recuperar el valor de la inversión.
- 3) Tener un superbeneficio o excedente económico por encima de la tasa utilizada del 10 %.

De esta manera, si el excedente económico se actualiza al 10 % se obtiene el VAN del proyecto, como se aprecia a continuación:

| <b>Año</b>   | <b>Excedente Económico</b> | <b><math>a_j</math> al 10%</b> | <b>Valor Actualizado</b> |
|--------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1            | 30,0                       | 0,909                          | 27,27                    |
| 2            | 22,8                       | 0,826                          | 18,84                    |
| 3            | 14,4                       | 0,751                          | 10,81                    |
| 4            | 9,8                        | 0,683                          | 5,33                     |
| <b>Total</b> |                            |                                | <b>62,25</b>             |

Por tanto, al proyecto tener un VAN positivo significa que este permite recuperar la inversión, garantizar un rendimiento mínimo del 10 % y tener un excedente por encima de este rendimiento, que es precisamente el VAN del proyecto cuando este se actualiza a la tasa de descuento establecida, pero lo que resulta más esclarecedor es que al generalizar estas conclusiones para todo proyecto que brinde un VAN positivo, se tendría que este permitiría:

- Remunerar el capital invertido a la tasa de descuento que se establezca y que constituye la eficiencia mínima exigida al proyecto.
- Recuperar el valor de la inversión.
- Tener un superbeneficio o excedente económico por encima de la tasa utilizada y que constituye el VAN del proyecto.

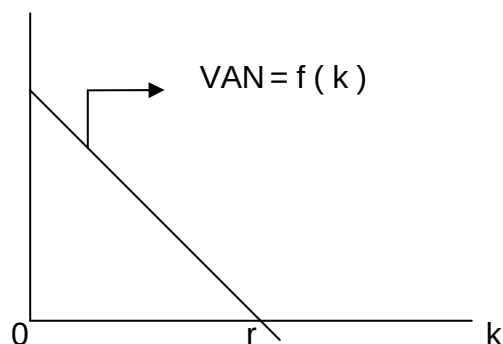
Este mayor conocimiento del significado del VAN permite una definición más abarcadora del mismo que las antes expuestas, pudiéndose definir como la Rentabilidad Absoluta Neta del Proyecto, es absoluta porque esta expresada en términos monetarios, y, es neta, porque en su cálculo se han considerado todas las erogaciones, incluida la eficiencia mínima exigida.

### 1.1- El cálculo de la tasa de descuento

La tasa de descuento es otro aspecto sobre el que es necesario profundizar en el objetivo de comprender el contenido económico del VAN. Esta requiere de análisis tanto en su aspecto cuantitativo como cualitativo.

En su aspecto cuantitativo la importancia de una determinada magnitud en el valor de la tasa de descuento  $k$ , se deriva de la influencia que esta tiene sobre el valor actual neto, pues el VAN es mayor en la medida que  $k$  es menor y viceversa. Esto visto gráficamente se expresa de la siguiente forma:

VAN



Al analizar la función  $VAN = f(k)$  se pone de manifiesto que el VAN varía en función de  $k$  entre los siguientes valores:

$$\begin{aligned} VAN &= \sum FC & \text{para } k = 0 \\ VAN &= 0 & \text{para } k = r \end{aligned}$$

Mientras que, en su aspecto cualitativo, una de las principales dificultades para el cálculo del VAN es, precisamente, la de definir la tasa de descuento a utilizar. Su supuesto teórico parte de la hipótesis de la perfección del mercado financiero, y postula que esta tasa

viene determinada por la tasa de interés que rige en el mercado financiero, tasa ésta a la que se podría lo mismo pedir que prestar dinero, y que no variaría para cualquiera que fuera el monto solicitado. Pero, como se sabe, esta no es una hipótesis realista, pues son diversas las tasas de interés existentes en el mercado, tampoco es la misma tasa de interés a la que se presta que a la que se puede pedir prestado y, además; esta tasa está asociada al nivel de riesgo que tenga cada inversión en particular. Por tanto, el cálculo del VAN no sólo comportará algunas dificultades, sino que dará sólo un valor aproximado al valor del activo aunque -según la experiencia- útil para la toma de decisiones.

Otro criterio generalmente aceptado para determinar la tasa de descuento es el del costo de oportunidad del capital. Al respecto, si se parte del principio de la escasez de los recursos, resulta mucho más comprensible y factible, establecer como tasa de descuento el costo de oportunidad del capital, entendiéndose por éste, el de la mejor alternativa de utilización de los recursos, es decir, la rentabilidad a la que se renuncia en una inversión de riesgo similar por colocar los recursos en el proyecto.

Por supuesto que, en la práctica, no siempre resulta fácil concretar cuál debe ser este costo de oportunidad para una inversión en particular. Asimismo, dado que en los países subdesarrollados el capital es un recurso escaso, en muchas ocasiones la tasa de interés es mayor que el costo del capital.<sup>18</sup> En este sentido, es frecuente encontrar que la tasa de interés activa (a la que presta dinero la banca nacional) es sumamente alta, es costoso y difícil obtener créditos externos, debido al llamado riesgo país, lo que repercute en el incremento de la tasa de interés a que se obtienen estos recursos. Ello, se suma a que son economías caracterizadas, básicamente, por la alta participación del sector agropecuario y de la pequeña y mediana industria, sectores donde -en general- es baja la tasa de rentabilidad, por tanto, situaciones en que la tasa de interés es mayor que la tasa de rentabilidad. En este contexto, podrían también existir ramas de la economía cubana, en que el costo del dinero sea mayor que el costo de oportunidad del capital (dadas las restricciones que se enfrentan en los mercados de capitales), por tanto, en que habría que calcular la tasa de descuento a partir de la tasa de interés.

Estas y otras razones explican que, en el cálculo de  $k$ , estén presentes componentes objetivos y subjetivos, por lo que coincidimos con aquellos autores que afirman que esta debe representar *la rentabilidad mínima que se le exige al proyecto*, para cuyo cálculo consideramos que se deberán tener en cuenta factores objetivos, tales como: las tasas de interés a que la empresa y el país reciben recursos financieros, los niveles de rentabilidad de la rama económica a que pertenece el proyecto, riesgo financiero, etcétera, pero también criterios subjetivos dictados por la experiencia y la intuición del sujeto decisor.

En resumen, el VAN no se puede concebir sólo como un resultado numérico para seleccionar proyectos de inversión, sino que su empleo se sustenta en el hecho de que esté en correspondencia con los objetivos de los inversionistas, con los objetivos financieros de la empresa.

---

<sup>18</sup> Benjamín González Jordán: *Las bases de las finanzas empresariales*, Editorial Academia, La Habana, 2001, pp. 55-56.

## 1.2- Aspectos que requieren consideración en el cálculo del VAN

En el cálculo de los flujos de caja del proyecto existen determinadas partidas y situaciones que es preciso considerar en el cálculo del VAN y que, en ocasiones, son tratadas incorrectamente en la evaluación de los proyectos.<sup>19</sup> Son estas:

Valor residual del proyecto.- Dado que el período por el que se evalúa el proyecto está en correspondencia con su vida útil económica, existen determinados componentes del costo de inversión que mantienen su valor o parte de su valor al final del proyecto, tal es el caso, por ejemplo, de los terrenos, el capital de trabajo y el valor remanente de los activos fijos. Estas partidas pueden alcanzar un monto importante en algunos proyectos, en particular, los terrenos y el capital de trabajo. En el primer caso, este no pierde su valor con el transcurso del tiempo, sino que incluso lo puede incrementar; en particular en zonas urbanas, en cuanto al capital de trabajo, el mismo también mantiene su valor, pues comprende activos corrientes que se encuentran inmovilizados, con respecto a los edificios, las maquinarias y los equipos estos son activos que generalmente tienen cierto valor remanente al final de su vida útil, al menos como chatarra.

En ocasiones, sin embargo, se ignoran estos valores total o parcialmente, cuando lo correcto sería considerarlos como un ingreso en el último año de vida útil del proyecto, aceptándose que al menos los terrenos y el capital de trabajo mantienen su valor y utilizándose diferentes procedimientos para calcular el valor remanente de los otros activos, entre los cuales es bastante aceptado su valor en libros después de deducirle la depreciación acumulada.

Tratamiento de la Depreciación.- Dado que la depreciación es una de las partidas de gastos en la determinación de los costos de producción y/o servicios, otro error frecuente es considerarla al calcular el VAN y la TIR, cuando no se debería incluir, pues el egreso se produjo al momento de pagar por el activo en cuestión. Este egreso, por tanto, ya está incluido en el valor de "I" cuando se examinan las fórmulas para el cálculo del VAN y la TIR. En este sentido, hay que tener en cuenta que la depreciación es un procedimiento contable mediante el cual se va asignando periódicamente al costo de producción, la parte proporcional por amortización del costo del equipo de acuerdo a la vida útil del mismo, pero, que la misma no refleja ningún movimiento de efectivo.

No obstante, la depreciación tiene un efecto indirecto sobre los Flujos de Caja, pues al formar parte del costo de producción, afecta las utilidades antes de impuestos y estos últimos sí constituyen salidas de efectivo y, por tanto, forman parte del flujo de caja. Es decir, que en la evaluación del proyecto se requiere calcular la depreciación, pero sólo a los efectos de determinar los impuestos.

---

<sup>19</sup> Aunque no es el objetivo de este libro, es importante recordar que estos Flujos de Caja dependen de estudios previos, entre los que destaca el análisis y proyección de la demanda. No obstante, con frecuencia se calculan los FC a partir de determinadas capacidades que definen un programa de producción o servicio, para el que se asume que existirá demanda. En otros casos, el estudio de mercado se aborda de forma genérica y/o con una insuficiente fundamentación de la proyección de la demanda y los precios que justificaran el proyecto, por lo que se requiere insistir en la importancia de estos estudios previos.



Sustitución de Equipos.- Al determinar los flujos de caja del proyecto, debe considerarse la sustitución de aquellos equipos que tienen una vida útil inferior a la vida útil económica estimada para el conjunto del proyecto, como por ejemplo, equipos de computación, equipos de transporte, equipamiento general en el caso de inversiones con largos períodos de vida útil como presas, hoteles, etcétera. En estos casos, se calcula la inversión inicial y hemos detectado que, en ocasiones, se omite la necesaria reposición de los mismos, cuando realmente se debieran incluir las erogaciones de efectivo por sustitución de los equipos durante los diferentes años de vida del proyecto.

Actualización de los costos de inversión.- Cuando el período de ejecución de la inversión no es mayor de un año no se actualiza el costo del proyecto de inversión, pues dicha inversión se realiza en el momento actual (año 0). Dado que la mayoría de los proyectos de inversión tienen un período de ejecución inferior a un año y a los efectos de simplificar los cálculos matemáticos se considera generalmente al formular los modelos para calcular el VAN que el período de maduración es menor de 1 año, tal como se ha hecho en las fórmulas antes estudiadas. No obstante, si el período de maduración fuera superior, se requeriría actualizar también el costo de inversión, para lo cual se puede considerar como año 0 el momento en que se inicia el proyecto, tal como se ilustra en el ejemplo siguiente:

Costo de Inversión: \$450, los cuales se ejecutarán en 2 años, \$200 en el 1er año y \$250 en el 2do año.

Flujos de Caja a partir de la terminación de la inversión:

|                | A   | ñ   | o   | s   |     |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| Flujos de Caja | 200 | 200 | 180 | 150 | 100 |

Tasa de Actualización: 12 %

Determinar el VAN del proyecto

Solución:

| Año | Flujo de Caja | Factor de Actualización | Flujo de Caja Actualizado |
|-----|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 0   | (200)         | -                       | (200,0)                   |
| 1   | (250)         | 0,893                   | (223,3)                   |
| 2   | 200           | 0,797                   | 159,4                     |
| 3   | 200           | 0,712                   | 142,4                     |
| 4   | 180           | 0,636                   | 114,5                     |
| 5   | 150           | 0,567                   | 85,1                      |
| 6   | 100           | 0,506                   | 50,6                      |
|     |               | <b>VAN</b>              | <b>128,7</b>              |

Importancia de calcular los flujos de caja sobre una base incremental.- Este es un problema

sobre el cual es bastante frecuente la falta de claridad, por cuanto no se pone de manifiesto aunque está implícito cuando se evalúa un nuevo proyecto, pero sí es esencial considerarlo cuando se evalúan inversiones de ampliación y modernización.

¿Qué se quiere decir cuando se habla de una base incremental? Esto significa que todo proyecto se debe evaluar por los flujos de caja adicionales que se derivan de su aceptación, teniendo presente que el proyecto genera inicialmente un flujo de caja incremental negativo (inversión) y posteriormente flujos de caja incrementales positivos derivados de su operación. Esto no presenta confusión cuando se trata de una nueva empresa, de un nuevo proyecto, pues en la situación sin proyecto no hay flujos de caja, su valor es 0, por tanto, todos serán flujos de caja incrementales en relación a la situación inicial.

Ahora bien, ¿Qué sucede en una empresa en funcionamiento? Una fábrica, un centro turístico, etcétera, cuando se realiza una nueva inversión dirigida a su ampliación, o a su ampliación y modernización, pues que se producen erogaciones de efectivo que incrementan el valor de sus activos, y, al iniciar esta nueva inversión, su operación deberá tener un aumento de los ingresos que se expresará en el incremento de los flujos de caja. ¿Cuál es el error que se comete en muchas ocasiones? Que se evalúa el proyecto por los flujos de caja que se obtienen después de ejecutado el mismo. O dicho de otra manera, por los flujos de caja que son resultado no sólo de la nueva inversión, sino también de inversiones anteriores, cuando esta nueva inversión debe ser evaluada por los flujos de caja incrementales o adicionales generados por la misma.

Para comprender cómo se expresa este error en la práctica, nos auxiliaremos de un pequeño ejemplo. Digamos que se tiene una empresa con activos por valor de 3 millones de pesos y produce FC de 1,5 millones de pesos anuales, contemplándose realizar inversiones en esta empresa por un monto de 2 millones que permitirá aumentar los FC a 2 millones de pesos anuales. Suponga que la tasa de descuento es del 18 % y que a los efectos de simplificar no hay valor residual y la vida útil económica es de 5 años.

Generalmente, cuando no se toman en consideración los FC incrementales en el cálculo el VAN, se procede de dos formas igualmente erróneas. Son estas:

$$VAN = -5 + \sum_{j=1}^5 \frac{2}{(1+0.18)^j} = -5 + 6,25 = 1,25 \text{ millones}$$

Otra forma, también errónea de calcular el VAN, y, desafortunadamente, la más frecuente es:

$$VAN = -2 + \sum_{j=1}^5 \frac{2}{(1+0.18)^j} = -2 + 6,25 = 4,25 \text{ millones}$$

¿Cómo se debió evaluar? Determinando cual es la situación sin proyecto y con proyecto

y calculando los FC por la diferencia entre la situación sin proyecto y con proyecto, es decir:

|                        | <u>Situación<br/>con Proyecto</u> | <u>Situación<br/>sin Proyecto</u> | <u>Flujo de Caja<br/>Incremental</u> |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Valor de los activos   | 5,0                               | 3,0                               | 2,0                                  |
| Flujos de caja anuales | 2,0                               | 1,5                               | 0,5                                  |

$$VAN = -2 + \sum_{j=1}^5 \frac{0,5}{(1+0,18)^j} = -2 + 1,56 = -0,44 \text{ millones}$$

Las conclusiones son obvias, un proyecto que de haber sido evaluado correctamente debió ser rechazado, al dar un VAN negativo de 440 mil pesos, sin embargo, la incorrecta determinación de los flujos de caja, aparentaba que los resultados serían millonarios. Por qué ocurre esto? Simplemente por el hecho que se están atribuyendo al proyecto resultados de los antiguos activos de la empresa, pues si se calcula el VAN de la misma en la situación sin proyecto se tiene que este asciende a 1,69 millones, es decir, exactamente 440 mil pesos más que en la primera de las soluciones erróneas, pues precisamente el proyecto disminuye el VAN de la empresa en lugar de incrementarlo. En relación con la segunda respuesta se produce un aumento de 3 millones, pues en ella se ignoran por completo los 3 millones de activos que tiene la empresa y se le atribuyen como ingresos al proyecto.

Otro error frecuente relacionado con lo anterior, pero más sutil, es que a veces se comparan las situaciones antes del proyecto y después del proyecto y esto no es exactamente igual a la situación con proyecto y sin proyecto, que es como debe hacerse. La explicación es que la situación sin proyecto presupone que se analice lo que sucedería si no se ejecuta el proyecto, lo que no tiene que ser forzosamente una situación estática, sino que los flujos de caja podrían disminuir a lo largo del tiempo como producto de acelerarse el deterioro de la empresa, o bien podrían aumentar como resultado de medidas técnico-organizativas, que es lo que suele llamarse la situación sin proyecto optimizada, mientras que al partir de la situación antes del proyecto, esto presupone una situación estática.

Un ejemplo muy ilustrativo de lo anterior es el de una industria en que se considere una situación antes del proyecto en que se trabaje un solo turno y una situación después del proyecto en que se establezca doble turno de trabajo, esto significaría que se le estaría atribuyendo al proyecto los beneficios del doble turno, que se podrían haber obtenido sin necesidad del mismo.

Tratamiento de los llamados costos hundidos o costos muertos.- Estos costos obedecen esencialmente a que en ocasiones se realizan inversiones que no cumplen su objetivo, se desactivan posteriormente por alguna razón, se realizan en varias etapas con costos muy superiores a los previamente considerados al evaluar inicialmente el conjunto del proyecto, o simplemente, no tienen ningún uso en un determinado momento.

Precisamente, su tratamiento es otro aspecto sobre el que generalmente no se tiene

claridad y que al igual que en el caso anterior puede llevar a errores muy gruesos en la toma de decisiones. Esto se debe a la tendencia a valorar estos activos según su costo histórico cuando se le encuentra algún fin útil, cuando lo correcto sería valorarlos a su costo de oportunidad, es decir, al valor que realmente tendrían en otro uso alternativo, lo que implica que si no tienen uso alternativo, su costo de oportunidad es 0.

Según nuestra experiencia hay, en ocasiones, resistencia a aceptar un costo de oportunidad nulo, por lo que se tratará de ejemplificar este tipo de situación con algunos ejemplos simplificados y modificados con fines didácticos, derivados de algunos casos reales que se nos han presentado.<sup>20</sup>

Considere Ud. un proyecto hidráulico, consistente en la construcción de una presa para el riego a los efectos del fomento agrícola de una región determinada, el mismo se concibe en tres etapas con los siguientes costos de inversión:

|                                                    | Costo de Inversión<br>(millones de pesos) |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1ra etapa.- Construcción de la presa               | 7                                         |
| 2da etapa.- Estaciones de bombeo, canales maestros | 5                                         |
| 3ra etapa.- Sistemas de riego                      | <u>8</u>                                  |
| Total costo de Inversión                           | <u>20</u>                                 |

El pronóstico de los Flujos de Caja da un valor actual de 27 millones de pesos, por tanto, se aprueba el proyecto al calcularse un VAN de 7 millones de pesos, pues:

$$\text{VAN} = -I + \text{VA} = -20 + 27 = 7 \text{ millones de pesos}$$

Sin embargo, al ejecutar el proyecto el costo real de la primera etapa ascendió a 10 millones de pesos, también se produce un incremento del costo de la segunda etapa, por aumento del costo del combustible y del equipamiento, la que ascendió a 10 millones. Esta situación preocupa a los inversores los que deciden paralizar la ejecución del proyecto a los efectos de reevaluar el mismo. Esta nueva evaluación comprueba que el costo de inversión en el sistema de riego será inferior al previamente establecido, al reducirse a 6 millones de pesos, pues el área que es factible regar es menor que la previamente calculada, de otra parte, se requiere modificar la estructura de producción y precios anteriormente considerada de acuerdo a previsiones más actualizadas sobre el comportamiento del mercado, todo lo cual determina que el valor actual de los flujos de caja ascienda a sólo 20 millones de pesos.

Si en estas nuevas condiciones se evalúa el proyecto atendiendo a su costo histórico, se procedería como sigue:  $\text{VAN} = -26 + 20 = -6$  millones de pesos, por tanto, el proyecto no es conveniente, no vale la pena seguir gastando dinero en él. Sin embargo, si en esta situación se razona según el criterio del costo de oportunidad, cuál sería el costo de oportunidad de las 2 primeras etapas? Ya la presa esta construida, así como, los canales maestros y estaciones de bombeo, Ud. no puede utilizar la presa en otra cosa que no sea el

<sup>20</sup> Guido Romero: Evaluación económica y social de la Tercera Etapa del proyecto múltiple “San Jacinto”, Tesis de Maestría, Tarija, Bolivia, 1998.

riego, tampoco puede hacer nada con los canales maestros, y, desmontar las estaciones de bombeo, cuesta más que lo que valdría la instalación de dicho equipamiento en otro destino. En resumen, el costo de oportunidad de la primera y segunda etapa es nulo, su valor a los efectos de la revaluación del proyecto es 0. Por tanto, según este criterio para la evaluación se procedería como sigue:  $VAN = -6 + 20 = 14$  millones de pesos.

¿Es conveniente llevar a cabo la tercera etapa del proyecto, con independencia de lo que hayan costado las dos anteriores? A ello se podría contestar no, dado que se invirtieron en total 26 millones y sólo se reciben valores actuales por 20, o en otras palabras, hay una pérdida de 6 millones. Es cierto, fue una mala decisión, pero si no se ejecuta la tercera etapa se dejarán de ganar 14, lo que significa que se perderán 20.

Desdichadamente estas situaciones no son tan evidentes en la práctica, como se muestra en el siguiente ejemplo también derivado de un caso real. Para la construcción de un lujoso restaurante dirigido al turismo, se pidió un crédito -aún no pagado- digamos que de 3 millones de dólares, pero, se contempla la posibilidad de cerrarlo pues produce pérdidas. No obstante, se presenta la oportunidad de integrarlo a un nuevo proyecto turístico. La pregunta sería, ¿se debe incluir el costo de este restaurante en el costo de inversión del nuevo proyecto turístico? La respuesta según el criterio del costo de oportunidad tendría que ser no, sin embargo, quienes elaboraron el proyecto no lo entendieron así, argumentando entre otras razones que el crédito con el que se construyó dicho restaurante aún no se había pagado. Si se medita, esto último no cambia la situación. Es decir, aunque Ud. no la haya pagado, si las únicas posibilidades del restaurante son su operación con pérdida o cerrarlo, hablando en términos estrictamente financieros, la más eficiente de estas alternativas sería cerrarlo, por tanto, este es su costo de oportunidad, con independencia de que Ud. aún no haya pagado el crédito con que lo construyó. Al final, los inversores, plantearon la única alternativa aceptable y fue que existían otras variantes de explotación eficiente<sup>21</sup> del restaurante; además, del nuevo proyecto turístico, confiamos que así haya sido.

Principio de homogeneidad en el cálculo del VAN.- Este principio consiste en que al comparar costos y beneficios estos tienen que estar expresados tanto en la misma unidad monetaria como en el mismo punto en el tiempo, usualmente en el año 0, aunque pudiera calcularse para otro año (digamos, valor final).

Esto significa tanto que no se pueden comparar ingresos actualizados, por ejemplo, al año 5 con costos actualizados del año 3, tampoco se puede comparar un proyecto del año  $20 \times 1$  con un  $VAN = 20$ , con un proyecto del año  $20 \times 2$  con un  $VAN = 25$ , ambos tienen que ser llevados a  $20 \times 1$  ó a  $20 \times 2$ , es decir, al mismo punto en el tiempo.

Importancia de la distribución de los ingresos en el tiempo.- Este aspecto puede ser importante en algunos proyectos, pues la lógica del criterio VAN considera que el dinero tiene un valor en el tiempo, por tanto, le dará siempre preferencia a aquellos proyectos que tengan la mayor proporción de sus ingresos en los primeros años que en un futuro distante (a igual tasa de descuento).

---

<sup>21</sup> Esto es sumamente importante, pues igualmente inaceptable es asumir que no hay otras alternativas y postular un costo de oportunidad igual a 0 sin haber analizado si realmente existen otras posibilidades.

### 1.3- El cálculo del VAN. Estudio de Caso

A los efectos de ilustrar cómo los diferentes factores antes explicados deben tomarse en consideración en el cálculo del VAN, a continuación se presenta un pequeño Estudio de Caso.

#### *Estudio de Caso. Cooperativa “El Guarapo”*

La Cooperativa “ El Guarapo ”, tiene una superficie de 1250 hectáreas de caña de azúcar y un rendimiento anual de 50 TM por hectárea. El precio de la TM de caña es de 20 pesos y los costos anuales de operación (antes de amortización e impuestos) ascienden a \$ 1,1 millón de pesos.

Para incrementar sus rendimientos la Cooperativa esta estudiando la posibilidad de instalar un sistema de regadío en parte de las tierras en explotación , para lo cual requiere hacer una inversión de 620 mil pesos. Ello, debe permitirle incrementar los rendimientos en un 40 % en el primer año y en un 60 % a partir del segundo año, mientras que los costos de operación anuales antes de amortización e impuestos se elevarán a 1,3 millones de pesos.

La Cooperativa cuenta con un parque de combinadas y tractores en explotación desde hace dos años, cuyo costo de adquisición fue de 120 mil pesos. No obstante, para poder hacer frente a este incremento debe adquirir una nueva combinada con un precio de 36 mil pesos.

La vida útil de los equipos (tractores, combinadas, equipos de regadío) es de seis años. Para el cálculo de los costos se sigue un sistema de depreciación lineal, en que no se le determinó a los tractores y combinadas el valor residual, aunque se estima que estos pueden ser vendidos al final de su vida útil por el 10 % de su valor, constituyendo un beneficio a los efectos fiscales, mientras que a los equipos de riego se le determinó un valor residual de 20 mil pesos.

Conociendo que el impuesto sobre utilidades es del 30 % y la tasa de actualización del 10 % se le pide que utilice el criterio VAN para realizar un estudio que abarque los próximos 6 años, a los efectos de determinar la conveniencia de llevar a cabo esta inversión.

#### Solución:

Dado que se trata de una inversión en una empresa en funcionamiento, se requiere determinar los flujos de caja incrementales. A este fin una vía puede ser calcular los flujos de caja para las situaciones con proyecto y sin proyecto. Procedamos previamente a calcular los flujos de caja en la situación sin proyecto.

**CUADRO 4.2- ESTUDIO DE CASO COOPERATIVA “ EL GUARAPO”  
SOLUCIÓN SIN PROYECTO**

UM: Miles de Pesos

| CONCEPTO                             | 1    | A<br>2 | Ñ<br>3 | O<br>4 | S<br>5 | 6    |
|--------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|------|
| Inversión                            |      |        |        | -120   |        |      |
| Producción Anual (Mil TM)            | 62,5 | 62,5   | 62,5   | 62,5   | 62,5   | 62,5 |
| Precio por TM (\$)                   | 20   | 20     | 20     | 20     | 20     | 20   |
| Ventas(Mil Pesos)                    | 1250 | 1250   | 1250   | 1250   | 1250   | 1250 |
| Costos (Mil Pesos)                   | 1100 | 1100   | 1100   | 1100   | 1100   | 1100 |
| Beneficios antes Depreciación e Imp. | 150  | 150    | 150    | 150    | 150    | 150  |
| Depreciación                         | 20   | 20     | 20     | 20     | 20     | 20   |
| Beneficio Imponible                  | 130  | 130    | 130    | 130    | 130    | 130  |
| Beneficio Extraordinario             |      |        |        | 12     |        |      |
| Beneficios Totales Imponibles        | 130  | 130    | 130    | 142    | 130    | 130  |
| Impuesto (30 %)                      | 39   | 39     | 39     | 42,6   | 39     | 39   |
| Beneficios Netos                     | 91   | 91     | 91     | 99,4   | 91     | 91   |
| Más: Valor Residual                  |      |        |        |        |        | 80   |
| Más: Depreciación                    | 20   | 20     | 20     | 20     | 20     | 20   |
| Sub-Total                            | 111  | 111    | 111    | 119,4  | 111    | 191  |
| Flujo de Caja                        | 111  | 111    | 111    | -0,6   | 111    | 191  |

Como se aprecia en el Cuadro, en la situación sin proyecto no hay inversión en el año 0, pero sí en el año 4, debido a que las combinadas y tractores tienen 2 años en explotación, por lo que en el año 4 llegan al final de su vida útil y deben ser sustituidos por nuevos equipos.

Dado que el área destinada al cultivo de la caña es de 1250 Has y el rendimiento es de 50 TM por Ha, la producción anual de caña ascenderá a 62,5 mil TM, las que a un precio de \$20 por TM, posibilita calcular los ingresos anuales del proyecto que como se aprecia ascienden a \$1250 miles; cantidad esta que si le deduce el costo de operación por \$1100 mil, permite obtener los \$150 mil de beneficios antes de depreciación e impuestos.

Al ser el método lineal el utilizado para calcular la depreciación, esta será igual al valor inicial de las combinadas y tractores menos su valor residual, dividido entre el número de años de vida útil, es decir,  $\$120 \text{ mil} / 6 = \$20 \text{ mil}$ , información esta que es requerida para pasar al cálculo del beneficio imponible. Sin embargo, el problema nos dice que las combinadas y tractores aunque no se les calculó valor residual, pueden ser vendidos al final de su vida útil por el 10 % de su valor, esto significa que se obtendría un beneficio extraordinario de \$12 mil en el año 4 (10 % de \$120 mil), por la venta de los equipos que llegaron al final de su vida útil y sobre el cual se requiere pagar impuestos. Por ello, si al beneficio total imponible (obtenido antes) se le deduce el 30 % de impuesto sobre utilidades se obtienen los beneficios netos.

No obstante, se sabe que la depreciación no forma parte de los flujos de caja, y, aunque

fue necesario descontarla para poder calcular los impuestos, se requiere adicionarla de nuevo para llegar a los flujos de caja. Además; también es necesario considerar el valor residual de los equipos en el último año de la vida útil del proyecto, el que estará constituido por los \$80 mil pesos de valor residual correspondiente a las combinadas y tractores, los que se compraron por \$120 mil y se han depreciado solamente durante dos años, es decir, por \$40 mil, por lo que aún le quedan 4 años de vida útil.

Calculados ya los flujos de caja en la situación sin proyecto, se procede a calcular éstos para la situación con proyecto.

CUADRO 4.3- ESTUDIO DE CASO COOPERATIVA “ EL GUARAPO”  
SOLUCIÓN CON PROYECTO

UM: Miles de Pesos

|                               | 0    | 1     | A<br>2 | Ñ<br>3 | O<br>4 | S<br>5 | 6      |
|-------------------------------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inversión                     | -656 |       |        |        | -120   |        |        |
| Producción Anual (Mil TM)     |      | 87,5  | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    |
| Precio por TM (\$)            |      | 20    | 20     | 20     | 20     | 20     | 20     |
| Ventas (Mil Pesos)            |      | 1750  | 2000   | 2000   | 2000   | 2000   | 2000   |
| Costos (Mil Pesos)            |      | 1300  | 1300   | 1300   | 1300   | 1300   | 1300   |
| Beneficios antes Dep. e Imp.  | -656 | 450   | 700    | 700    | 700    | 700    | 700    |
| Depreciación                  |      | 126   | 126    | 126    | 126    | 126    | 126    |
| Beneficio Imponible           |      | 324   | 574    | 574    | 574    | 574    | 574    |
| Beneficio Extraordinario      |      |       |        |        | 12     |        | 3,6    |
| Beneficios Totales Imponibles | -656 | 324   | 574    | 574    | 586    | 574    | 577,6  |
| Impuesto (30 %)               |      | 97,2  | 172,2  | 172,2  | 175,8  | 172,2  | 173,28 |
| Beneficios Netos              | -656 | 226,8 | 401,8  | 401,8  | 410,2  | 401,8  | 404,32 |
| Más: Valor Residual           |      |       |        |        |        |        | 100    |
| Más: Depreciación             |      | 126   | 126    | 126    | 126    | 126    | 126    |
| Sub-Total                     |      | 352,8 | 527,8  | 527,8  | 536,2  | 527,8  | 630,32 |
| Flujo de Caja                 | -656 | 352,8 | 527,8  | 527,8  | 416,2  | 527,8  | 630,32 |

En este caso, tal como se aprecia en el Cuadro, es necesario incluir en el año 0 la inversión en el equipo de riego por \$620 mil, más los \$36 mil por la adquisición de la nueva combinada, para un total de \$656 mil, requiriéndose igualmente sustituir los equipos en uso en el año 4.

En cuanto a los ingresos es preciso considerar que los rendimientos se incrementan en un 40 % en el primer año y en un 60 % del segundo en adelante, por lo que se elevan de 50 a 70 y 80 TM por Ha respectivamente, lo que significa que la producción crece a 87,5 mil TM de caña en el año 1 y 100 mil TM del año 2 en adelante, consecuentemente los ingresos por ventas se elevan a \$1750 mil y \$2000 miles. En cuanto a los costos de operación es preciso tener presente que en la situación con proyecto aumentan a \$1300 mil.



Para el cálculo de la depreciación se requiere añadir a los \$20 mil de los equipos en uso, \$6 mil por concepto de la nueva combinada ( $\$36 / 6$ ) y \$100 mil por el equipo de riego ( $\$620 - \$20$ ) / 6, pues este tiene un valor residual de \$20 mil, lo que hace un gran total de \$126 mil pesos.

Otros aspectos que es necesario considerar son el beneficio extraordinario por la nueva combinada que termina su vida útil el año 6 por lo que se puede vender en \$3,6 mil (10 % de \$36 mil) y, que el valor residual de los equipos ascenderá ahora a \$100 mil, pues a los \$80 mil de la situación sin proyecto hay que añadir los \$20 mil del equipo de riego.

Al deducir de la situación con proyecto los flujos de caja de la situación sin proyecto se obtienen los flujos de caja incrementales, los que actualizados al 10 % permiten obtener el VAN del proyecto, el que -como se aprecia en el siguiente Cuadro- asciende a \$1012,4 miles, por lo que resulta conveniente llevar a cabo la inversión.

CUADRO 4.4- ESTUDIO DE CASO COOPERATIVA “ EL GUARAPO”  
CALCULO DEL VAN

|                            | UM: Miles de Pesos |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            | A                  | Ñ      |        | O      | S      |        |        |        |
| Flujo de Caja              | 0                  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 0 al 6 |
| Situación con Proyecto     | -656               | 352,8  | 527,8  | 527,8  | 416,2  | 527,8  | 630,32 |        |
| Situación sin proyecto     |                    | 111,0  | 111,0  | 111,0  | -0,6   | 111,0  | 191,00 |        |
| Flujo de Caja Incremental  | -656,0             | 241,8  | 416,8  | 416,8  | 416,8  | 416,8  | 439,32 |        |
| F. de actualización (10 %) | 1                  | 0,909  | 0,826  | 0,751  | 0,683  | 0,621  | 0,564  |        |
| Flujo de Caja Actualizado  | -656,0             | 219,80 | 344,28 | 313,02 | 284,67 | 258,83 | 247,78 | 1012,4 |

Otra vía de solucionar este Caso sería calculando directamente los flujos de caja incrementales. Como se puede apreciar en el Cuadro 4.5, por esta vía se obtiene exactamente el mismo VAN, diferenciándose del anterior en que se calculan directamente los efectos del proyecto. De esta manera, se tiene un egreso de \$656 mil pesos en el año 0 que es la inversión requerida por el proyecto, mientras que los ingresos corresponden sólo al incremento de los rendimientos, es decir, 20 TM por Ha en el año 1 y 30 TM del año 2 en adelante, lo que significa una producción incremental de 25 mil y 37,5 mil TM respectivamente, que es precisamente la producción correspondiente al proyecto. En cuanto a los costos de operación sólo es originado por el proyecto el incremento de \$200 mil.

Situación similar se presenta con la depreciación, la que asciende ahora a \$106 mil, al incluir únicamente el equipo de riego y la nueva combinada, mientras como beneficio extraordinario sólo se incluirá la venta de dicha combinada y como valor residual los \$20 mil del equipo de riego.

**CUADRO 4.5- ESTUDIO DE CASO COOPERATIVA “ EL GUARAPO”  
FLUJOS DE CAJA INCREMENTALES**

| Conceptos                      | UM: Miles de Pesos |       |        |        |        |        |        | 1al 6         |
|--------------------------------|--------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
|                                | 0                  | 1     | A<br>2 | Ñ<br>3 | O<br>4 | S<br>5 | 6      |               |
| Inversión (mil \$)             | -656,0             |       |        |        |        |        |        |               |
| Incremento Producción (mil TM) |                    | 25,0  | 37,50  | 37,50  | 37,50  | 37,50  | 37,50  |               |
| Precio/TM (\$)                 |                    | 20,0  | 20,00  | 20,00  | 20,00  | 20,00  | 20,00  |               |
| Incremento Ventas (mil \$)     |                    | 500,0 | 750,00 | 750,00 | 750,00 | 750,00 | 750,00 |               |
| Incremento Costos (mil \$)     |                    | 200,0 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 | 200,00 |               |
| Beneficio antes Dep. e Imp.    |                    | 300,0 | 550,00 | 550,00 | 550,00 | 550,00 | 550,00 |               |
| Menos: Incremento Depreciación |                    | 106,0 | 106,00 | 106,00 | 106,00 | 106,00 | 106,00 |               |
| Beneficios antes de Impuestos  |                    | 194,0 | 444,00 | 444,00 | 444,00 | 444,00 | 444,00 |               |
| Beneficio Extraordinario       |                    |       |        |        |        |        | 3,60   |               |
| Beneficio Total Imponible      |                    | 194,0 | 444,00 | 444,00 | 444,00 | 444,00 | 447,60 |               |
| Impuesto (30 %)                |                    | 58,2  | 133,20 | 133,20 | 133,20 | 133,20 | 134,28 |               |
| Sub – total                    |                    | 135,8 | 310,80 | 310,80 | 310,80 | 310,80 | 313,32 |               |
| Más: Valor Residual            |                    |       |        |        |        |        | 20,00  |               |
| Más: Depreciación              |                    | 106,0 | 106,00 | 106,00 | 106,00 | 106,00 | 106,00 |               |
| Flujo de Caja                  | -656,0             | 241,8 | 416,80 | 416,80 | 416,80 | 416,80 | 439,32 |               |
| Factor de Actualización(10 %)  | 1                  | 0,909 | 0,826  | 0,751  | 0,683  | 0,621  | 0,564  |               |
| <b>VAN</b>                     | -656,0             | 219,8 | 344,28 | 313,02 | 284,67 | 258,83 | 247,78 | <b>1012,4</b> |

#### 1.4- El cálculo del VAN cuando el flujo de caja es constante

El cálculo del VAN puede simplificarse cuando los flujos de caja son constantes, a este fin se parte de la fórmula ya conocida para el cálculo del VAN, es decir:

$$VAN = -I + \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

dado que  $FC_1, FC_2, \dots, FC_n = FC$ , la fórmula anterior se transformaría como sigue:

$$VAN = -I + \frac{FC}{(1+k)^1} + \frac{FC}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC}{(1+k)^n}$$

sacando FC como factor común, tenemos que:

$$VAN = -I + FC \left( \frac{1}{(1+k)^1} + \frac{1}{(1+k)^2} + \dots + \frac{1}{(1+k)^n} \right)$$

donde la expresión entre paréntesis es la suma de n términos de una progresión geométrica decreciente de razón  $1 / 1+k$ , cuya suma es igual a:

$$\frac{1 - (1+k)^{-n}}{k} = a_{n|k}$$

definiéndose  $a_{n|k}$  como el valor actual de un ingreso unitario constante obtenido durante n años a la tasa k, que se puede encontrar en las Tablas Financieras. De donde la fórmula para el cálculo del VAN cuando los flujos de caja son constantes quedaría como:

$$VAN = -I + FC a_{n|k}$$

### Cálculo del VAN para flujos constantes e infinitos

Si además se considera que la inversión tiene una vida infinita, lo cual es útil conocer, en particular, cuando se evalúan inversiones financieras. La formulación analítica del VAN será:

$$VAN = -I + FC \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 - (1+k)^{-n}}{k}$$

Por tanto, al n ser infinito  $(1+k)^{-n} = 0$  y la fórmula para el cálculo del VAN cuando el proyecto tiene flujos de caja constantes e infinitos se expresaría como sigue:

$$VAN = -I + FC/k$$

### Ejemplo Ilustrativo

Consideremos un proyecto con un costo de inversión de \$5000, con flujos de caja anuales de \$1000, vida útil de 30 años y una tasa de actualización del 13 %.

#### Solución:

$$VAN = -I + FC a_{n|k} = -\$500 + \$1000 a_{30|0,13}$$

$$VAN = -\$500 + \$1000 * 7,4957 = \$2495,70$$

debido a que  $a_{30|0,13} = 7,4957$  (valor actual de \$1 anual durante 30 años al 13 %)

Si en lugar de 30 años, la vida útil del proyecto fuera infinita, su VAN se calcularía como sigue:

$$VAN = -I + \frac{FC}{k} = -\$5000 + \frac{\$1000}{0,13} = -\$5000 - \$7,6923 = \$2692,30$$

Además; de la mayor facilidad para calcular el VAN en este caso, una conclusión muy importante que se puede obtener es que no hay una gran diferencia entre el VAN calculado con 30 años de vida útil y el VAN calculado para una vida útil infinita. Ello, pone de manifiesto otro aspecto de importancia en el cálculo del VAN, este es su **vida útil económica** la que, en general, es diferente a su vida física y permite comprender el por qué en la mayoría de los proyectos no tiene sentido económico considerar una vida útil superior a 10 -15 años.

## 1.5- Ventajas y limitaciones del VAN

El estudio y análisis realizado en relación con el criterio del Valor Actual Neto (VAN), nos permite establecer las principales ventajas y limitaciones que se le atribuyen. Son estas:

### VENTAJAS

1. Sencillez de cálculo (su operatoria se reduce a operaciones de matemáticas elementales).
2. Tiene en cuenta toda la vida del proyecto y las corrientes de liquidez.
3. Toma en consideración el carácter temporal de los flujos. Es decir, al homogeneizar los flujos netos de caja refiriéndolos a un mismo momento del tiempo ( $t = 0$ ), reduce a una unidad de medida común cantidades de dinero recibidas en momento del tiempo diferentes, con lo que se tiene en cuenta el diferente valor de cada unidad monetaria, dependiendo del momento del tiempo en que está disponible.

Esta última constituye la principal ventaja del VAN, pues la utilización de los Flujos de Caja Descontados (FCD), tiene como objetivo maximizar la riqueza de los inversionistas en el largo plazo y la correcta determinación del VAN debe coincidir con el objetivo de maximizar el valor de la empresa.

### LIMITACIONES

1. Dificultad para determinar la tasa de descuento adecuada. Si el mercado de capital fuera perfecto el tipo de interés no plantearía problemas, pero el mercado de capitales es imperfecto, de aquí la complejidad en determinar la tasa de descuento adecuada. Muchas posibles soluciones a este problema se han venido discutiendo desde el capítulo anterior, y otras se examinarán posteriormente. Este es el caso del costo medio ponderado del capital, el que pudiera ser, para una inversión en una empresa en funcionamiento, la tasa de actualización idónea, si la inversión fuera una copia al papel carbón de la empresa y no hubiera escasez de capital.

Si hay escasez de capital esto presupone que en ocasiones no es posible realizar proyectos de inversión que son rentables, es decir, en que  $r > k$ . Situación en que la empresa para invertir exigirá una rentabilidad mínima superior a la del proyecto que desechó aunque era rentable. Ello, significa que la tasa a aplicar sería la de dicho proyecto, es decir, el costo

*de oportunidad de la inversión marginal.*

Otro aspecto a tomar en consideración es que el precio de los recursos depende del nivel del riesgo económico y financiero. Por tanto, si el proyecto tiene un nivel de riesgo superior al de la empresa, se requiere (como se verá en capítulos posteriores), ajustar el costo medio ponderado de la empresa al nivel de riesgo, para utilizarlo como tasa de descuento en el nuevo proyecto.

2. La hipótesis de reinversión de los flujos intermedios de caja a la tasa  $k$ . Al valorar un proyecto de inversión los modelos dinámicos toman en cuenta no sólo la homogeneización de los flujos netos de caja del proyecto, sino también su reinversión, a fin de obtener de ellos una rentabilidad. El criterio VAN presupone que los flujos de caja obtenidos son reinvertidos a la tasa  $k$  de actualización. Esto puede ser demostrado matemáticamente, pues el VAN es un caso particular de reinversión de los flujos de caja a la tasa  $k$ .

No obstante, este es considerado por algunos autores como un criterio conservador, los que plantean que lo lógico sería considerar que los fondos se reinvirtieran a una tasa mayor que  $k$ , si es una empresa en crecimiento. A mi juicio, esta es una limitación bastante relativa, pues en definitiva se le está exigiendo a la reinversión de los fondos una tasa de eficiencia que representa el mínimo exigido por el que toma las decisiones, bien sea esta el costo de oportunidad del capital, la tasa de interés, el costo promedio ponderado, etcétera.

Otras limitaciones del método, de poca significación teórica, pero de ciertas implicaciones prácticas son:

3. No indica la tasa de rentabilidad total del proyecto.
4. No siempre es comprendido por los hombres de negocios (por los que toman las decisiones) al estar acostumbrados a pensar en términos de tasa de rendimiento del capital.

## **2. EL CRITERIO TIR: CONCEPTO. MÉTODO DE CÁLCULO. SIGNIFICADO ECONÓMICO**

La Tasa Interna de Rendimiento (TIR), se define como aquella tasa de actualización o descuento  $r$ , que hace cero la rentabilidad absoluta neta de la inversión. Es decir, aquella tasa de descuento que iguala el valor actual de la corriente de cobros con el valor actual de la corriente de pagos. Analíticamente el criterio de la TIR se expresa como sigue:

$$TIR = -I + \frac{FC_1}{(1+r)^1} + \frac{FC_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+r)^n} = 0 \quad (1)$$

Donde se requiere hallar aquel valor de  $r$  que iguala a 0 los flujos de caja del proyecto y que representa, por tanto, su Tasa Interna de Rendimiento. En síntesis, la TIR se calcula

igual que el VAN, la única diferencia es que se estiman aquellas tasas de actualización que hacen el VAN = 0, lo que se alcanza en un proceso de aproximaciones sucesivas.

El procedimiento general consiste en utilizar aquellas tasas de actualización que aproximen lo más posible el VAN a cero hasta llegar a que el VAN sea negativo. La TIR se encontrará entre la última tasa que permite un VAN positivo y la primera que lo hace negativo, por supuesto que, mientras mas cerca sea la aproximación a cero, mayor será la exactitud obtenida, no debiendo la diferencia entre las tasas exceder de un 2 % si se quiere lograr una buena aproximación.

Posteriormente, el valor de la TIR se hallará mediante interpolación entre ambas tasas, lo que se expresa como:

$$r = k_1 + \frac{VAN_p (k_2 - k_1)}{VAN_p + |VAN_n|}$$

donde:

r = Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

$k_1$  = Tasa de actualización en que el VAN es positivo

$VAN_p$  = Importe del VAN positivo a la tasa de actualización  $k_1$

$k_2$  = Tasa de actualización en que el VAN es negativo

$VAN_n$  = Importe del VAN negativo a la tasa de actualización  $k_2$  (se suma con signo positivo)

La TIR representa la rentabilidad general del proyecto y el criterio de selección corresponderá al proyecto que tenga la mayor TIR, aunque como se verá posteriormente esta es una condición necesaria pero no suficiente.

### Ejemplo del cálculo de la TIR

A los efectos de ejemplificar el cálculo de la TIR, se utilizará el mismo problema utilizado anteriormente para el cálculo del VAN, en el cual se disponía de la información siguiente:

Inversión: \$500

|                | A ñ o s |     |     |     |
|----------------|---------|-----|-----|-----|
|                | 1       | 2   | 3   | 4   |
| Flujos de Caja | 200     | 200 | 150 | 150 |

### Solución:

Del cálculo del VAN se sabe que, este proyecto tiene un VAN positivo para una tasa de descuento del 10 %, lo que implica que la TIR es mayor que 10 %, por lo que se iniciará el proceso de aproximaciones sucesivas, calculando el VAN para una tasa del 15 %, en que se obtiene un VAN de 9,7. Sin embargo, al continuar este siendo positivo se procede

posteriormente a calcularlo para una tasa del 17 %, en que se obtiene un VAN negativo, tal como se presenta a continuación:

| Año | Flujo de caja | Factor de Actualización ( 15 % ) | Flujo de Caja Actualizado | Factor de Actualización ( 17 % ) | Flujo de Caja |
|-----|---------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------|
| 0   | (500)         | 1                                | (500,0)                   | 1                                | (500,0)       |
| 1   | 200           | 0,870                            | 174,0                     | 0,855                            | 171,0         |
| 2   | 200           | 0,756                            | 151,2                     | 0,751                            | 146,2         |
| 3   | 150           | 0,658                            | 98,7                      | 0,624                            | 93,6          |
| 4   | 150           | 0,572                            | <u>85,8</u>               | 0,534                            | <u>80,1</u>   |
|     |               | <b>VAN</b>                       | <b>9,7</b>                |                                  | <b>-9,1</b>   |

De esta manera, el valor de la TIR debe estar entre el 15% y el 17%, siendo preciso interpolar entre estos dos valores, en que:

$$r = k_1 + \frac{VAN_p (k_2 - k_1)}{VAN_p + |VAN_n|}$$

$$r = 0,15 + \frac{9,7 ( 0,17 - 0,15 )}{9,7 + 9,1} = 0,15 + ( 0,194/18,8 ) = 0,15 + 0,01$$

$$r = 0,16 = 16 \%$$

Por tanto, si los pronósticos de la demanda, precios, costos, etcétera, de este proyecto fueron correctos, el mismo deberá generar fondos para obtener una rentabilidad anual del 16,0 % (sobre la inversión viva de cada año), es decir, la pendiente de amortizar. Un error frecuente en estos casos es considerar que la TIR se refiere a la inversión inicial.

Si se procede a efectuar en el caso de la TIR un análisis de todos los factores que están presente en su cálculo, similar al que se hizo para el VAN, a los efectos de profundizar en su contenido económico, tendríamos que:

CUADRO 42.6- FACTORES ECONÓMICOS PRESENTES EN EL CALCULO DE LA TIR

| Años | Valor de la Inversión | Flujo de Caja | Rendimiento Anual (TIR) 16 % | Recuperación Económica de la Inversión |
|------|-----------------------|---------------|------------------------------|----------------------------------------|
| 0    | 500,0                 | -             | -                            | -                                      |
| 1    | 500,0                 | 200           | 80,0                         | 120,0                                  |
| 2    | 380,0                 | 200           | 60,8                         | 139,2                                  |
| 3    | 240,8                 | 150           | 38,5                         | 111,5                                  |
| 4    | 129,3                 | 150           | 20,7                         | 129,3                                  |

En el Cuadro es posible apreciar que de la diferencia entre el flujo de caja anual y la TIR en cada período (año) se obtiene la recuperación económica de la inversión, cantidades estas que son las que se tomaron en cuenta al calcular el VAN, y que permiten; además, comprender la interrelación entre el VAN y la TIR.

Desde una perspectiva financiera, el criterio de la tasa interna de rendimiento representa una medida de la Rentabilidad Relativa Bruta Anual por unidad monetaria comprometida en el proyecto. Se trata de una medida relativa debido a que se define en tanto por ciento, y, bruta, porque a la misma le falta por deducir el costo de financiación de los capitales invertidos en el proyecto (k).

Por esta razón, el criterio de selección corresponderá siempre a los proyectos que tengan mayor TIR, es decir,  $r = \text{Max}$ . Sin embargo, esta será sólo una condición necesaria, requiriéndose como criterio de suficiencia que el valor de la TIR obtenida sea mayor que k, es decir  $r > k$ .

La diferencia  $r - k = r_n$ , sería la Rentabilidad Neta por unidad monetaria invertida en el proyecto, en el ejemplo  $16\% - 10\% = 6\%$ .

| Año | Valor de la Inversión | $r_n$ | Excedente Neto |
|-----|-----------------------|-------|----------------|
| 1   | 500,0                 | 6%    | 30,0           |
| 2   | 380,0                 | 6%    | 22,8           |
| 3   | 240,8                 | 6%    | 14,4           |
| 4   | 129,3                 | 6%    | 7,8            |

El Cuadro muestra como el importe de la inversión viva de cada año multiplicado por la rentabilidad relativa neta, da exactamente el excedente neto, el que una vez actualizado permite obtener el VAN del proyecto, confirmando las interrelaciones existentes entre el VAN y la TIR. O dicho de otra manera, entre las rentabilidades absolutas y relativas del proyecto.

## 2.1- Cálculo de la TIR cuando los flujos de caja son constantes

Al igual que en el caso del VAN esto presupone que  $FC_1 = FC_2 = \dots FC_n = FC$  lo que significa que la expresión (1) se transforma en:

$$\text{TIR} \Rightarrow -I + \frac{FC}{(1+r)^1} + \frac{FC}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FC}{(1+r)^n} = 0$$

operando y agrupando términos tenemos que:



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

donde como se recordará  $\frac{1-(1+r)^{-n}}{r} = a_{n|r}$

lo que representa el valor actual de un ingreso unitario (\$1) constante durante n años actualizado a la tasa r, que se puede encontrar en las tablas financieras.

$$\therefore TIR \Rightarrow -I + FC a_{n|r} = 0$$

### Ejemplo ilustrativo

Hallar la TIR de un proyecto con un costo de inversión de \$8 millones, ingresos anuales de \$3 millones y una vida útil de 9 años.

$$TIR \Rightarrow -8 + 3 a_{9|r} = 0$$

$$\therefore a_{9|r} = 8/3 = 2,667$$

buscando en las Tablas Financieras el valor más aproximado a 2,667 en el año 9 se tiene que:

$$r = 35\%$$

### Cálculo de la TIR para flujos constantes e infinitos

Se procede igual que para el VAN, es decir, si  $FC_1 = FC_2 \dots FC_n = FC$ , y  $n = \infty$  entonces:

$$TIR \Rightarrow -I + FC \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1-(1+r)^{-n}}{r} = 0$$

$$\therefore TIR \Rightarrow -I + FC/r = 0$$

### Ejemplo

Cuál será la TIR del problema anterior si su vida útil fuera infinita?

$$TIR \Rightarrow -8 + 3/r = 0$$

$$\therefore r = 3/8 = 37,5 \%$$

Como se puede observar, no hay gran diferencia en la TIR calculada para una vida útil de 9 años y para una vida infinita. Es decir, una situación similar a la presentada en el VAN, aunque en este caso más significativa al ser mucho mayor la tasa de descuento. A ese

respecto, hay que tener presente, por ejemplo, que 10 años de vida útil significan descontar 10 veces a la tasa dada y esto sería más o menos significativo en la medida en que la tasa es más baja o más alta.

## 2.2- Ventajas y limitaciones de la TIR

Existe consenso en que las principales ventajas y limitaciones de la TIR son las siguientes:

### VENTAJAS

1. Su ventaja fundamental es muy similar a la del VAN pues como criterio dinámico, refiere a un mismo momento del tiempo todas las cantidades de dinero que produce el proyecto.
2. Tiene en cuenta toda la vida del proyecto y las corrientes de liquidez.
3. Proporciona una visualización más fácil de la rentabilidad del proyecto, al expresarla en términos relativos por unidad monetaria. Ello explica que, sea un criterio muy utilizado en la empresa, según algunas encuestas en una proporción 3 veces mayor que el VAN.<sup>22</sup>
4. No requiere para su cálculo conocer el valor de  $k$ , aunque esta es realmente una ventaja relativa pues para tomar la decisión de inversión se necesita conocer que  $r > k$ . No obstante, si la tasa de rentabilidad del proyecto es significativamente alta, esta obviamente se asumiría como mayor que  $k$ , sin necesidad de precisar el valor de esta última.

Como se pone de manifiesto, este criterio es coincidente con el VAN en cuanto a su principal ventaja, al utilizar el método FCD y permitir maximizar los beneficios de los accionistas, aunque difiere del VAN en cuanto a que relaciona estos beneficios con la inversión realizada, presentándolos en forma de porcentaje.

### LIMITACIONES

1. Implica determinadas dificultades de cálculo, pues constituye una ecuación de  $n$  grados en que la incógnita a despejar es la TIR. La solución de este tipo de ecuaciones es laboriosa, siendo generalmente necesario utilizar un procedimiento de aproximaciones sucesivas.
  2. Hipótesis de reinversión de los Flujos Intermedios de Caja a la tasa  $r$ . Al igual que el VAN este criterio presupone la reinversión de los flujos de caja (lo que también puede ser demostrado matemáticamente). No obstante, en este caso el supuesto es más fuerte, pues significa la reinversión de estos flujos a la tasa  $r$  ¿Qué implica esto?
- Que está implícita la hipótesis de que los fondos obtenidos de un proyecto con una TIR

---

<sup>22</sup> J. Fred Weston y Eugene F. Brigham: *Fundamentos de administración financiera*, Décima edición, 1992, p.660.

elevada serían invertidos a dicha tasa. Por ejemplo, si Ud. dispone de un proyecto sumamente beneficioso para las condiciones de su país, que ofrece una TIR del 60 %, se supone que los flujos de caja que este proyecto genera cada año se reinvierten con una tasa de rendimiento del 60 %, lo cual puede ser una hipótesis demasiado optimista.

- Esta hipótesis de reinversión implica también seleccionar el proyecto de la TIR más alta, lo que aparentemente no es una mala decisión, incluso, generalmente es una buena decisión. Pero, ello también significa que una inversión con una duración de 2 años y una TIR del 60 % sería preferida a otra con una duración de 10 años y una TIR del 55 %, lo cual es comprensible pues el criterio es consistente con el supuesto de que siempre se encontrará un proyecto donde reinvertir los fondos a la tasa  $r$ , en este caso el 60 %. Por estas razones, este no se considera un criterio recomendable para seleccionar entre varios proyectos de inversión.

3. La existencia de más de una TIR en determinados proyectos de inversión. El problema se deriva de que el modelo matemático para el cálculo de la TIR es una ecuación de  $n$  grados, para la cual según la regla de Descartes, habrían tantas soluciones positivas como cambios de signo se den en la ecuación.

En las inversiones simples, que constituyen la mayor parte de los casos, en que hay egresos por inversión y posteriormente flujos de caja positivos por operación del proyecto, se produce un solo cambio de signo y esta ecuación constituye una función monótona decreciente con un único valor de  $r$ , es decir, una única TIR. Sin embargo, en el caso de inversiones no simples, en que hay más de un cambio de signo en los flujos de caja, se obtiene más de una TIR, lo que es inconsistente como resultado económico

### **3. EL PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

El criterio período de recuperación de la inversión se define como el periodo de tiempo en que mediante los ingresos generados por el proyecto se recupera la inversión realizada. Aunque existen diferentes formas de calcular el periodo de recuperación, por ejemplo, determinando el mismo a partir del momento en que se realiza el primer gasto de inversión, excluyendo de los costos los gastos financieros, no considerando el costo del terreno y del capital de trabajo, etcétera, se partirá para su cálculo de los siguientes criterios:

- Se establecerá el período de recuperación a partir del momento en que el proyecto entra en operación.
- Se partirá de las utilidades netas generadas por el proyecto.
- A las utilidades netas se le adicionará la depreciación.
- De utilizarse financiamiento ajeno se excluirán de los costos los gastos financieros

Este método permite excluir del cálculo el doble conteo que significa la depreciación, pues esta es una forma de recuperar la inversión. Esto significa en la práctica que como ingresos del proyecto se considerarán los flujos de caja.

Para el cálculo del periodo de recuperación se puede utilizar la fórmula siguiente:

$$PR = t_n + \frac{|SA_1|}{|SA_1| + SA_2} - m$$

donde:

PR = Período de recuperación de la inversión

$t_n$  = Número de años con saldo acumulado negativo desde el primer gasto anual de inversión

$SA_1$  = Valor absoluto del último año con efecto negativo en el saldo acumulado

$SA_2$  = Valor absoluto del primer año con efecto positivo en el saldo acumulado

$m$  = Período de construcción y montaje

y el criterio de selección sería PR = Mínimo, es decir, el proyecto con menor período de recuperación.

### Ejemplo ilustrativo

Considere que se le pide hallar el período de recuperación de un proyecto y para estos fines Ud. dispone de los siguientes datos:

Costo de Inversión: \$5000

|               | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>5</u> | <u>6</u> |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Flujo de Caja | 1000     | 3000     | 3000     | 3500     | 2500     | 2000     |

Período de construcción y montaje: 1 año

### Solución

Primero se organizará la información de la forma siguiente:

| <i>Año</i> | <i>Costo de Inversión</i> | <i>Flujo de Caja</i> | <i>Saldo Acumulado</i> |
|------------|---------------------------|----------------------|------------------------|
| 1          | 5000                      | -                    | -5000                  |
| 2          | -                         | 1000                 | -4000                  |
| 3          | -                         | 3000                 | -1000                  |
| 4          | -                         | 3000                 | 2000                   |

Utilizando la fórmula estudiada:

$$PR = t_n + \frac{|SA_1|}{|SA_1| + SA_2} - m$$

$$PR = 3 + (1000 / 1000 + 2000) - 1$$

$$PR = 3 + 0,33 - 1 = 2,33 \text{ años}$$

#### VENTAJAS del PR

- Facilidad de cálculo.
- Fácil comprensión.
- Preferencia por la liquidez.

#### LIMITACIONES del PR

- Es un criterio estático, es decir, no considera el valor del dinero en el tiempo.
- No considera toda la vida útil del proyecto, es decir, descarta todos los ingresos generados por el proyecto después del periodo de recuperación.
- Requiere de un patrón o norma de comparación para poder decidir. En general se puede tomar como referencia los resultados de las empresas más eficientes en la rama o la vida útil de la inversión, aceptándose en la práctica que la inversión debe recuperarse unas tres veces durante su período de vida útil.

Aunque la limitación referente a no considerar el valor del dinero en el tiempo puede ser eliminada, calculando el período de recuperación a flujos de caja descontados, aún subsisten las otras dos, en particular la primera, por esta razón se considera como un criterio complementario, pero no como método fundamental de selección.

## **4. LA TASA DE RENDIMIENTO CONTABLE O SENCILLA (Rs)**

Esta tasa al igual que el período de recuperación se puede calcular de diferentes formas, por ejemplo:

$$R_s = \frac{\text{Beneficio Neto Promedio Anual}}{\text{Inversión Media}}$$

en que:

$$\text{Inversión Media} = \frac{\text{Inversión Inicial} + \text{Valor Residual}}{2}$$

Suponga una inversión de \$6000, con un beneficio promedio anual de \$1500 y valor residual = 0

$$\text{Inversión Media} = \$6000 / 2 = \$3000$$

$$R_s = \$1500 / \$3000 = 50 \%$$

Sin embargo, esta rentabilidad también puede calcularse como:

$$R_s = \frac{\text{Beneficio Neto Promedio Anual}}{\text{Inversión Total}} = \$1500 / \$6000 = 25 \%$$

Es decir, puede dar resultados muy diferentes para un mismo proyecto, además se puede calcular sin considerar la depreciación, los intereses, etcétera. Por ello, cuando se analice algún proyecto en que se halla utilizado este criterio, es preciso conocer como se calculó, pues los resultados pueden ser muy diferentes según sea el criterio utilizado.

En general, la  $R_s$  tiene ventajas y limitaciones similares al PR, recomendándose también sólo como criterio complementario de selección.

## 5. OTROS CRITERIOS DE SELECCIÓN

Dentro de estos se agrupan fundamentalmente aquellos utilizados para comparar diferentes proyectos de inversión, es decir, seleccionar entre alternativas de inversión excluyentes. Al respecto, los más empleados son: la Relación de Valor Actual Neto (RVAN), el Índice de Rentabilidad o de Deseabilidad ( $I_r$ ), y el Valor Anual Equivalente (VAE), los que se calculan mediante las siguientes fórmulas :

$$RVAN = VAN / CAI$$

$$I_r = VA / CAI$$

$$VAE = VAN / a_{n \mid k}$$

Todos los términos que las conforman son conocidos por el lector, excepto el CAI, que significa el costo actualizado de inversión.

### Ejemplo ilustrativo:

Hagamos uso del mismo ejemplo utilizado en la explicación del VAN y la TIR:

Costo de Inversión(CAI): \$500

VAN: \$62,25

VA : \$562,25

$a_{n|k} = 3,17$ , que presupone una  $k = 10 \%$  y  $n = 4$  años

Cálculo del RVAN:

$$\text{RVAN} = \text{VAN} / \text{CAI} = \$62,25 / \$500 = 12,4 \%$$

La interpretación económica de este resultado sería que el proyecto produce 12,4 centavos de valor actual neto, por cada peso de inversión, por tanto, entre varios proyectos excluyentes se seleccionaría el proyecto con mayor RVAN.

Cálculo del  $I_r$  :

$$I_r = \text{VA} / \text{CAI} = \$562,25 / \$500 = 1,124$$

Económicamente significa que el proyecto produce un peso y 12,4 centavos de valor actual por cada peso de inversión, por tanto, nunca se seleccionará un proyecto con  $I_r < 1$  y entre varios proyectos excluyentes se seleccionaría el proyecto con mayor  $I_r$ . Como se comprende es un criterio muy similar al anterior, la diferencia consiste en que en este caso se incluye en el numerador el costo de inversión.

Cálculo del VAE:

$$\text{VAE} = \text{VAN} / a_{n|k} = \$62,25 / 3,17 = \$19,6$$

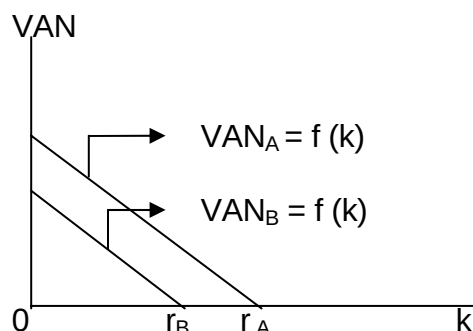
Al dividir el VAN entre el factor de anualidad constante  $a_{n|k}$ , se determina a que ingreso anual constante es equivalente el VAN obtenido por el proyecto, es decir, un ingreso anual que actualizado, en este caso, al 10 % durante 4 años, daría un VAN de \$62,25. Como criterio de selección obviamente se tomaría el proyecto con mayor VAE.

## **6. DISCREPANCIAS ENTRE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE INVERSIONES**

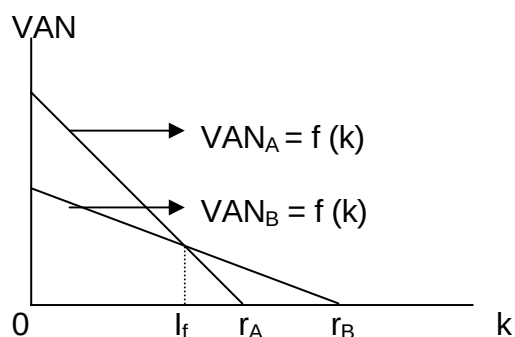
Aunque lo general es que los diferentes criterios de evaluación coincidan en cuanto a la conveniencia de aceptar o rechazar un proyecto de inversión, en la práctica se pueden presentar discrepancias entre los criterios de evaluación debido a sus diferentes objetivos y características.

### Discrepancias entre el VAN la TIR

Los criterios VAN y TIR pueden conducir y conducen en muchas ocasiones a las mismas decisiones cuando se comparan diferentes proyectos de inversión, esto sucede cuando las curvas del VAN en función de la tasa de descuento  $k$  para cada proyecto no se cortan. Gráficamente esto se representa como:



En este caso, el proyecto A será preferido al proyecto B, tanto si se utiliza el VAN como si se utiliza la TIR, pues  $VAN_A > VAN_B$  y  $r_A > r_B$ . Sin embargo, el VAN y la TIR pueden arribar a resultados contrapuestos, esto sucede cuando las funciones  $VAN_A = f(k)$  y  $VAN_B = f(k)$  se cortan, tal y como se muestra en el siguiente gráfico:



Así, desde el punto de vista del VAN, el proyecto A es superior al B pues  $VAN_A > VAN_B$  para valores de la tasa de descuento ( $k$ ) menores que  $I_f$ . Mientras que, desde el punto de vista de la TIR, el proyecto B es superior al A pues  $r_B > r_A$ , siendo  $I_f$  la tasa en que se iguala el VAN de ambos proyectos, conocida también como Tasa de Intersección de Fisher.

¿Por qué sucede esto? Esto es debido a que, aunque ambos criterios miden la rentabilidad del proyecto, lo hacen de forma diferente, pues tal como se ha señalado, mientras que el VAN mide la rentabilidad absoluta, la TIR mide la rentabilidad relativa, es decir, la TIR prefiere el 25 % de 200 al 20 % de 500, mientras que el VAN prefiere el 20 % de 500 (100) al 25 % de 200 (50), situación esta que -como se recordará- es debido a que ambos criterios sustentan diferentes hipótesis de reinversión de los flujos de caja, ya que mientras el VAN presupone la reinversión de los flujos de caja a la tasa  $k$ , la TIR lo hace a la tasa  $r$ .

Estos diferentes criterios de reinversión de los flujos de caja pueden producir



discrepancias entre el VAN y la TIR cuando los proyectos que se comparan difieren en la magnitud de sus montos de inversión, de sus flujos de caja y/o de su vida útil, un pequeño ejemplo permitirá ilustrar esta situación.

Digamos que Ud. tiene que seleccionar entre dos proyectos con los siguientes flujos de caja en millones de pesos, conociendo que la tasa de descuento es del 12 %.

|            | <u>Año 0</u> | <u>Año 1</u> | <u>Año 2</u> | <u>Año 3</u> | <u>Año 4</u> | <u>Año 5</u> | <b>VAN</b>  | <b>TIR</b>   |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Proyecto A | -1           | 1            | 2            | 3            |              |              | <b>3,62</b> | <b>137 %</b> |
| Proyecto B | -3           | 1            | 1            | 2            | 3            | 4            | <b>4,29</b> | <b>47 %</b>  |

El VAN aconseja seleccionar el proyecto B, mientras que la TIR aconseja lo contrario. Algunos autores<sup>23</sup> proponen evaluar los flujos de caja incrementales entre ambos proyectos, en nuestro ejemplo, esto sería:

| <i>Proyecto</i> | <i>Año 0</i> | <i>Año 1</i> | <i>Año 2</i> | <i>Año 3</i> | <i>Año 4</i> | <i>Año 5</i> | <b>TIR</b>    | <b>VAN</b>  |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| B - A           | -2           | 0            | -1           | -1           | 3            | 4            | <b>17,7 %</b> | <b>0,67</b> |

En otras palabras, la mayor inversión que representa el proyecto B genera un incremento en los flujos de caja, por tanto, al evaluar esta inversión adicional B – A, se obtiene un VAN positivo de 670 mil pesos y una TIR del 17,7 % que es mayor que el rendimiento mínimo exigido del 12 %. Por tanto, se concluye que se justifica esta mayor inversión y se recomienda el proyecto B.<sup>24</sup>

Aquí el problema radica en que, estos autores, provenientes en su mayoría de países desarrollados, defienden la hipótesis de que lo usual es que no hay escasez de capital, discrepando del uso de la TIR aún en estas situaciones y recomendando el uso de la programación lineal, lo que es válido cuando se trata de un paquete de proyectos, es decir cuando el objetivo no es determinar la conveniencia de un proyecto de inversión en particular, que es la situación más frecuente, sino la elaboración y evaluación de un programa de desarrollo en que se requiere la jerarquización de proyectos, ordenándolos por orden de importancia.<sup>25</sup> Por tanto, la interpretación mecánica de los postulados de estos autores nos lleva a dar como solución en estos casos la evaluación de los flujos de caja incrementales.

Sin embargo, lo usual en economías de países subdesarrollados, es que hay escasez de capital, motivo por el cual se recomiendan otros métodos dirigidos no ya a maximizar el VAN, sino a maximizar el VAN por unidad de recursos invertidos. Así, por ejemplo, la ONUDI

<sup>23</sup> Richard A. Brealey, y Stewart C. Myers: ob. cit., pp. 99-102.

<sup>24</sup> Resultados similares se obtienen cuando se utilizan modelos de reinversión y homogenización de los flujos de caja.

<sup>25</sup> En este caso, y sobretodo si los proyectos se ejecutan en diferentes momentos del tiempo y tienen diferente vida útil, lo correcto sería utilizar un modelo de programación en enteros, pues en este se considerarían los flujos de caja de los proyectos que primero entren en operación como fuente de recursos para proyectos posteriores, conjuntamente con el presupuesto de capital de que se disponga. Este modelo tendría como función objetivo la maximización del VAN y consideraría entre sus restricciones los costos de inversión de cada proyecto en los diferentes años, el presupuesto de inversión y los flujos de caja generados en cada año programado.

recomienda la Relación de Valor Actual Neto (RVAN),<sup>26</sup> criterio que aplicado en nuestro ejemplo daría el resultado siguiente:

$$RVAN_A = 3,62 / 1 = 3,62$$

$$RVAN_B = 4,29 / 3 = 1,43$$

Seleccionándose, entonces, el proyecto A que permite obtener un VAN de 3,62 pesos por cada peso invertido, en lugar del proyecto B en que sólo se obtiene 1,43 pesos, por tanto, una selección totalmente opuesta a la que se derivaría de la utilización de los flujos de caja incrementales.

Una solución similar al RVAN, se puede obtener utilizando el  $I_r$  y el VAE, así por ejemplo si se aplicara el VAE tendríamos que:

$$VAE = VAN / a_{n|i}$$

$$VAE_A = 3,62 / a_{1|0,12} = 3,62 / 2,40 = 1,51$$

$$VAE_B = 4,29 / a_{3|0,12} = 4,29 / 3,60 = 1,19$$

Al igual que con la TIR, también se pueden presentar discrepancias entre el VAN y el periodo de recuperación (PR) o con la tasa sencilla o contable de rentabilidad  $R_s$ , y aunque estos criterios son considerados como teóricamente inapropiados, al estar conceptualmente menos fundamentados que el VAN y la TIR, son bastante utilizados en la práctica dada su fácil comprensión y facilidad de cálculo. Veamos al respecto algunos ejemplos.

#### Discrepancias entre el VAN y el PR

Considere Ud. que está evaluando dos proyectos de inversión, y que ha arribado a los siguientes resultados:

| Proyecto | Costo de Inversión | Flujo de Caja |       |       | PR (Años) | VAN al 10% |
|----------|--------------------|---------------|-------|-------|-----------|------------|
|          |                    | Año 1         | Año 2 | Año 3 |           |            |
| A        | -3000              | 3000          | -     | -     | 1         | -273,0     |
| B        | -3000              | 1500          | 1500  | 1500  | 2         | 729,0      |

Del análisis de estos resultados se deriva que, si se estuviera seleccionando entre el proyecto A y el proyecto B, atendiendo al criterio VAN, se seleccionaría el proyecto B con un VAN de 729,0. Mientras que, según el criterio PR, se seleccionaría el proyecto A que se recupera en un año. La explicación de esta discrepancia obedece a algunas de las limitaciones, ya señaladas, en relación con el PR, el que no considera el valor del dinero en el tiempo, ni incluye los ingresos obtenidos después de recuperar la inversión.

<sup>26</sup> ONUDI: ob. cit., pp. 189-190.

### Discrepancias entre el VAN y la $R_s$

Para analizar las posibles discrepancias entre el VAN y el  $R_s$  se utilizará también un ejemplo. Suponga que los dos proyectos que se presentan a continuación tienen una inversión inicial de 10 mil pesos, tasa de descuento 10 %, sistema de depreciación lineal, valor residual igual cero y en que se determina la  $R_s$  según el criterio de la inversión media.

|                   | <i>Año 1</i> | <i>Año 2</i> | <i>Beneficio Anual Medio</i> | <i><math>R_s</math> (%)</i> | <i>VAN al 10 %</i> |
|-------------------|--------------|--------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| <u>Proyecto A</u> |              |              |                              |                             |                    |
| Flujo de Caja     | 8000         | 7000         |                              |                             |                    |
| Depreciación      | 5000         | 5000         |                              |                             |                    |
| Beneficio Neto    | 3000         | 2000         | 2500                         | 50                          | 3054,0             |
| <u>Proyecto B</u> |              |              |                              |                             |                    |
| Flujo de Caja     | 7500         | 7500         |                              |                             |                    |
| Depreciación      | 5000         | 5000         |                              |                             |                    |
| Beneficio Neto    | 2500         | 2500         | 2500                         | 50                          | 3012,5             |

Como se evidencia en el Cuadro, según el criterio de la  $R_s$  es indiferente elegir entre los proyectos A y B, mientras que según el VAN el proyecto A es superior al B. Esto es debido a que el criterio  $R_s$  no tiene en cuenta que los ingresos inmediatos valen más que los distantes al considerar el valor del dinero en el tiempo, o en otras palabras, mientras el período de recuperación no considera los flujos de caja distantes (los obtenidos después de recuperar la inversión) la  $R_s$  los sobrevalora.

En resumen, del análisis y discusión de los diferentes criterios se puede concluir que teóricamente el VAN es superior a los restantes criterios de evaluación, pues sus resultados están dirigidos al objetivo de maximizar el valor de la empresa. No obstante, en situación de escasez de capital, que es la que generalmente se presenta en los países subdesarrollados, habría que maximizar el VAN por unidad de recursos, utilizando los métodos RVAN,  $I_r$  o VAE.

También es preciso subrayar que con independencia de las limitaciones que fueron señaladas a los criterios TIR, PR,  $R_s$ , etcétera, es conveniente su cálculo, pues estos muestran diferentes aristas del proyecto al medir su eficiencia desde diferentes ángulos. Si además; se considera que con el desarrollo de los medios de computación hoy en día resulta sumamente fácil calcular todos los criterios en un plazo breve, nadie pondrá en duda la sugerencia de evaluar el proyecto considerando un conjunto o combinación de criterios pues, en general, estos no son excluyentes sino complementarios. Incluso, si se presentara la situación en que existieran criterios excluyentes, lo que supondría desestimar el resultado de alguno de ellos, el cálculo y análisis de todos los criterios sería recomendable al permitir una mejor comprensión y fundamentación de la decisión de aceptar o rechazar el proyecto.

Precisamente, en el capítulo 4 se presenta un Estudio de Caso donde se evalúa un proyecto de inversión utilizando varios criterios. En el mismo, se podrá apreciar lo señalado en relación a la mejor fundamentación de la conveniencia del proyecto evaluado, así como,

que una vez procesada la información para el cálculo del VAN resulta muy fácil calcular los restantes criterios de valoración y selección de proyectos de inversión.

## 7. PROBLEMAS

1.- Evaluar la creación de una empresa mixta para la exportación (en frontera) y al exterior de plantas ornamentales entre la empresa X del MINAGRI y la sociedad española Z.

De los estudios de demanda, costos y precios se obtiene el resultado siguiente en miles de dólares:

| Años   | 0  | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  |
|--------|----|-----|-----|-----|----|----|
| Cobros |    | 100 | 120 | 100 | 70 | 60 |
| Pagos  | 80 | 60  | 70  | 50  | 40 | 40 |

Ud. conoce además que el valor residual es de 10 mil dólares y la tasa de descuento del 12%.

Se le pide:

- a) Determinar si esta inversión es rentable en base a los criterios VAN , TIR y PR (Periodo de Recuperación)
- b) Existe otra propuesta de asociación con la empresa T de Francia que permite obtener un VAN de 40 mil dólares y una TIR del 25%. Cual de las dos propuestas Ud. seleccionaría.

2.- Una planta de servicios telefónicos cuesta un millón de pesos. Del estudio de la demanda y cálculos económicos realizados, se proyecta que esta empresa producirá ingresos en efectivo (después de efectuar todos los pagos) de 300 mil pesos al año durante 10 años. La tasa de descuento es del 12%.

Determine:

- a) El VAN del Proyecto
- b) El valor del taller dentro de 3 años

3.- Una empresa se enfrenta a un proyecto de inversión del cual se conoce los siguientes datos en millones de pesos:

|                   |        |
|-------------------|--------|
| Inversión         | 150    |
| Tasa de descuento | 10%    |
| Vida útil         | 5 años |
| TIR               | 20%    |

Determinar en base a el VAN y la TIR si el proyecto es rentable conociendo que los

flujos son constantes.

4.- A la Empresa A se le presenta la posibilidad de crear un nuevo taller para la reparación de pizarras telefónicas. Este negocio ofrece las siguientes características

Valor de la Inversión \$1, 5 millones de pesos

Valor Residual, 10 % del inicial

Vida útil 5 años

El flujo de caja proyectado es el siguiente, en miles de pesos:

| Años      |            | 1    | 2    | 3    | 4    | 5   |
|-----------|------------|------|------|------|------|-----|
| Cobros    |            | 1000 | 1000 | 1100 | 1100 | 800 |
| Costos    | Anuales de | 500  | 500  | 500  | 500  | 400 |
| Operación |            |      |      |      |      |     |

La empresa utiliza un sistema de amortización lineal y paga un impuesto sobre utilidades del 35 %. El costo del capital es 10%

Se le pide:

a) Evaluar la inversión según los criterios VAN, TIR y PR

b) Existe la posibilidad de mejorar la calidad del servicio ofrecido por los diferentes talleres de la empresa, incluyendo un nuevo equipo de reparación de muy alta tecnología, que hace muy competitiva a la Empresa, por lo que esta decide adquirirlo. Al respecto existen dos ofertas para equipos de igual tecnología y calidad:

Tecnológica S.A. de Suecia, ofrece un crédito sin intereses para la adquisición del equipo de reparación, cuyo precio de catálogo es de 10 mil dólares. Ud. paga mil dólares al recibir el equipo y 3 mil dólares anuales durante los próximos tres años.

La empresa "Teléfonos Eficientes" de España, no ofrece crédito, pero le concede un descuento de 1000 dólares sobre el precio de catálogo.

Si la tasa de descuento es del 10 % que propuesta Ud. recomendaría.

5.- Una planta de servicios telefónicos cuesta dos millones de pesos. Del estudio de la demanda y cálculos económicos realizados, se proyecta que esta empresa producirá ingresos en efectivo (después de efectuar todos los pagos) de 300 mil pesos al año durante 10 años. La tasa de descuento es del 12 %.

Determine:

a) TIR del Proyecto. Es conveniente según este criterio?

b) El valor del taller dentro de 5 años.

6.- Evaluar la posibilidad de renovar los automóviles de una Base de Taxis. A cada equipo

se le proyectan Flujos de Caja por 4000, 3000 y 2000 dólares durante los próximos 3 años. Si la tasa de rendimiento establecida para este tipo de inversión es del 12%.

- a) Cual sería el precio mínimo al que debe venderse cada automóvil para obtener un beneficio de mil pesos por automóvil en esta operación.
- b) Sería conveniente sustituir estos equipos por otros con un costo unitario de 10 mil dólares y el mismo flujo de caja. De no ser conveniente a partir de que precio si lo sería?

7.- A Ud. le venden una computadora en 900 dólares a pagar 300 dólares anuales al final de cada año durante los próximos 3 años. Cuanto dinero Ud. tendría que depositar en el banco en el momento actual si la tasa de interés es del 8% para disponer del dinero requerido al final de cada vencimiento?

8.- Evaluar la creación de una Empresa Mixta para la construcción de una autopista entre la Habana y Matanzas. El costo de inversión es de 25 millones de dólares y se estiman Flujos de Caja por 4 millones anuales durante los próximos 15 años, a partir de cuyo momento esta obra revertirá totalmente al estado cubano, conociendo que se ha estipulado un costo de oportunidad del 10 %, se le pide:

- a) Determinar a partir de los criterios VAN y TIR si esta inversión es conveniente para la empresa cubana, considerando que esta Empresa Mixta está constituida al 50% entre la Empresa Constructora Cubana Transcuba y la Canadiense Astrit.
- b) Si existe una opción de compra por el estado cubano al finalizar los 10 años de explotación de esta autopista. Cuál es el precio máximo que el país le puede fijar a dicha opción en el contrato? Cuál es el precio mínimo para que la Empresa no pierda dinero?

9.- Ud. trabaja en la Empresa nacional de Correos, donde se está considerando realizar determinadas inversiones de ampliación y modernización, al respecto existen dos posibles alternativas para la obtención de un determinado equipo de comunicación:

Un equipo español con un costo de inversión de 30 mil pesos, un costo de operación anual de 12 mil pesos y una vida útil de 4 años.

Un equipo italiano de superior tecnología, con un costo de inversión de 40 mil pesos, aunque tiene un costo de operación anual de solo 10 mil pesos y una vida útil de seis años.

Si ambos equipos tienen al misma capacidad y brindan igual servicio, cual de ellos Ud. recomendaría adquirir, conociendo que la tasa de descuento es del 10%.

10) Un equipo para la producción de helados cuesta 98 mil pesos y requiere un capital de trabajo de 2 mil pesos en el año 0, que se incrementará en 2 mil en el año 1 y en mil en el año 2. La venta de helados se proyecta en mil unidades diarias a un precio de 50 centavos durante 300 días al año y la vida del equipo se proyecta en 5 años al final de los cuales no tendrá valor residual y estará exenta de impuestos durante este periodo.

El gasto de materia prima es del 40 % del precio de ventas, costo de mantenimiento y

energía 25% del costo de la materia prima y por concepto de otros gastos se tendrán 7 mil pesos anuales.

Determinar según el VAN, la TIR y el PR la conveniencia de esta inversión, considerando que los depósitos a plazo fijo están pagando un 10 % de interés, aunque esta es una inversión de mayor riesgo, exigiéndosele un rendimiento de un 5% adicional en relación a la tasa de interés bancaria

11.- Ud. trabaja en la Industria Alimentaria y se le encomienda evaluar una inversión para la ampliación de una planta de productos lácteos por un monto de \$4 millones de pesos en activos fijos.

Debido a esta inversión el ingreso neto anual de esta planta, antes de depreciación e impuestos, que era de \$1,5 millones antes de la ampliación, pasará a 2,5 millones de pesos. Esta ampliación requerirá igualmente que el capital de trabajo que era de 300 mil pesos antes de la ampliación, se incremente en 200 mil pesos en el año 0 y se estabilice en 600 mil a partir del año 1 en adelante.

Los activos fijos tienen una vida útil de 10 años y se utiliza el método de depreciación lineal. La tasa de descuento es del 9%. Se pagará un impuesto sobre utilidades del 35%.

El negocio se establece por cinco años y al terminar el mismo los activos fijos se podrán vender por \$2,2 millones de pesos.

Se le pide:

Determinar a partir del VAN, la TIR y el PR la conveniencia de esta inversión

12.- Ud. tiene dos alternativas de inversión con los flujos de caja siguientes:

|               | Costo de Inversión | Flujo de Caja (constante) |
|---------------|--------------------|---------------------------|
| Alternativa A | \$2,5 millones     | \$1 millón                |
| Alternativa B | 6 millones         | 2 millones                |

Conoce además que la vida útil es de 5 años y que la tasa de descuento es del 10%.

Se le pide:

a) Calcular el VAN y la TIR

b) Cuál de estos proyectos Usted seleccionaría?. Fundamente su respuesta

13.- Evaluar una inversión para la ampliación de una planta de azúcar refino por un monto de 5 millones de pesos en activos fijos.

Como producto de esta inversión el ingreso neto anual de esta refinería, antes de

depreciación e impuestos, que era de 1,5 millones de pesos, pasará a 4 millones de pesos a precios constantes.

Esta ampliación requerirá igualmente que el capital de trabajo que era de 500 mil pesos antes de la ampliación, pase a 700 mil pesos en el año 0 y se establezca en 800 mil a partir del año 1 en adelante.

Los activos fijos tienen una vida útil de 10 años y se utiliza el método de depreciación lineal. La tasa de descuento es del 15 %. Se pagará un impuesto sobre utilidades del 35%.

Se le pide:

Determinar a partir del VAN y la TIR, la conveniencia de esta inversión considerando sus resultados para los próximos 5 años.



## **CAPÍTULO 5: LA FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN**

Hasta el momento se han analizado los principales estudios de apoyo, métodos y técnicas requeridos para la evaluación financiera de un proyecto de inversión, es decir, para las decisiones de inversión a mediano y largo plazo, pero sin considerar las decisiones de financiación, pues inicialmente se ha partido del criterio de que el proyecto se financiaba sólo con capital propio. Sin embargo, los proyectos pueden financiarse también con capital ajeno, mediante endeudamiento a mediano y largo plazo, o en otras palabras, la empresa puede acudir a diferentes fuentes para financiar el proyecto.

### **1. LAS FUENTES DE FINANCIACIÓN**

Las principales fuentes de financiación a mediano y largo plazo con capital propio son: la emisión de acciones, la retención de beneficios y la depreciación, en Cuba en el caso de las empresas estatales, el capital social de estas se constituye mediante aporte estatal en lugar de mediante emisión de acciones. En cuanto a la financiación con capital ajeno o endeudamiento, tal como se apuntó en el capítulo I sus fuentes son la emisión de obligaciones y el crédito bancario.

Como recordará el lector, la financiación del proyecto mediante emisión de acciones constituye una fuente de financiación externa a la empresa, mientras que la retención de beneficios y la depreciación son recursos que provienen de la propia actividad de la empresa constituyendo fuentes de financiación interna o autofinanciación.

La emisión de acciones como fuente de financiación presenta ciertas ventajas entre las que destacan el que no constituyen legalmente un cargo fijo para la empresa ni tienen fecha de vencimiento, así como, que la venta de acciones aumenta el valor crediticio de la empresa. Entre sus desventajas esta un mayor costo de lanzamiento y que puede ampliar el número de propietarios con derecho a voto, según sea el tipo de acción emitida.

Las otras fuentes de financiación externa son la emisión de obligaciones y el crédito bancario. Entre las ventajas de la emisión de obligaciones destacan: que el costo de la deuda esta exactamente determinado y es inferior al costo de las acciones, los propietarios de la deuda no comparten el control y los intereses son deducibles a los efectos fiscales, mientras que entre sus desventajas es de señalar: que la deuda es un gasto fijo, por tanto comporta riesgo al fluctuar las utilidades, hay una fecha definida de vencimiento de la deuda lo que comporta crear una provisión para su pago, el endeudamiento constituye un compromiso de pago que abarca un largo periodo de tiempo con el consecuente riesgo y que existe un determinado límite a los fondos que se pueden obtener mediante deuda a mediano o largo plazo.

Por tanto las principales diferencias entre acciones y obligaciones son:

- El accionista es propietario y el obligacionista acreedor.
- El interés periódico de la obligación es una renta cierta, mientras el dividendo es una renta incierta.
- La obligación tiene un periodo de vida limitado.
- El obligacionista tiene prioridad en las utilidades, pues no se pueden pagar dividendos si antes no se han pagado las obligaciones de la deuda.
- La deuda esta protegida por la Escritura, con prioridad de cobro en relación a las acciones en caso de quiebra.
- El accionista tiene un mayor riesgo debido a lo incierto de su ingreso y a la menor prioridad en caso de quiebra, por lo que demanda una mayor rentabilidad que el acreedor.

El endeudamiento mediante la emisión de obligaciones es característico de los países desarrollados y en particular de las grandes empresas, no así en los países subdesarrollados con un menor desarrollo del mercado bursátil, en que lo más extendido es el crédito bancario. Las principales características del mercado de crédito bancario se resumen a continuación:

- Es el tipo de financiamiento al que acuden la mayoría de las Empresas (En bolsa cotizan las empresas grandes).
- Es un mercado no organizado de búsqueda directa (el préstamo es un traje a la medida, con cantidad, vencimiento y condiciones ajustadas a las necesidades y posibilidades de la Empresa).
- Existen instituciones de crédito bancarias y no bancarias, entre estas últimas destacan el leasing y el crédito hipotecario.
- Según su duración existe el crédito a corto, mediano y largo plazo (1,5; 3 y más años).
- La obtención de crédito requiere no solo de solvencia, sino también de la aportación de garantías: hipotecaria, prendaria, etcétera.
- Según forma de pago se destacan los tipos de crédito siguientes :
  - Cuota Única: Un único pago recoge interés y el principal
  - Cuota Constante: Pagos periódicos de la misma cuantía por intereses y capital
  - Cuota Decreciente: Devolución parte constante del principal y variable de los intereses.
  - Préstamos Participativos: El tipo de Interés tiene un componente fijo y otro variable que depende de los beneficios.

En cuanto a la autofinanciación son aquellos medios financieros que se obtienen sin necesidad de ir fuera de la empresa, es decir, al sistema financiero, por tanto no provienen ni de aportaciones de capital de los accionistas ni de la solicitud de nuevos créditos.

La autofinanciación presenta determinadas ventajas como fuente de financiación de los proyectos de inversión como son: mayor autonomía, constituir recursos que no es necesario remunerar y constituir la vía esencial de financiamiento para las empresas

pequeñas y medianas, a las que en general le es muy difícil acceder a las fuentes de financiamiento externo. Entre sus desventajas se señalan: el que constituyen un sacrificio actual para los accionistas pues a mayor retención de utilidades menores dividendos, por lo que puede disminuir el valor de las acciones y de otra parte al constituir recursos relativamente fáciles de obtener por la empresa, pueden utilizarse en inversiones poco rentables si no se toma en consideración que a los mismos debe imputárseles un costo de oportunidad.

Al respecto una importante decisión que se requiere tomar es determinar que es lo más conveniente, si proceder a la autofinanciación o a la financiación externa y que define la conocida como política de dividendos, en que debe precisarse en que proporción es posible y conveniente acudir a estas fuentes.

En la práctica, la empresas acuden a cierto nivel de endeudamiento para financiar sus proyectos, lo que generalmente realizan pues les permite obtener dos tipos de beneficios. Son estos: los derivados del apalancamiento financiero y los producidos por el efecto fiscal de los intereses de la deuda.

## 2. EL APALANCAMIENTO FINANCIERO

¿Qué significa el apalancamiento financiero? Este significa la posibilidad de aumentar la rentabilidad del capital propio mediante endeudamiento, siempre que la rentabilidad de la empresa sea mayor que la tasa de interés de la deuda. Pongamos un ejemplo, considere tres posibles estructuras financieras para una empresa en particular:

CUADRO 5.1.- ESTRUCTURA FINANCIERA

|                 | Capital Propio | Capital Ajeno | Unidad de Medida: Pesos |                 |
|-----------------|----------------|---------------|-------------------------|-----------------|
|                 |                |               | Total                   | Beneficio Anual |
| Alternativa I   | \$1000         | -             | \$1000                  | \$200           |
| Alternativa II  | 800            | 200           | 1000                    | 200             |
| Alternativa III | 600            | 400           | 1000                    | 200             |

¿Cuál sería el apalancamiento financiero a que da lugar el mayor nivel de endeudamiento, si la tasa de interés anual es del 12 %?

### Solución

Rentabilidad del capital propio en la Alternativa I =  $\$200 / \$1000 = 20 \%$

Rentabilidad del capital propio en la Alternativa II =  $(\$200 - (12 \% * \$200)) / \$800$   
 $= \$176 / \$800 = 22,0 \%$

Rentabilidad del capital propio en la Alternativa III =  $(\$200 - (12 \% * \$400)) / \$600$   
 $= \$152 / \$600 = 25,3 \%$

Como se puede apreciar, en la medida en que es mayor el nivel de endeudamiento, mayor es la rentabilidad del capital propio.

¿En qué consiste el efecto fiscal de los intereses de la deuda? Este efecto se produce debido a que los intereses de la deuda son parte de los costos financieros, por tanto, son deducidos de los beneficios de la empresa a los efectos de determinar el impuesto sobre utilidades. Dicho en otras palabras, permiten un ahorro a la empresa por la vía de la reducción de impuestos.

Dando continuidad al ejemplo anterior, y considerando un impuesto sobre utilidades del 35 %, tendríamos que:

$$\begin{aligned}\text{Rentabilidad del capital propio en la Alternativa II} &= (\$200 - (1 - 0,65) (12 \% * \$200)) / \\ &\$800 \\ &= \$184,4 / \$800 = 23,1 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rentabilidad del capital propio en la Alternativa III} &= (\$200 - (1 - 0,65) (12 \% * \$400)) / \\ &\$600 \\ &= \$168,8 / \$600 = 28,1 \%\end{aligned}$$

Se comprueba, por tanto, que el aumento de la rentabilidad, al incrementar el apalancamiento financiero, es aún superior cuando se le añade el efecto fiscal de los intereses, sin embargo, también es de considerar que la empresa no debe pasar de un determinado nivel de endeudamiento, pues comenzaría a presentar problemas de liquidez, insolvencia e incluso quiebra, es decir, que en la medida en que aumenta el endeudamiento aumenta la rentabilidad del capital propio, pero también aumenta el riesgo, por lo que la empresa requiere definir una determinada estructura financiera.

Para considerar el efecto de la financiación en la evaluación de los proyectos de inversión, en la práctica se utilizan tres métodos: El VAN Ajustado (VANA), El Costo Promedio Ponderado del Capital, y la Evaluación Financiera (evaluación desde el punto de vista del Inversionista).

### **3. EL VAN AJUSTADO (VANA)**

El criterio VANA parte de calcular de forma independiente, la rentabilidad de la inversión de la rentabilidad de la financiación, para posteriormente sumar ambos resultados, por tanto, primero se halla el VAN del proyecto sin considerar los efectos de la financiación, es decir, como si este se financiara sólo con capital propio, y posteriormente se calcula el VAN del efecto de la financiación.

### Ejemplo Ilustrativo

Se tiene un proyecto donde se invierten 500 mil pesos, que permite obtener flujos de caja después de impuestos por 200 mil pesos anuales durante 5 años, también se conoce que la estructura financiera establecida por la empresa es 60% de capital propio y 40% de endeudamiento, por lo que el valor de los activos del proyecto contribuyen a incrementar la capacidad de endeudamiento de la empresa en 200 mil pesos. Suponga que este endeudamiento de 200 mil pesos se paga en 4 años en cuotas iguales, y se conoce; además, que el costo de oportunidad del capital para la empresa es del 18 %, la tasa de interés del endeudamiento 15 % y el impuesto sobre los ingresos del 35 %, el cálculo del VANA sería como sigue:

| <i>Proyecto</i>             | <i>Año 0</i> | <i>Año 1</i> | <i>Año 2</i> | <i>Año 3</i> | <i>Año 4</i> | <i>Año 5</i> | <b>VAN</b>   |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión pura              | -500         | 200          | 200          | 200          | 200          | 200          | <b>125,4</b> |
| Endeudamiento <sup>27</sup> |              | 10,5         | 7,88         | 5,25         | 2,63         |              | <b>20,0</b>  |
| <b>VANA</b>                 |              |              |              |              |              |              | <b>145,4</b> |

El método parte del supuesto de que la empresa tiene un ratio de endeudamiento meta u objetivo, el que en el ejemplo es del 40%. Este endeudamiento permite un ahorro fiscal por intereses, que descontado a la tasa de interés del crédito del 15 %, da un valor actual de 20,0 mil pesos, mientras que el proyecto puro o caso básico, al tener sus ingresos mayor riesgo, se descuentan al costo de oportunidad del 18 %.

## **4. EL COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL**

La determinación del costo promedio del capital requiere calcular el costo de cada una de las fuentes de financiación que emplea la empresa y definir la estructura financiera que como política la empresa considera más conveniente, es decir, el porcentaje con que cada fuente de financiamiento contribuirá a la financiación de la empresa, a los efectos de calcular el costo del capital de la empresa como la media ponderada de los costos de sus fuentes de financiación.

Los métodos para calcular el costo de las fuentes de financiamiento se exponen a continuación:

### El Costo de la Deuda

El costo de la deuda viene dado por la tasa interna de rentabilidad que iguala la corriente de pagos originados por el endeudamiento con el valor de los fondos netos

---

<sup>27</sup>El efecto del endeudamiento viene dado por el ahorro fiscal por intereses. Así se tiene, por ejemplo, que para el primer año se pagarían intereses por valor de 30 mil (15 % de 200 mil), por lo que esto significa una deducción fiscal de 10,5 mil pesos (35 % de 30 mil). Estos ingresos posteriormente se actualizan a la tasa de interés del crédito (15%).

recibidos, el que se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$E_d = \sum_{j=1}^n P_j / (1 + k_d)^j$$

en que:

$E_d$  = Entrada neta de fondos, es decir una vez deducidos los gastos y/o descuentos de emisión para la obtención del crédito o la emisión de obligaciones.

$P_j$  = Salida de fondos en cada momento  $j$  por pagos de intereses y el principal.

$k_d$  = Costo de la deuda antes de impuestos.

Dado que los intereses de la deuda son deducibles a los fines impositivos, si se le llama  $t$  a la tasa de impuestos sobre utilidades, el costo de la deuda después de impuestos se expresará como:  $k_d \cdot (1 - t)$ .

### El Costo de los Recursos Propios

En la determinación del costo de los recursos propios hay que diferenciar entre acciones preferentes, acciones comunes, utilidades retenidas y depreciación.

El costo de las acciones preferentes viene dado por el dividendo que paga la empresa y el ingreso neto por acción que al efectuar la emisión obtenga la empresa, pudiendo calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$k_p = D_p / P_0 - G_e$$

en que:

$k_p$  = Costo de las acciones preferentes

$D_p$  = Dividendo preferente por acción

$P_0$  = Precio por acción que recibe la empresa por concepto de emisión

$G_e$  = Costo de Emisión

El costo de las acciones ordinarias constituye aquella tasa de rentabilidad que los accionistas esperan obtener por la inversión realizada y el nivel de riesgo que comporte la actividad de la empresa. Este costo se diferencia del de las acciones preferentes en que aquel viene definido por un dividendo fijo, mientras que en las acciones ordinarias es un valor esperado. De otra parte si se considera que la empresa se expande, es decir, crece esto puede implicar que el dividendo por acción se incremente cada año, por lo que la fórmula para el cálculo del costo de las acciones ordinarias viene dado por:

$$k_e = (D_1 / (P_0 - G_e)) + g$$

en que:

$k_e$  = Costo de las acciones ordinarias

$D_1$  = Dividendo ordinario por acción año 1

$P_0$  = Precio por acción que recibe la empresa año 0

$G_e$  = Costo de Emisión

$g$  = Tasa de crecimiento de los dividendos

Las Utilidades Retenidas al igual que la Depreciación, son recursos disponibles en la empresa por los que esta no tiene que pagar, al usarlos como fuentes de financiamiento, éstos aunque no tienen un costo explícito, si tienen determinado costo de oportunidad, pues el accionista espera que estos recursos retenidos le proporcionen una rentabilidad no inferior a  $k_e$ , es decir, la obtenida invirtiendo estos recursos en inversiones de igual riesgo.

Sin embargo, al no tener que pagar gastos de emisión como sucede con las acciones, realmente estos recursos le permiten a la empresa obtener una rentabilidad  $k'_e$  superior a  $k_e$ , que vendría dada por la fórmula.

$$k'_e = (D_1 / P_0) + g$$

en que:

$k'_e$  = Costo de los recursos retenidos

En el caso de empresas estatales que se constituyen mediante aporte estatal y no mediante emisión de acciones, como sucede en el caso cubano, el costo del capital propio estaría definido en esencia por el mismo principio, es decir, el costo de oportunidad que el estado como representante de la sociedad espera recibir por invertir estos recursos en inversiones de igual riesgo.

Una vez determinados los costos de las diferentes fuentes de financiamiento se puede calcular el costo promedio ponderado del capital a partir de la estructura financiera deseada por la empresa, el que se presenta en una fórmula en que suelen agruparse los diferentes tipos de recursos financieros en dos bloques, el capital propio y el capital ajeno, de la forma siguiente:

$$k_0 = k_e * \left( \frac{CP}{V} \right) + k_d * (1 - t) * \left( \frac{D}{V} \right)$$

donde:

$k_0$  = Costo promedio ponderado del capital

$k_e$  = Tasa de rendimiento esperada del capital propio o costo del capital propio

$k_d$  = Tasa de Interés de la deuda o costo del capital ajeno

CP = Capital propio

D = Deuda

V = Valor de la empresa

t = Tasa de impuestos sobre utilidades

Según este criterio  $k_0$  constituiría la tasa de descuento que se utilizaría para evaluar el proyecto de inversión cuando la empresa se financie no solo con recursos propios sino también con recursos ajenos, pues esta es una tasa ajustada que contempla el efecto de la decisión de financiación, es decir el impacto del endeudamiento.

### Ejemplo Ilustrativo

Siguiendo con el ejemplo utilizado para calcular el VANA, faltaría establecer el valor de  $k_e$ , el que está en función del riesgo económico de la empresa y del riesgo financiero correspondiente a su ratio de endeudamiento. Este, debería ser mayor que el costo de oportunidad para la empresa que solo incluye el riesgo económico y que fue establecido en 18 %, por lo digamos que  $k_e$  es igual al 20 %, <sup>28</sup> por tanto:

$$k_0 = 0,20 \cdot (300 / 500) + 0,15 \cdot (1 - .35) \cdot (200 / 500) = 0,159 = 15,9 \ %;$$

por lo que descontando los FC a esta tasa se tiene el VAN del proyecto.

| Proyecto                     | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | VAN          | TIR         |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------|
| Inversión con Financiamiento | -500  | 200   | 200   | 200   | 200   | 200   | <b>156.4</b> | <b>29 %</b> |

Como se aprecia los FC son los mismos que en la inversión pura, pues el ajuste por el efecto del financiamiento esta en la tasa de descuento.

Es importante tener presente en la aplicación de estos criterios, que la estructura financiera a utilizar es la de la empresa y no la del proyecto de inversión individual que pudiera ser diferente, lo que presupone que la empresa tiene definida una estructura financiera, pues el cambio de la misma significa el cambio de las ponderaciones y, en consecuencia, del valor de  $k_0$ . Asimismo, que la nueva inversión debe ser característica de la actividad de la empresa y de su riesgo económico, en fin, que para que el costo promedio ponderado se pueda utilizar como tasa de descuento se requiere que este sea constante durante un largo periodo de tiempo, lo que presupone la constancia de  $k_e$ ,  $k_d$  y del ratio de endeudamiento. Todo esto determina que el *costo promedio ponderado sea una tasa de descuento correcta sólo para proyectos de inversión que sean un “retrato puro” o “una miniatura” de la propia empresa*. Es decir, para proyectos de mayor riesgo

---

<sup>28</sup> En nuestro criterio esto no siempre tiene que ser forzosamente así, pues aunque como principio es cierto que los accionistas exigirán un mayor rendimiento ( $k_e$ ) en la medida que aumenta su apalancamiento financiero; para un bajo nivel de endeudamiento, no tiene porque aumentar el riesgo.



este criterio falla y habría que hacer los ajustes correspondientes para determinar el valor de la tasa de descuento.

## 5. EVALUACIÓN FINANCIERA O EVALUACIÓN DEL INVERSIONISTA

Otro método para considerar el efecto del financiamiento, que se aplica en la práctica de muchos países, es la llamada por unos autores como evaluación desde el punto de vista del inversionista, por otros como evaluación financiera. Este método, parte de establecer los FC del inversionista, es decir, como inversión, el efectivo que él coloca en el proyecto, su capital social, mientras que, en los egresos se incluyen las erogaciones de efectivo por concepto del pago del principal y los intereses en la magnitud y momento en que estos se producen. Estos FC se descuentan a la tasa  $k_e$ , que como vimos debe ser la más alta al incluir el riesgo económico del proyecto y el riesgo financiero derivado del endeudamiento.

### Ejemplo Ilustrativo

Para seguir con el ejemplo anterior y que los resultados sean comparables, supongamos que el proyecto es representativo de la estructura financiera de la empresa, es decir, se financia con un crédito de 200 mil pesos, el monto de la inversión a evaluar corresponderá ahora a lo que realmente desembolsa el inversionista, los 300 mil de capital propio, mientras que el principal y los intereses serán deducidos del flujo de caja, por ejemplo en el año 1 serán 50 mil de principal y 19,5 miles de intereses después de impuestos (30 mil – 10,5), que hacen un total de 69,5 mil, los que deducidos de los 200 mil iniciales permite arribar al flujo de caja de 130,5 miles.

| Proyecto                     | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | VAN          | TIR         |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------|
| Inversión con Financiamiento | -300  | 130,5 | 135,4 | 140,3 | 145,1 | 200   | <b>134,3</b> | <b>38 %</b> |

En este caso, el VAN y la TIR nos expresan los resultados para el inversionista. O dicho de otra manera, el VAN y la TIR del capital propio; el mayor valor de la TIR se explica por el efecto del apalancamiento financiero sobre el capital propio, mientras que en los métodos anteriores se obtiene el VAN de la empresa, de mayor magnitud, al incluir el VAN de la inversión total (capital propio y ajeno) pero con una TIR menor, al no recoger este indicador el efecto del apalancamiento financiero.

En nuestro criterio la evaluación desde el punto de vista del inversionista es de muy fácil comprensión, al integrar en un solo flujo de caja todos los movimientos de efectivo y el momento en que estos se producen, lo que siempre resulta de gran interés para todo propietario, además; permite una visualización muy clara del efecto del apalancamiento financiero, al calcular la TIR. Mientras que, el cálculo de la TIR en el método del costo ponderado, presupone que esta se calcule a partir de un flujo de caja que no refleja el efecto del financiamiento, de ahí que, en el ejemplo ascienda sólo al 29 %, pues no se considera la salida de efectivo del inversionista por concepto de inversión, sino la

inversión total de la empresa, tampoco el pago del principal y los intereses, ni el efecto en la reducción de impuestos de estos últimos, es decir, una TIR que para que tenga significado económico tiene que ser comparada con el costo promedio ponderado del capital, pues en este sí está reflejado el efecto del financiamiento, pero no en la TIR.

Es de subrayar que cuando el endeudamiento derivado del proyecto no afecta el riesgo de la empresa, sino que la garantía del endeudamiento viene dada por los propios activos del proyecto o por sus flujos de caja esperados, como sucede en las inversiones en bienes raíces o la financiación de proyectos, el método de evaluación desde el punto de vista del inversionista resulta atractivo y es el empleado usualmente.

Además, es bueno apuntar que este tercer método no sólo es aplicado en la práctica, sino que este es el método utilizado por Naciones Unidas, y abordado también por numerosos autores.<sup>29</sup>

En resumen, se evidencia que los tres métodos tienen ventajas y desventajas, además de que sus resultados no son contrapuestos, de aquí la importancia de que todos sean conocidos y aplicados en la práctica, según sean las circunstancias, pues no son excluyentes, sino más bien complementarios, en particular, al analizar el efecto del apalancamiento financiero.

## 6. LA ESTRUCTURA FINANCIERA Y EL VALOR DE LA EMPRESA

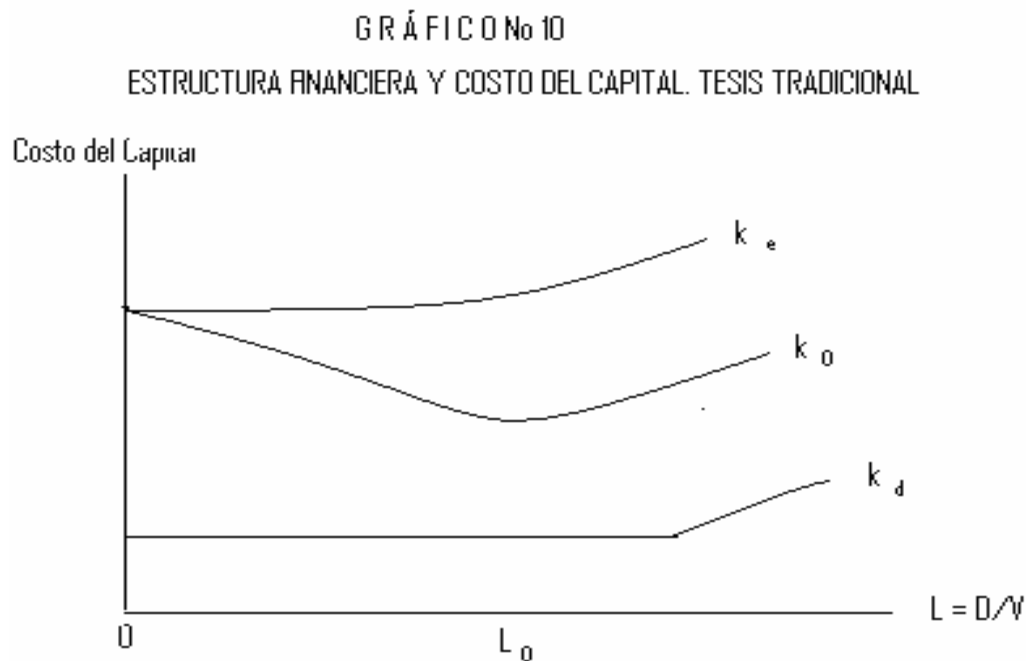
Como se ha puesto de manifiesto, tanto al analizar la relación entre rentabilidad y riesgo, como para la aplicación de los métodos del costo promedio ponderado y el VANA, la empresa necesita definir cual debe ser su estructura financiera, pues según sea la fuente de financiación, será el costo del capital y el riesgo para la empresa. Se requiere por tanto definir aquella relación entre recursos propios y ajenos que minimice el costo del capital

---

<sup>29</sup> Para más detalles, ver Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI): *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*, Viena, Austria, 1987, p. 187; Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain: *Preparación y evaluación de proyectos*, Cuarta edición, McGraw- Hill, Chile, 2000, p. 341; Alberto Miguel Hidalgo: “Las decisiones de inversión, financiación y dividendos en la empresa” en *Economía de la empresa: Inversión y financiación*, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Santiago de Compostela, España, Curso 1994-1995, pp. 32-33; Karen Marie Mokate: *Evaluación financiera de proyectos de inversión*, Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá, Colombia, 1994, p.48; Simón Andrade Espinoza: *Evaluación de proyectos*, Quinta edición, Editorial Lucero, Lima, Perú, 1989; Fernando Carbajal D’Angelo: *Elementos de proyectos de inversión*, volumen 3, Lima, Perú, 1980; Ernesto R. Fontaine: *Evaluación social de proyectos*, 12ª edición, Editorial Alfomega, Santafé de Bogotá, Colombia, 1999; Héctor Sanín: *Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social*, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), LC/IP/L.114, Santiago de Chile, 1995, pp. 78-79; Harold Bierman, Jr. and Seymour Smidt: *The capital budgeting decision. Economic analysis of investment projects*, Séptima edición, Macmillan Publishing Company, New York, United States, 1988, pp. 128-129; Krishna G. Palepu, Victor L. Bernard, and Paul M. Healy: *Business analysis & valuation. Using financial statements, Text & Cases*, South Western College Publishing, 1996, chapter 2, p. 6; Glenn P. Jenkins y Arnol C. Harberger: *Manual de análisis de costo- beneficio de las decisiones de inversión*, Harvard Institute for International Development, United States, 1999, p. 34.

para la empresa o su equivalente maximice el valor de la empresa, situación en que teóricamente se alcanzaría una estructura financiera óptima.

Esta situación puede ser representada en el gráfico que se expone a continuación y que sintetiza la experiencia que en la práctica de los negocios han defendido los gerentes de empresas y especialistas en la práctica financiera, por lo que es conocida como tesis tradicional.



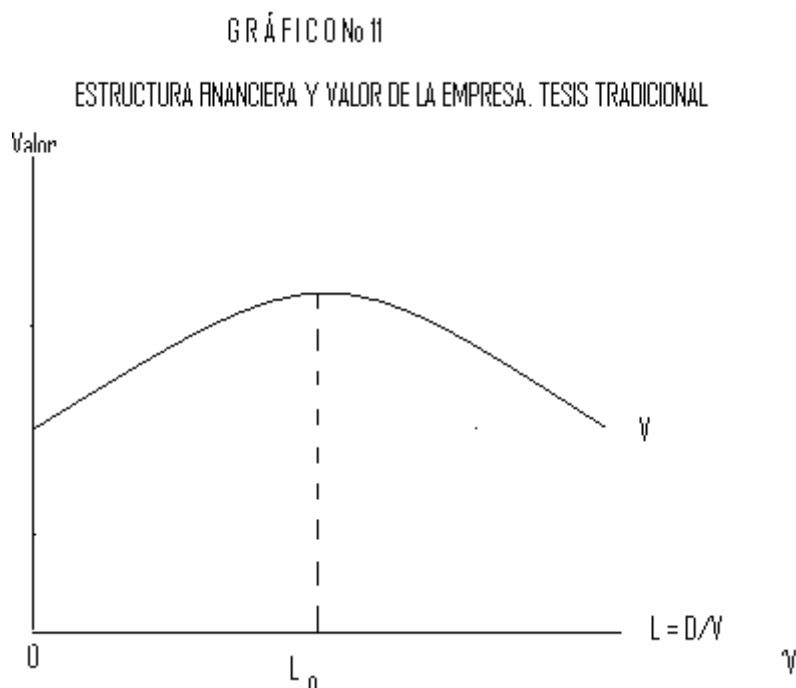
En este gráfico se expone la relación entre el costo del capital y el nivel de endeudamiento, representado por  $L$  (apalancamiento financiero) expresado como la relación entre  $D$  (deuda) y  $V$  (valor de la empresa).

Como se aprecia el costo del capital propio  $k_e$  es mayor que el costo de la deuda  $k_d$  al tener mayor riesgo y  $k_0$  representa el costo promedio ponderado del capital, el que varía al incrementarse los niveles de endeudamiento. Resulta interesante observar que no se considera arriesgado para la empresa un nivel moderado de endeudamiento, por lo que disminuye sistemáticamente el costo promedio del capital y consecuentemente es cada vez mayor el valor de la empresa en la medida que aumenta el nivel de endeudamiento, apreciándose claramente el impacto del apalancamiento financiero.

Ahora bien, ya ha determinado nivel de endeudamiento aumenta el riesgo de la empresa, exigiendo tanto los accionistas como los acreedores, un mayor valor de  $k_e$  y  $k_d$  respectivamente, aunque el valor de  $k_e$  comienza a aumentar antes que el de  $k_d$  pues los inversionistas comienzan a sentir el riesgo antes que los acreedores, esto determina que el costo promedio del capital  $k_0$  reducirá su ritmo de decrecimiento hasta llegar a un

mínimo, punto  $L_0$  y comenzar a crecer.<sup>30</sup>

En conclusión, el punto  $L_0$  representaría aquel ratio de endeudamiento o estructura financiera en que se obtendría el costo de capital mínimo para la empresa y consecuentemente donde el valor de la empresa sería máximo, lo que gráficamente se puede representar de la siguiente forma:

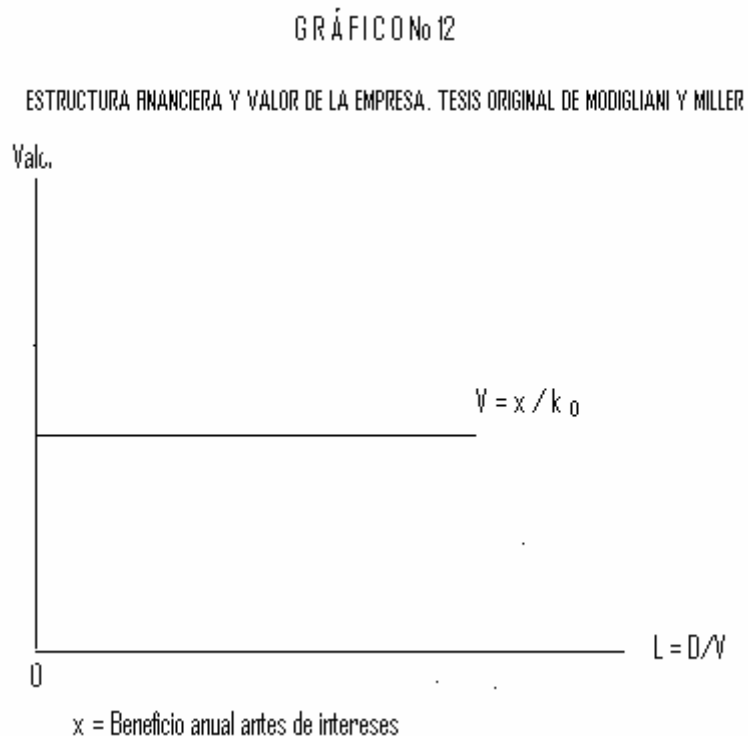


Esta Tesis Tradicional aunque lógica y derivada de la práctica empresarial, sin embargo es más bien intuitiva, careciendo de una fundamentación teórica rigurosa, aunque pone de manifiesto que hay estructuras financieras más ventajosas que otras, pero no como obtener la óptima.

Mientras esto sucede en la práctica empresarial, en el mundo académico, tampoco este fue un problema resuelto hasta las últimas décadas del siglo pasado, aunque si era aceptado que existía determinada relación entre la estructura financiera y el valor de la empresa, es decir, se reconocía la importancia del apalancamiento financiero. Esto origina que a partir de 1958 se desarrolle una gran discusión teórica, cuando Franco Modigliani y Merton Miller plantean que no existe ninguna relación entre estructura financiera y valor de la empresa, señalando que el valor de la empresa depende de la

<sup>30</sup> Brealey, Richard A. y Stewart C. Myers: *Fundamentos de financiación empresarial*, Cuarta edición, McGraw-Hill, Madrid, España, 1993

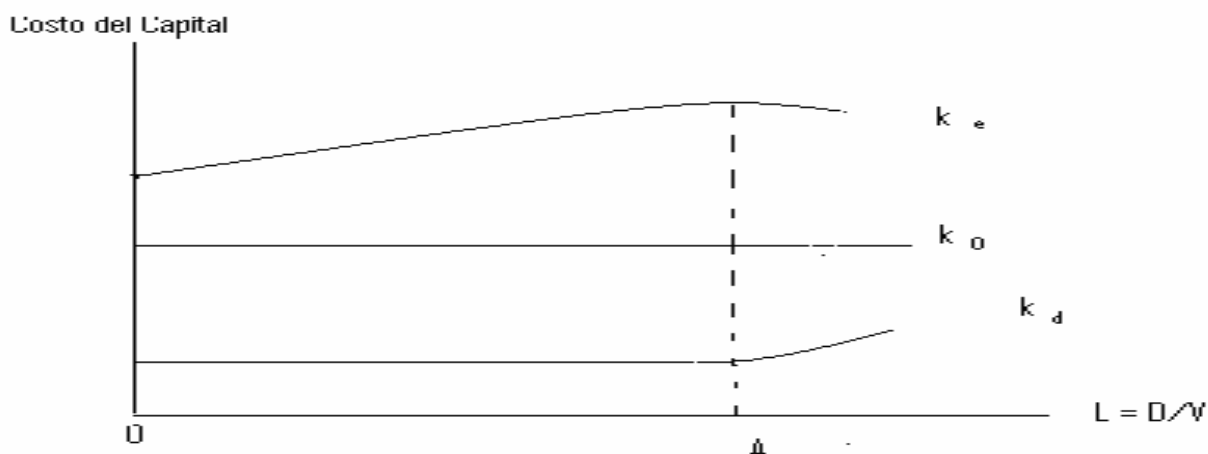
capacidad generadora de ingresos de sus activos y no de su estructura financiera, es decir, la forma en que la misma es financiada. Lo que gráficamente se puede expresar de la siguiente forma:



Esto significa que se niega el apalancamiento financiero, exponiéndose al respecto que las economías recibidas por la empresa al obtener recursos financieros más baratos en forma de deuda a un costo  $k_d$ , suponen que la empresa es más arriesgada en la medida que tiene mayor deuda, por tanto, los accionistas exigen una mayor rentabilidad  $k_e$  que compensa exactamente los beneficios del endeudamiento.

En otras palabras que el costo de la deuda  $k_d$  permanece constante y  $k_e$  crece al crecer  $L$ , permaneciendo constante  $k_0$ . Gráficamente esto se representaría como sigue:

**GRÁFICO No 13**  
**ESTRUCTURA FINANCIERA Y COSTO DE CAPITAL. MODIGLIANI Y MILLER TESIS ORIGINAL**



Si el nivel de endeudamiento fuera muy alto, es decir niveles superiores al punto A, en que los acreedores exigieran una mayor tasa de interés  $k_d$ , esto se reflejaría en una reducción del rendimiento de las acciones  $k_e$ , manteniéndose  $k_o$  exactamente en la misma proporción, de forma tal que siempre se mantiene constante.

Como se aprecia estos planteamientos de Modigliani y Miller (M-M) presentan aristas muy interesantes y fue fundamentado en el famoso artículo *The Cost of Capital Corporation Finance and the Theory of Investment*, publicado en 1958 en the American Economy Review. Estas Tesis parten de ciertos supuestos simplificadores de mercados perfectos, conducta racional de los inversores, que el inversor puede prestar y pedir prestado cualquier cantidad de dinero a la misma tasa de interés libre de riesgo etc. Muy en síntesis estas Tesis plantean los criterios siguientes:

#### Tesis I

El valor de mercado de una empresa es independiente de su estructura financiera y viene determinado por la capitalización a la tasa  $k_o$  del ingreso apropiado X, para el tipo de empresa que estamos analizando (igual riesgo económico). Por tanto:

$$V = X / k_o$$

#### Tesis II

Es una derivación de la primera y expresa que la rentabilidad esperada de las acciones ordinarias ( $k_e$ ) de una empresa endeudada crece proporcionalmente a L.

Esta es una Tesis derivada de la I, pues:

$$k_e = (X - k_d D) / CP \quad (1)$$

y según Tesis I,  $V = X / k_0$ , por tanto  $X = k_0 V = k_0^* (CP + D)$  (2)

Sustituyendo (2) en (1)

$$k_e = (k_0^* (CP + D) - k_d D) / CP$$

$$k_e = k_0 + (k_0 - k_d)^* (D / CP)$$

### Tesis III

Toda empresa que trate de maximizar la riqueza de los accionistas, solamente realizará inversiones cuya tasa de retorno sea al menos  $k_0$ .

Aunque estas tesis fueron rigurosamente demostradas, sin embargo partían de supuestos simplificadores que llevaban a la postura extrema de que resulta indiferente el nivel de endeudamiento, lo que resultaba insostenible dada la existencia de impuestos en el mundo real, por lo que fue corregido por M-M en 1963, en que señalaron que el ingreso neto después de impuesto se halla integrado en realidad por dos componentes de diferentes características:

- Un ingreso incierto  $X (1 - t)$  pues  $X$  es el valor esperado de una variable aleatoria subjetiva
- Un ingreso cierto  $t k_d D$  que es el ahorro fiscal recibido por la empresa cuando paga intereses

Concluyéndose a partir de este análisis que el valor de una empresa no endeudada se puede expresar como:  $V_P = (X (1 - t)) / k_0$ , mientras que el valor de una empresa del mismo tipo, pero con deudas sería  $V_L = (X (1 - t)) / k_0 + (t k_d D) / k_d$ , por tanto que:

$$V_L = V_P + tD$$

En otras palabras que el valor de una empresa  $V_L$  de igual tamaño y clase de riesgo que la empresa  $V_P$  aumenta con el endeudamiento debido al impacto del impuesto sobre los ingresos, Planteamiento este que sirve de fundamentación teórica al cálculo del VANA estudiado anteriormente.

Sin embargo esta es una verdad a medias, pues si bien es cierto que el apalancamiento financiero aumenta el valor de la empresa, también resulta evidente que un endeudamiento excesivo es perjudicial, por lo que al incluir los impuestos M-M retornan por otra vía a lo planteado por otras de las posiciones teóricas en boga por esa época y conocida como posición RN (resultado neto) y que llegaba al absurdo de

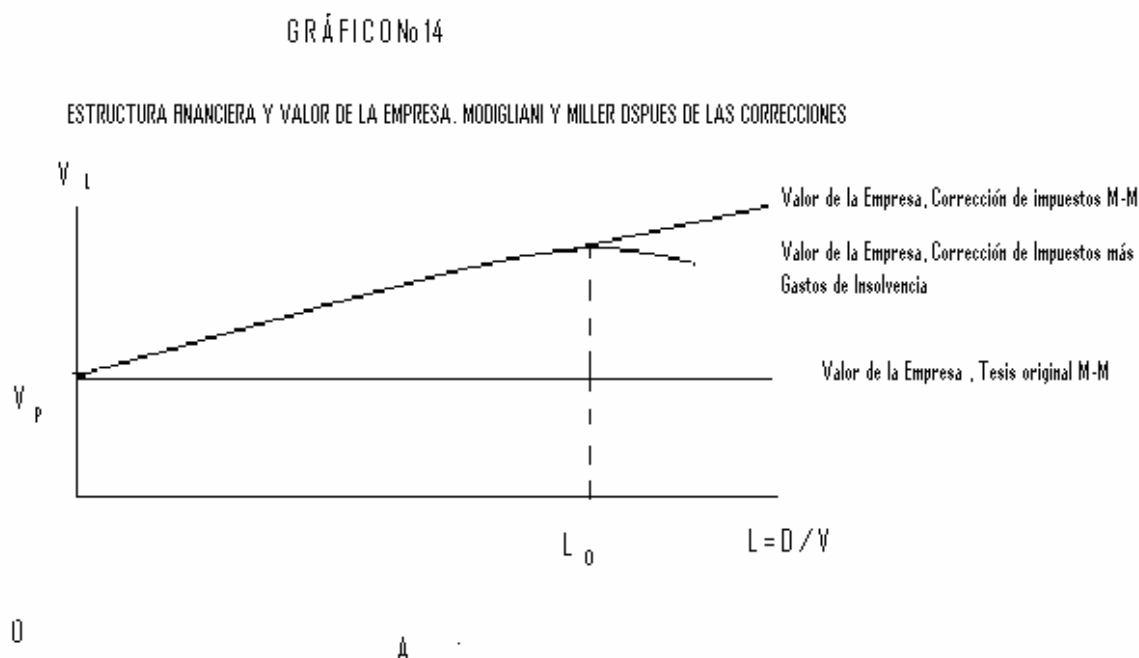
sustentar que el valor de la empresa crecía linealmente en función del ratio de endeudamiento.

No obstante, nuevos aportes teóricos realizados por Merton Miller al analizar el impacto de los diferentes tipos de impuestos y en particular los trabajos de Kraus, Litzenberger y E.H. Kim en 1974, con la inclusión de los costos de insolvencia permiten llegar a la conclusión de que en la empresa existe una estructura financiera óptima<sup>31</sup>.

Al respecto, es importante considerar que tanto la suspensión de pagos como la quiebra, implican costos por pérdida de imagen y por concepto de trámites legales. Este mayor costo financiero se expresa en un menor valor de una empresa  $V_L$  al disminuir el valor de sus acciones, por lo que al incluir este aspecto, la fórmula de M-M se modificaría de la forma siguiente:

$$V_L = V_P + tD + C_L (D/V)$$

En que  $C_L (D/V)$  representa el costo de insolvencia como una función creciente del nivel de apalancamiento financiero. Gráficamente:



Como se aprecia al incluir la corrección de los impuestos y los costos de insolvencia, las Tesis de M-M permiten fundamentar teóricamente la existencia de una estructura financiera óptima  $L_0$ , en que se maximizaría el valor de la empresa.

<sup>31</sup> Suárez Suárez, Andrés: *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*, Octava edición, Pirámide, Madrid, España, 1991



También es de mucho interés lo demostrado por M-M en relación a que el valor de la empresa depende en primer lugar de la capacidad generadora de ingresos de sus activos, lo que sin negar la importancia de las decisiones de financiación pone de manifiesto que en la búsqueda de la maximización del valor de la empresa se requiere tanto de las decisiones de inversión como de financiación, siendo más importante las variante de inversión seleccionada que la forma en que esa inversión sea financiada.

## **7. RELACIÓN ENTRE FLUJOS DE CAJA Y TASA DE DESCUENTO**

El estudio de la estructura financiera y el valor de la empresa permite comprender el fundamento teórico de los diferentes métodos utilizados para calcular el VAN del proyecto.

### ***Método del Costo Promedio Ponderado***

A partir de la discusión teórica realizada no es difícil entender, que el costo promedio ponderado del capital presupone seleccionar la mejor combinación de recursos para financiar la empresa, y que esto no significa encontrar las fuentes financieras más baratas, las que como sabemos corresponden a la financiación con capital ajeno, debido a que a partir de un determinado nivel de endeudamiento, no solo crece el costo de estos recursos, sino que incluso puede llevar a la insolvencia y quiebra de la empresa.

Un error muy frecuente al evaluar un proyecto de inversión financiado con capital ajeno, es utilizar como tasa de descuento el costo de este endeudamiento, por ejemplo si es mediante crédito, la tasa de interés del crédito, mientras que de otra parte en los flujos de caja se considera el pago del crédito y/o los intereses, es decir, sin una idea clara de que de que flujo de caja considerar y que tasa de descuento emplear.

Al incurrirse en este error, se esta confundiendo la estructura financiera del proyecto con la estructura financiera de la empresa, y que el concepto de costo promedio ponderado del capital se refiere a la empresa y no a cada proyecto de inversión que esta realice. Es por este motivo que la utilización del costo promedio ponderado presupone:

- Que al conocer que teóricamente existe la posibilidad de obtener una estructura financiera óptima, la empresa trace una política financiera en que al menos trate se aproximarse a este óptimo, en otras palabras, que la empresa tiene que definir una estructura financiera lo más eficiente posible en el contexto de sus características particulares.
- Todo proyecto de inversión con independencia de cual sea el tipo y magnitud de su fuente de financiación, se evaluará según el costo promedio ponderado del capital para la empresa. Esto además presupone que cada proyecto de inversión contribuye a la capacidad de endeudamiento de la empresa, acorde a lo establecido por su estructura financiera.
- Que existe determinada correspondencia entre el cálculo de los flujos de caja del

proyecto y la tasa de descuento utilizada, por tanto, la evaluación según el costo promedio ponderado del capital al constituir una tasa de descuento ajustada a partir de la estructura financiera de la empresa y el efecto fiscal de los intereses, significa que los flujos de caja del proyecto no incluyan financiamiento ajeno, pues su efecto ya fue considerado al calcular la tasa de descuento. Dicho de otro modo, los flujos de caja del proyecto se calcularán como si este estuviera financiado solo con capital propio, debido a que el impacto del financiamiento ajeno esta considerado en la tasa de descuento cuando esta es el costo promedio ponderado del capital.

### **Método del VANA**

Si el criterio utilizado es el VANA, tal como fue señalado anteriormente este método se basa en los trabajos de M-M cuando introdujeron en sus Tesis, la corrección por efecto de los impuestos. Esto implica que en la evaluación del proyecto se incluyan dos componentes, el VAN del proyecto considerando que este se financia solo con capital propio y el VAN de la decisión de financiación, que cuando esta última es el efecto fiscal de los intereses, representa un VANA mayor en la medida en que la empresa este más endeudada. Por tanto, implícitamente se debe tener presente que existen los costos de insolvencia y quiebra, en otras palabras, que no se debe omitir la necesidad de definir una estructura financiera y como el proyecto contribuye a la capacidad de endeudamiento de la empresa.

Este criterio es propuesto y fundamentado por Brealey and Myers<sup>32</sup>, como un método útil para evaluar cualquier decisión de financiación, además demuestran, que cuando la decisión de financiación es mediante endeudamiento, bajo los supuestos de flujos de caja constantes e infinitos y una estructura financiera meta u objetivo, este criterio y el del costo promedio ponderado conducen a los mismos resultados, por tanto, son similares, por lo que afirman “ cuando es conocida la tasa ajustada (costo promedio del capital) no es necesario calcular el VANA, basta con calcular el VAN a la tasa ajustada”.

Al separarse en este método la evaluación de la decisión de inversión (primer componente) de la evaluación de la decisión de financiación (segundo componente), los flujos de caja del primer componente se calculan exactamente igual que en el caso del costo promedio ponderado del capital, pues se refiere a una inversión financiada solo con capital propio, aunque la tasa de descuento es diferente, pues en este caso es el costo de oportunidad del capital propio cuando no hay endeudamiento (situación en que  $k_e = k_0$ ), es decir, el costo de oportunidad del capital ( $k$ ) que refleja solo el riesgo económico de la empresa.

En cuanto al segundo componente, al estar constituido por el ahorro fiscal por intereses ( $t k_d D$ ) obtenido por la contribución del proyecto a la capacidad de endeudamiento de la empresa, constituye un flujo de caja de menor riesgo y se descontaría a la tasa  $k_d$ .

---

<sup>32</sup> Richard Brealey y Steward Myers: Op. Cit. pag. 560 -568

### ***Método de Evaluación para el Inversionista***

Este método como su nombre lo indica valora el proyecto desde el punto de vista del inversionista, lo que significa considerar su flujo de caja, es decir, proyectar la corriente de efectivo del inversionista, esto quiere decir que al calcular la salida de efectivo por concepto de inversión, esta corresponderá solo al capital social (el saldo entre el costo de la inversión y el ingreso en efectivo obtenido del endeudamiento), mientras que al calcular el flujo de caja correspondiente a la operación del proyecto se requiere deducir la salida de efectivo por el pago del principal y los intereses a que da lugar dicho endeudamiento.

En cuanto a la tasa de descuento esta tiene que ser  $k_e$ , dado que el flujo de caja proyectado es el del inversionista, consecuentemente incluye no solo el riesgo económico de este tipo de inversión, sino además el riesgo financiero por endeudamiento.

### ***La Selección del Método de Evaluación más adecuado***

Finalmente quedaría por discutir que método utilizar para evaluar el proyecto, aunque como se planteó anteriormente los tres tienen determinadas ventajas, no obstante, si nos atenemos a los conceptos teóricos antes discutidos, el método del costo promedio ponderado sería el que con mayor rigor se ajusta a los mismos, pues presupone que la empresa tiene definida una estructura financiera óptima y este es el costo promedio del capital de las diferentes fuentes utilizadas. Sin embargo, esta es la teoría, que pasa en la práctica:

- A veces el proyecto de inversión difiere tecnológicamente de las producciones que venía realizando la empresa, por lo que su riesgo económico es diferente, situación en que falla el costo promedio ponderado, pues este presupone proyectos de inversión que sean una copia exacta de la actividad de la empresa.
- Que muchas empresas no tienen establecida una política financiera y por tanto estudiada y definida cual es su estructura financiera más adecuada, sino que esta es más bien intuitiva según las circunstancias y el buen juicio de los gerentes.

Es por estas razones que muchos autores recomiendan el VANA y la Evaluación de los Flujos de Caja del Inversionista, aunque en cuanto al VANA no deja de tener el mismo requerimiento que el costo promedio ponderado del capital, en cuanto a la necesidad de establecer una estructura financiera óptima, tal como se discutió anteriormente. Por este motivo en la práctica se usa muy frecuentemente la Evaluación desde el punto de vista del Inversionista, particularmente en las situaciones siguientes:

- En los países subdesarrollados, donde la mayor parte de las empresas no tienen un desarrollo financiero que les permita tener definida una política al respecto.
- En la generalidad de las PYMES por las mismas razones del punto anterior.
- En el caso de la financiación de proyectos, en que la garantía del crédito obtenido

esta en los propios flujos de caja del proyecto, dicho de otra forma, su financiamiento es completamente independiente de la empresa y consecuentemente no afecta el riesgo de la misma. En esta situación se comprende que el único método indicado, tanto desde el punto de vista práctico como teórico, es el del flujo de caja del inversionista.

- Para sectores como el de la construcción, cuando se constituye una empresa para realizar un proyecto con financiamiento específico para el mismo.
- Las inversiones en bienes raíces con financiamiento hipotecario a largo plazo. En este caso el propio proyecto de inversión responde por su financiamiento.
- En proyectos con parte de su financiamiento a fondo perdido, créditos blandos y muy flexibles condiciones de reembolso, financiamiento atado a su pago mediante las producciones que obtendrá el proyecto. Una situación típica es el de proyectos agrícolas dirigidos a la obtención de productos básicos, en que el financiamiento es obtenido a muy bajas tasas de interés y condiciones de reembolso especiales, como forma de incentivar estas producciones.
- En general en todos los casos en que las decisiones de financiamiento se efectúan a nivel del proyecto.
- Cuando el riesgo del proyecto es independiente del riesgo de la empresa, como sucede con muchas empresas estatales, en economías centralizadas, en que las decisiones de inversión son tomadas en lo fundamental a nivel de rama, sector de la economía o aún niveles más altos en la estructura económica del país, por tanto, es el estado el que responde por la financiación del proyecto, como es en el caso de Cuba, en que el criterio utilizado es la Evaluación de los Flujos de Caja del Inversionista.

## **8. EL LEASING O ARRENDAMIENTO**

El arrendamiento de activos fijos en lugar de invertir en su adquisición, ha sido una práctica frecuente en el mundo empresarial. No obstante, hasta la primera mitad del siglo pasado este arrendamiento se refería solo a bienes raíces, y así cuando se acometía un nuevo proyecto de inversión no siempre se compraban todos los activos requeridos, en muchas ocasiones eran arrendados los terrenos y edificios donde radicaría la nueva empresa, sin embargo hoy en día esta práctica se ha desarrollado y ampliado considerablemente, abarcando todo tipo de activo, convirtiéndose en una forma de financiación del activo fijo, que le permite a la empresa arrendar los medios requeridos y dando lugar al concepto de leasing o arrendamiento.

La creciente expansión de la utilización del leasing se debe a las ventajas que ofrece para aquellas empresas con limitados recursos financieros para hacer frente a las necesidades de renovación y modernización de su equipamiento, en particular las

pequeñas y medianas empresas, dadas sus dificultades para acceder a los mercados financieros en busca de financiamiento a mediano y largo plazo. Este proceso se ha visto beneficiado por el acelerado proceso tecnológico, que incentiva a las empresas hacia el arrendamiento de equipos de rápida obsolescencia, computadoras, fotocopadoras, etcétera.

De otra parte, la considerable expansión del mercado del leasing ha estado condicionada por el desarrollo de la oferta, con el surgimiento de empresas especializadas y la creación de diferentes modalidades de servicios de arrendamiento.

En el leasing intervienen en general tres sujetos, el cliente, el productor y la empresa leasing. El cliente al necesitar un determinado equipo se dirige a la empresa leasing, la que adquiere el equipo e instruye al productor que lo entregue al cliente, no obstante, la empresa leasing puede disponer del equipo y entregarlo directamente al cliente, esto es frecuente en el caso de productores que tienen adicionalmente servicio de leasing.

Se distinguen tres tipos de arrendamientos: Contratos de venta y rearrendamiento, arrendamiento operativo y arrendamiento financiero o de capital.

Contratos de venta y rearrendamiento.- Este tipo de arrendamiento, conocido como “sale and lease back” permite a la empresa vender sus activos a una firma especializada en leasing, mediante un contrato que le posibilita mantener estos activos en arrendamiento. En otras palabras, considerando que lo esencial para la empresa es el poder usar un activo más que ser su propietario, este tipo de leasing puede contribuir a resolver dificultades financieras de la empresa o proporcionar recursos para su expansión.

Arrendamiento operativo.- Este se realiza mediante un contrato que abarca generalmente un periodo inferior a la vida útil económica del activo, por lo que también es conocido como arrendamiento de servicio, utilizándose comúnmente para la adquisición de equipos standard o con un buen mercado de reventa como: computadoras, fotocopadoras, automóviles, etcétera. Al ser proporcionado por empresas con servicios especializados, incluye casi siempre el servicio de mantenimiento, que pueden proporcionar de forma más eficiente y con costos comparativamente inferiores a los que tendría el arrendatario.

En este tipo de leasing el arrendador tiende a arrendar el equipo nuevamente e incluso repetidamente, como es frecuente en el caso del arrendamiento de automóviles, y es además cancelable a voluntad del arrendatario al incluir el contrato una cláusula de cancelación, que permite la devolución del equipo cuando ya no sea de interés del usuario. Esto último tiene una particular importancia para el arrendatario en equipos de rápida obsolescencia tecnológica, pues este riesgo lo asume la empresa leasing, la que esta diseñada para enfrentar y minimizar estos riesgos, a partir de incluir este riesgo en el monto de las cuotas de arrendamiento, el disponer de un mercado para el rearrendamiento de equipos, etcétera.

Arrendamiento financiero o arrendamiento de capital.- Este abarca toda la vida del

activo, por lo que se refiere a equipos nuevos, no incluyendo cláusula de cancelación ni servicio de mantenimiento. En este tipo de leasing el riesgo de obsolescencia, a diferencia del leasing operativo, recae sobre el arrendatario.

Cualquiera que sea el tipo de leasing utilizado se requiere de la elaboración y firma de un contrato entre el cliente y la empresa leasing, en que se especifican aspectos como: a) Periodo de tiempo que abarca, b) monto y frecuencia de las cuotas de arrendamiento, c) cláusula de cancelación, d) si es leasing de mantenimiento (incluye costo de mantenimiento, reparación y seguro) e) si incluye opción de compra al finalizar el contrato de leasing.

En resumen, la rápida expansión de los servicios de leasing o arrendamiento se sustenta en toda una serie de ventajas, entre las que destacan: a) menor demanda de recursos financieros b) evitar la compra de un equipo que se requiere por un corto periodo de tiempo c) distribución más eficiente del riesgo de obsolescencia entre la empresa leasing (arrendador) y el cliente (arrendatario) d) posibilidad de incluir los servicios de reparación y mantenimiento. Entre sus principales desventajas es de señalar: a) que el valor residual del activo corresponde a la empresa, al arrendador, lo que puede ser de importancia en el caso de los terrenos, cuyo valor generalmente aumenta con el transcurso del tiempo, por lo que este aspecto se constituye en una desventaja para el arrendatario b) las cuotas de arrendamiento deben garantizar a la empresa leasing la recuperación del capital invertido, incluido el costo de oportunidad del capital para estas condiciones de riesgo, sus gastos de operación y cierto nivel de rentabilidad; con estas cuotas de otra parte el arrendatario tiene que lograr cierto margen de rentabilidad, lo que limita su uso a empresas de alta rentabilidad; no obstante, esta limitación ha ido perdiendo importancia en la medida que las empresas leasing han ido ganando en especialización y eficiencia.

### La evaluación del leasing o arrendamiento

La evaluación del leasing o arrendamiento parte del principio de que desde el punto de vista contable y fiscal el arrendamiento es considerado similar a la deuda, por lo que a los efectos de su evaluación los arrendamientos son básicamente lo mismo que la deuda.

Por esta razón, al evaluar un contrato de leasing desde el punto de vista del arrendatario (en nuestro caso el inversionista que sustituiría la opción de comprar el equipo con la de arrendarlo) el procedimiento a seguir es la de comparar estas dos opciones, para lo que se calcula el valor actual del arrendamiento y del préstamo equivalente, a los efectos de definir cual sería más conveniente para la empresa.

Los flujos de caja de la compra mediante préstamo como se conoce vienen determinados por el pago del principal y los intereses de la deuda requerida para efectuar la compra menos la deducción fiscal que por depreciación autoriza la ley a todo propietario de un activo fijo, mientras en el caso del arrendamiento estos flujos de caja comprenderían los pagos periódicos por concepto del arrendamiento, en este caso no hay derecho a deducción fiscal por depreciación, pues no se es propietario del activo, pero los

pagos por arrendamiento son gastos deducibles del impuesto de utilidades, por lo que hay una deducción fiscal por arrendamiento.

A partir del criterio de que ambos flujos de caja tienen riesgos similares, estos son descontados a la misma tasa, el costo de la deuda después de impuesto, el que como se recordará al estudiar el costo promedio ponderado del capital es igual a  $k_d * (1 - t)$ , debido a que los intereses son deducibles del impuesto sobre utilidades.

Este es el esquema básico de evaluación, el que por supuesto puede ser ampliado en la medida en que se le incluyan nuevos aspectos al contrato de leasing, así por ejemplo, si es leasing de mantenimiento, los costos de reparación y mantenimiento constituirán una salida de efectivo en el caso de la compra, mientras no afectarán el flujo de caja del arrendamiento; si el leasing es con opción de compra, el valor de salvamento del activo (o ganancia al vender el equipo) constituirá una salida de efectivo en los flujos de caja del último año del arrendamiento, no así en el caso de la compra mediante endeudamiento, pues este valor residual corresponde al propietario.

En los casos anteriores hay que valorar si alguno de estos factores que se van añadiendo tiene un nivel diferente de riesgo, por ejemplo el valor de salvamento puede ser mucho más incierto y por tanto descontarse a una mayor tasa. Aunque está implícito, no está de más señalar, que la evaluación desde el punto de vista del arrendador sigue los mismos principios antes enunciados, aunque partiendo de la posición del mismo, la que es la inversa de la del arrendatario.

#### Ejemplo Ilustrativo:

La empresa de mensajería Cubaenvios requiere de 6 equipos de transporte para hacer frente al crecimiento de sus necesidades en Ciudad de la Habana. Al respecto Usted conoce:

- a) Costo de un equipo de transporte 15 mil dólares
- b) Tasa de depreciación 20%
- c) Impuesto sobre utilidades 35%
- d) Vida útil de los equipos 5 años
- e) Cubaenvios puede solicitar un préstamo por los 90 mil dólares requeridos con una tasa de interés del 20% a pagar durante 5 años en cantidades iguales
- f) Cubaenvios tiene la posibilidad de arrendar estos equipos durante los próximos 5 años a una empresa de leasing mediante el pago de una cuota de arrendamiento de 5 mil dólares anuales por equipo

Se le pide:

- Determinar la forma más conveniente de financiar estos equipos, si mediante préstamo o leasing.
- Si el costo de mantenimiento de estos equipos es de mil dólares anuales cada uno y este servicio estuviera incluido en el contrato de leasing ¿Cuál sería su selección con

esta consideración adicional?

- Si además de lo antes expuesto al finalizar los 5 años cada equipo tendrá un valor de 2 mil dólares (valor de salvamento), por lo que Cubaenvios planea seguir utilizándolos con posterioridad a esta fecha. De firmar el contrato de leasing Cubaenvios podrá ejercer una opción de compra por el valor de salvamento.
- Si en el caso del inciso anterior se decide no seguir explotando los equipos

### Solución

Tal como se expresó, se requiere calcular el valor actual de una u otra alternativa, así el valor de la compra mediante endeudamiento se calcula a continuación:

#### 1.- Financiamiento mediante préstamo o leasing

El primer paso sería calcular la tasa de descuento de la deuda después de impuestos, es decir  $k_d * (1 - t)$

$$k_d = 20\% * (1 - 0,35) = 13\%$$

Conocida esta tasa se puede proceder a calcular la anualidad por concepto de principal e intereses se requiere pagar:

$$a_{n|k} = a_{5|0.13} = 3,517$$

Cuota anual a pagar por préstamo e intereses =  $90 / a_{n|k}$

$$\therefore \text{Cuota anual por préstamo e intereses} = 90000 / 3,517 = 25590 \text{ dólares}$$

El paso siguiente es calcular el valor actual de la compra, la que viene dada por los cinco pagos de 25590 dólares, menos el efecto fiscal de la depreciación  $(90000/5) * 0,35 = 6300$  dólares, actualizados a la tasa del 13%.

### CUADRO 5.2.- COSTO DE COMPRAR LOS EQUIPOS

| Unidad de Medida: dólares           |   |               |               |               |               |               |
|-------------------------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                     | a | ñ             | o             | s             |               |               |
|                                     | 0 | 1             | 2             | 3             | 4             | 5             |
| Pagos anuales por crédito           |   | -25590        | -25590        | -25590        | -25590        | -25590        |
| Ahorro fiscal por depreciación      |   | 6300          | 6300          | 6300          | 6300          | 6300          |
| <b>Flujo de Caja</b>                |   | <b>-19290</b> | <b>-19290</b> | <b>-19290</b> | <b>-19290</b> | <b>-19290</b> |
| VA Compra = -19290 * 3.517 = -67842 |   |               |               |               |               |               |

Como se puede apreciar esto es exactamente igual que:



|                                               | a             | ñ           | o           | s           |             |             |
|-----------------------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                               | 0             | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Precio                                        | -90000        |             |             |             |             |             |
| Ahorro fiscal por depreciación                |               | 6300        | 6300        | 6300        | 6300        | 6300        |
| <b>Flujo de Caja</b>                          | <b>-90000</b> | <b>6300</b> | <b>6300</b> | <b>6300</b> | <b>6300</b> | <b>6300</b> |
| VA Compra = -90000 + ( 6300 * 3.517) = -67842 |               |             |             |             |             |             |

El valor actual de la otra alternativa, la compra mediante arrendamiento, viene dada por el pago de las cinco cuotas anuales de arrendamiento ( $6 * 5000 = 30$  mil dólares), menos el ahorro fiscal por este concepto ( $30000 * 0.35 = 10500$ ) actualizados también estos valores al costo de la deuda después de impuestos, es decir, 13%, tal como se expone a continuación:

CUADRO 5.3.- COSTO DEL ARRENDAMIENTO

|                                              | Unidad de Medida: dólares |               |               |               |               |               |
|----------------------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                              | a                         | ñ             | o             | s             |               |               |
|                                              | 0                         | 1             | 2             | 3             | 4             | 5             |
| Pagos anuales por arrendamiento              |                           | -30000        | -30000        | -30000        | -30000        | -30000        |
| Ahorro fiscal                                |                           | 10500         | 10500         | 10500         | 10500         | 10500         |
| <b>Flujo de Caja</b>                         |                           | <b>-19500</b> | <b>-19500</b> | <b>-19500</b> | <b>-19500</b> | <b>-19500</b> |
| VA Arrendamiento = $-19500 * 3.517 = -68852$ |                           |               |               |               |               |               |

∴ Ventaja del Crédito =  $68582 - 67842 = 740$  dólares

Se arriba a la conclusión de que bajo estas condiciones a Cubaenvios le es más conveniente invertir en la compra de estos equipos de transporte mediante endeudamiento, que proceder a firmar el contrato de leasing.

## 2.- Leasing con mantenimiento

Si el leasing es de mantenimiento la compra del equipo presupone un costo de mantenimiento por 6 mil dólares anuales en que no habría que incurrir de arrendar los equipos, sin embargo, el costo de mantenimiento es deducible fiscalmente, por lo que su impacto neto para la empresa en comparación con el arrendamiento contemplaría deducir ( $6000 * 0,35 = 2100$  dólares). Si estos valores son añadidos al flujo de caja, el costo comparativo de comprar los equipos se elevaría a 81559 dólares tal como aparece a continuación:

**CUADRO 5.4.- COSTO DE COMPRAR LOS EQUIPOS, LEASING DE MANTENIMIENTO**

| Unidad de Medida: dólares                      |               |             |             |             |             |             |
|------------------------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                | a             | ñ           | o           | s           |             |             |
|                                                | 0             | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Precio                                         | -90000        |             |             |             |             |             |
| Ahorro fiscal por depreciación                 |               | 6300        | 6300        | 6300        | 6300        | 6300        |
| Costo de Mantenimiento                         |               | -6000       | -6000       | -6000       | -6000       | -6000       |
| Ahorro fiscal por Mantenimiento                |               | 2100        | 2100        | 2100        | 2100        | 2100        |
| <b>Flujo de Caja</b>                           | <b>-90000</b> | <b>2400</b> | <b>2400</b> | <b>2400</b> | <b>2400</b> | <b>2400</b> |
| VA Compra = $-90000 + (2400 * 3.517) = -81559$ |               |             |             |             |             |             |

Sin embargo, el flujo de caja del arrendamiento no sufriría ninguna alteración, pues en las condiciones del problema no se han cambiado las cuotas de arrendamiento, por tanto:

**CUADRO 5.5.- COSTO DE ARRENDAR EQUIPOS, LEASING DE MANTENIMIENTO**

| Unidad de Medida: dólares                    |   |        |        |        |        |        |
|----------------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                              | a | ñ      | o      | s      |        |        |
|                                              | 0 | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      |
| Pagos anuales por arrendamiento              |   | -30000 | -30000 | -30000 | -30000 | -30000 |
| Ahorro fiscal                                |   | 10500  | 10500  | 10500  | 10500  | 10500  |
| Flujo de Caja                                |   | -19500 | -19500 | -19500 | -19500 | -19500 |
| VA Arrendamiento = $-19500 * 3.517 = -68852$ |   |        |        |        |        |        |

∴ Ventaja del arrendamiento =  $81559 - 68582 = 12977$  dólares

Se arriba a la conclusión de que bajo estas condiciones a Cubaenvios le es más conveniente el arrendamiento que invertir en la compra de estos equipos de transporte, lo que pone de manifiesto la importancia que pudiera tener el incluir el mantenimiento en el contrato de leasing, esto sin considerar los problemas operativos y financieros que para la empresa pudiera representar el asumir el mantenimiento, el que particularmente en las condiciones de los países subdesarrollados pudiera requerir de mayor tiempo y recursos, con repercusiones marcadamente mayores para el arrendatario.

### 3.- Leasing con opción de compra

En este caso al valor actual del arrendamiento habría que añadirle el valor actual de la opción de compra:

Valor de los equipos en el año 5 =  $6 * 2000 = 12000$  dólares

Valor actual de los equipos =  $12000 / (1 + 0.13)^5 = 12000 / 1.842 = 6515$

Valor actual del arrendamiento sin opción de compra = 68582

Valor actual de la opción de compra = 6515

Valor actual leasing con opción de compra = 75097

∴ Sigue teniendo ventaja el arrendamiento =  $81559 - 75097 = 6462$  dólares

4.- Si los equipos no se siguen explotando después del año 5

En este caso no se ejercería la opción de compra en el caso del leasing, pero en el caso del préstamo se dispondría de la propiedad de equipos que podrían ser vendidos por un valor después de impuestos de  $12000 * (1-0.35) = 7800$  dólares en el año 5 y un valor actual de  $7800 / 1.842 = 4235$  dólares.

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| Valor actual de la compra =      | $81559 - 4235 = 77324$ |
| Valor actual del arrendamiento   | $= 68582$              |
|                                  | <hr/>                  |
| Más conveniente el arrendamiento | $= 8742$               |

## 9. ESTUDIO DE CASO.- EMPRESA CAMARONES TROPICALES.

En este estudio de caso se presenta la evaluación de un proyecto de inversión en que se integran los diferentes criterios estudiados en este capítulo.

### ESTUDIO DE CASO

La Empresa Camarones Tropicales ha considerado ampliar sus actividades, a este fin proyecta inversiones por 300 mil dólares, mediante la adquisición de equipos de transporte y comunicaciones. Estas inversiones le permitirán incrementar sus ventas anuales de 800 mil a 1.8 millones de dólares, mientras que sus costos de operación pasarán de 450 mil a 1,2 millones de dólares.

Debido a esta ampliación el capital de trabajo que era de 100 mil dólares se incrementará a 250 mil. A estas nuevas inversiones se le estima una vida útil de 5 años. El sistema de depreciación utilizado es lineal y se estima un valor residual de 40 mil dólares. El impuesto sobre utilidades es del 35%.

Para realizar esta inversión la empresa tiene dos alternativas de financiamiento para los activos fijos:

- Obtener un crédito de 300 mil dólares al 15 % de interés, a pagar en cinco plazos en cantidades iguales cada año por concepto de principal e intereses.
- Realizar un contrato de arrendamiento de estos activos durante cinco años a una empresa especializada en Leasing, mediante un pago anual de 95 mil dólares. Este contrato incluye el mantenimiento de los equipos, cuyo costo se calcula en 20 mil dólares anuales.

El costo de oportunidad del capital en esta rama es del 20% y el costo de oportunidad

del capital para el inversionista es del 25%. La estructura financiera meta u objetivo de la Empresa es de 40% de endeudamiento y 60% de capital propio.

Se le pide:

Calcular el VAN y la TIR

Determinar que alternativa de financiación es más conveniente para la adquisición de los activos fijos demandados por el proyecto.

## SOLUCIÓN

La solución de este caso consistiría en calcular el VAN y la TIR para las diferentes alternativas de financiamiento, pues no bastaría con comparar el crédito contra el arrendamiento, pues además se necesita conocer si el proyecto es o no conveniente.

### EVALUACIÓN PARA EL INVERSIONISTA

a) Evaluación considerando financiación mediante crédito

1.-Cálculo del principal y los intereses del crédito

$$a_{n|k} = a_{5|0.15} = 3,352155098$$

$$\text{anualidad por principal e intereses} = 300 \text{ mil} / 3,352155098 = 89,49466574$$

**CUADRO 5.6.- CÁLCULO DEL VAN Y LA TIR FINANCIACIÓN CON CRÉDITO**

|                             | Unidad de Medida: Miles de dólares |       |       |       |       |        |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                             | A                                  | Ñ     | O     | S     |       |        |
|                             | 0                                  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      |
| Inversión                   | -300                               |       |       |       |       |        |
| Capital de Trabajo          | -150                               |       |       |       |       |        |
| Ventas                      |                                    | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000   |
| Costos de Operación         |                                    | 750   | 750   | 750   | 750   | 750    |
| Depreciación                |                                    | 52    | 52    | 52    | 52    | 52     |
| Intereses                   |                                    | 29,5  | 29,5  | 29,5  | 29,5  | 29,5   |
| Costo Total                 |                                    | 831,5 | 831,5 | 831,5 | 831,5 | 831,5  |
| Beneficios antes Dep. e Imp |                                    | 169   | 169   | 169   | 169   | 169    |
| Impuestos                   |                                    | 59    | 59    | 59    | 59    | 59     |
| Beneficios Netos            |                                    | 110   | 110   | 110   | 110   | 110    |
| Crédito                     | 300                                |       |       |       |       |        |
| Pago del Principal          |                                    | -60   | -60   | -60   | -60   | -60    |
| Más: Valor Residual         |                                    |       |       |       |       | 190    |
| Más Depreciación            |                                    | 52    | 52    | 52    | 52    | 52     |
| Flujo de Caja               | -150                               | 102   | 102   | 102   | 102   | 292    |
| <b>VAN (25%)</b>            |                                    |       |       |       |       | 185,29 |
| <b>TIR</b>                  |                                    |       |       |       |       | 69%    |

b) Evaluación considerando arrendamiento o Leasing

**CUADRO 5.7.- CÁLCULO DEL VAN Y LA TIR CONSIDERANDO ARRENDAMIENTO**

|                               | Unidad de Medida: Miles de dólares |       |       |       |       |               |
|-------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
|                               | A                                  | Ñ     | O     | S     |       |               |
|                               | 0                                  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5             |
| Capital de Trabajo            | -150                               |       |       |       |       |               |
| Ventas                        |                                    | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000          |
| Costos de Operación Sin Mant. |                                    | 730   | 730   | 730   | 730   | 730           |
| Cuota de Arrendamiento        |                                    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95            |
| Costo Total                   |                                    | 825,0 | 825,0 | 825,0 | 825,0 | 825,0         |
| Beneficios antes Dep. e Imp   |                                    | 175   | 175   | 175   | 175   | 175           |
| Impuestos                     |                                    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61            |
| Beneficios Netos              |                                    | 114   | 114   | 114   | 114   | 114           |
| Más: Valor Residual           |                                    |       |       |       |       | 150           |
| Flujo de Caja                 | -150                               | 114   | 114   | 114   | 114   | 264           |
| <b>VAN (25%)</b>              |                                    |       |       |       |       | <b>205,06</b> |
| <b>TIR</b>                    |                                    |       |       |       |       | <b>76%</b>    |

Como se aprecia el proyecto es conveniente en ambos casos, siendo superior el Leasing en  $205,06 - 185,29 = 19,77$  miles de dólares.

**EVALUACIÓN SEGÚN EL COSTO PROMEDIO PONDERADO EL Y EL VANA**

a) Cálculo del caso básico

**CUADRO 5.8.- CÁLCULO DEL VAN Y LA TIR CASO BÁSICO**

|                             | Unidad de Medida: Miles de dólares |      |      |      |      |               |
|-----------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|---------------|
|                             | A                                  | Ñ    | O    | S    |      |               |
|                             | 0                                  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5             |
| Inversión                   | -300                               |      |      |      |      |               |
| Capital de Trabajo          | -150                               |      |      |      |      |               |
| Ventas                      |                                    | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000          |
| Costos de Operación         |                                    | 750  | 750  | 750  | 750  | 750           |
| Depreciación                |                                    | 52   | 52   | 52   | 52   | 52            |
| Costo Total                 |                                    | 802  | 802  | 802  | 802  | 802           |
| Beneficios antes Dep. e Imp |                                    | 198  | 198  | 198  | 198  | 198           |
| Impuestos                   |                                    | 69   | 69   | 69   | 69   | 69            |
| Beneficios Netos            |                                    | 129  | 129  | 129  | 129  | 129           |
| Más: Valor Residual         |                                    |      |      |      |      | 190           |
| Más Depreciación            |                                    | 52   | 52   | 52   | 52   | 52            |
| Flujo de Caja               | -450                               | 181  | 181  | 181  | 181  | 371           |
| <b>VAN (20%)</b>            |                                    |      |      |      |      | <b>166,76</b> |
| <b>TIR</b>                  |                                    |      |      |      |      | <b>34%</b>    |

El cálculo del VAN del caso básico pone de manifiesto, que el proyecto sin considerar el apalancamiento financiero, es decir, financiado solo con capital propio, es rentable al obtenerse un VAN de 166,76 miles de dólares y una TIR del 34%.

b) Evaluación considerando financiación mediante crédito

- *Evaluación al Costo Promedio Ponderado*

En cuanto la Evaluación según el método del Costo Medio Ponderado del Capital se tiene un crédito de 300 mil dólares, pero el proyecto solo contribuye a la capacidad de endeudamiento de la empresa en 180 mil dólares, pues la estructura financiera meta u objetivo es de 40 % de endeudamiento y no el 66,7% que tiene el proyecto (300/450), es decir, se adquieren activos por 450 mil dólares que contribuyen al endeudamiento en el 40% de 450 mil, tal como se deriva de la aplicación de la fórmula del costo promedio ponderado, el que será:

$$k = 0,25 * (60\%) + 0,15 * (1 - .35) (40\%) = 14,8 \%$$

#### 5.12.-CÁLCULO DEL VAN Y LA TIR AL COSTO PROMEDIO PONDERADO

| Unidad de Medida: Miles de dólares |      |      |      |      |      |               |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|---------------|
|                                    | A    | Ñ    | O    | S    |      |               |
|                                    | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5             |
| Inversión                          | -300 |      |      |      |      |               |
| Capital de Trabajo                 | -150 |      |      |      |      |               |
| Ventas                             |      | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000          |
| Costos de Operación                |      | 750  | 750  | 750  | 750  | 750           |
| Depreciación                       |      | 52   | 52   | 52   | 52   | 52            |
| Costo Total                        |      | 802  | 802  | 802  | 802  | 802           |
| Beneficios antes Dep. e Imp        |      | 198  | 198  | 198  | 198  | 198           |
| Impuestos                          |      | 69   | 69   | 69   | 69   | 69            |
| Beneficios Netos                   |      | 129  | 129  | 129  | 129  | 129           |
| Más: Valor Residual                |      |      |      |      |      | 190           |
| Más Depreciación                   |      | 52   | 52   | 52   | 52   | 52            |
| Flujo de Caja                      | -450 | 181  | 181  | 181  | 181  | 371           |
| <b>VAN (18,9%)</b>                 |      |      |      |      |      | <b>183,71</b> |
| <b>TIR</b>                         |      |      |      |      |      | <b>34%</b>    |

Según este criterio el proyecto también es eficiente al permitir un VAN de 183,71 miles de dólares

- *Evaluación según el VANA*

El cálculo del VANA presupone sumar al VAN del caso básico, el VAN de los ahorros fiscales derivados del endeudamiento. Dado que el proyecto contribuye a la capacidad de endeudamiento de la empresa en 180 mil dólares, el valor actual de los ahorros fiscales será:

### . CUADRO 5.9.- VALOR ACTUAL DE LOS AHORROS FISCALES

| Año                              | Crédito | Principal | Intereses    | Ahorro Fiscal<br>Imp. (35%) | Valor Act.<br>Ahorro Fiscal |
|----------------------------------|---------|-----------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1                                | 180     | 36        | 17,7         | 6,19                        | 5,39                        |
| 2                                | 144     | 36        | 17,7         | 6,19                        | 4,68                        |
| 3                                | 108     | 36        | 17,7         | 6,19                        | 4,07                        |
| 4                                | 72      | 36        | 17,7         | 6,19                        | 3,54                        |
| 5                                | 36      | 36        | 17,7         | 6,19                        | 3,08                        |
|                                  |         |           | <i>Total</i> |                             | <i>20,76</i>                |
| VAN ( Costo de Oportunidad 20% ) |         |           |              |                             | 166,76                      |
| VANA                             |         |           |              |                             | <b>187,52</b>               |

Como se aprecia un VAN muy similar a la que ofrece la evaluación al costo promedio ponderado, lo que es lógico pues ambos criterios parten de los mismos principios teóricos, pues tal como plantean Brealey and Myers<sup>33</sup>, si el costo promedio ponderado se calcula adecuadamente, ajustando correctamente la tasa de descuento, el VAN a la tasa de descuento ajustada es igual al VANA..

#### c) Evaluación considerando financiación mediante Leasing

- *Evaluación del Leasing*

#### Cálculo del Factor de Actualización

$$a_{n|k} = a_{5|0.15*(1-0,35)} = a_{5|0.0975} = 3,815121928$$

### CUADRO 5.10.-CÁLCULO DEL COSTO DEL ARRENDAMIENTO

|                                                 | Unidad de Medida: Miles de dólares |        |        |        |        |                |
|-------------------------------------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
|                                                 | A                                  | Ñ      | O      | S      |        |                |
|                                                 | 0                                  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5              |
| Pago del Arrendamiento                          |                                    | -95    | -95    | -95    | -95    | -95            |
| Ahorro Fiscal del Arrendamiento                 |                                    | 33,25  | 33,25  | 33,25  | 33,25  | 33,25          |
| Flujo de Caja                                   |                                    | -61,75 | -61,75 | -61,75 | -61,75 | -61,75         |
| <b>Costo Actual del Arrendamiento ( 9, 75%)</b> |                                    |        |        |        |        | <b>-235,58</b> |

<sup>33</sup> Ver Richard Brealey and Steward Myers, op. cit. pag. 579

### CUADRO 5.11.-CÁLCULO DEL COSTO DE LA COMPRA MEDIANTE CRÉDITO

|                                                           | Unidad de Medida: Miles de dólares |      |      |      |      |                |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|----------------|
|                                                           | A                                  | Ñ    | O    | S    |      |                |
|                                                           | 0                                  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5              |
| Costo del Crédito                                         | -300                               |      |      |      |      |                |
| Ahorro Fiscal por Depreciación                            |                                    | 18,2 | 18,2 | 18,2 | 18,2 | 18,2           |
| Valor Residual                                            |                                    |      |      |      |      | 40             |
| Costo del Mantenimiento                                   |                                    | -20  | -20  | -20  | -20  | -20            |
| Ahorro Fiscal por Mantenimiento                           |                                    | 7    | 7    | 7    | 7    | 7              |
| Flujo de Caja                                             | -300                               | 5,2  | 5,2  | 5,2  | 5,2  | 45,2           |
| <b>Costo Actual de la Compra mediante Crédito (9,75%)</b> |                                    |      |      |      |      | <b>-255,04</b> |

Superior el Arrendamiento o Leasing  $255,04 - 235,58 = 19,46$  miles de dólares, por tanto se concluye que el proyecto no solo es eficiente, cualquiera que sea el método de evaluación utilizado, sino que además es más conveniente financiarlo con leasing que mediante crédito

- *Evaluación según el VANA*

Como, el VANA a partir del crédito dio un valor de 187,52 miles de dólares, y la financiación mediante leasing es más eficiente que la financiación mediante crédito, con un valor actual de 19,46 miles de dólares, el VANA con Arrendamiento ascendería a  $187,52 + 19,46 = 206,98$  miles de dólares.

En conclusión todos los métodos permiten comprobar que es superior el arrendamiento y que además el proyecto es conveniente tanto según el valor del VAN como de la TIR.

## 10. PROBLEMAS

1.- Una Empresa de Aviación esta contemplando la posibilidad de adquirir un nuevo avión cuyo costo es de 10 millones de dólares. Estos recursos pueden ser obtenidos mediante un préstamo al 20% de interés pagadero en 5 años, efectuándose los pagos del principal más intereses al final de cada año.

De comprar el equipo la Empresa de Aviación hará un contrato con una empresa especializada para darle mantenimiento por un costo de un millón de dólares anuales. La tasa del impuesto sobre utilidades es del 35%. Se utiliza un sistema de depreciación lineal sin considerar valor residual.

La empresa productora de estos aviones le ofrece a la Empresa de Aviación un contrato de Leasing mediante un pago inicial de 2 millones de dólares y 5 pagos anuales de 2,5 millones cada uno al final de los años 1 al 5. Este contrato incluye mantenimiento y una opción de compra por el valor de mercado del avión al final del año 5, que se estima en 2 millones de dólares.



- a) Que alternativa seleccionaría?
- b) Cual sería su selección considerando lo incierto del valor de salvamento, que Ud. castigaría con una prima de riesgo del 5% ?

2.- La Empresa “Embutidos S.A” está considerando 3 proyectos de inversión cuyos costos y rentabilidad son los siguientes:

| Proyecto | Costo<br>Inversión<br>(mil dólares) | de TIR |
|----------|-------------------------------------|--------|
| A        | 300                                 | 29%    |
| B        | 350                                 | 25%    |
| C        | 200                                 | 15%    |
| D        | 150                                 | 14%    |

La estructura financiera deseada por la empresa es de 70% de recursos propios y 30% de recursos ajenos. La empresa puede obtener recursos ajenos hasta un monto de 120 mil dólares a un costo del 16%, el que se incrementa al 18% para requerimientos mayores. La rentabilidad exigida por los accionistas es del 20% y la empresa dispone de utilidades retenidas (reservas) por 300 mil dólares. El impuesto sobre utilidades es del 35%.

Se le pide:

- a) Costo promedio ponderado del capital para los diferentes niveles de inversión.
- b) Que proyectos deben aceptarse
- c) Determinar si se requiere incrementar el capital propio y en que magnitud.

3.- La Empresa Níquel del Caribe S.A. tiene 19 millones de acciones comunes en circulación, las que se cotizan a 25 pesos cada una, pagando un beneficio por acción de \$1,80, beneficio este que crece al 5% anual. El costo de emisión es del 8% y la política de dividendos establece la retención de un 40% de las utilidades.

Existen 500 mil acciones preferentes en circulación con un precio de 100 pesos cada una, y un valor nominal de 120 pesos por acción. Estas acciones pagan un dividendo de 10 pesos cada una y tiene un costo de emisión del 5% de su valor nominal.

La empresa tiene obligaciones por 500 millones de pesos, que se cotizan a la par con un interés del 10%, las reservas por utilidades retenidas permiten un 20% de financiamiento interno. La estructura financiera deseada por la empresa es 50% de capital ajeno y 50% de capital propio.

Determine el costo del capital de esta empresa, conociendo que el impuesto sobre utilidades es del 30%.

4.- La Empresa “XX” esta contemplando la posibilidad de ampliar y modernizar su

producción, a tal efecto dispone de los proyectos de inversión siguientes:

| Proyecto | Costo de Inversión (millón de dólares) | TIR |
|----------|----------------------------------------|-----|
| A        | 2000                                   | 25% |
| B        | 1000                                   | 22% |
| C        | 1500                                   | 20% |
| D        | 2500                                   | 14% |

La empresa tiene definida la estructura financiera siguiente:

|                      | Millones de dólares | %   |
|----------------------|---------------------|-----|
| Capital propio       | 3000                | 60  |
| Acciones Ordinarias  | 2500                | 50  |
| Acciones Preferentes | 500                 | 10  |
| Capital ajeno        | 2000                | 40  |
| Total                | 5000                | 100 |

La empresa puede obtener nuevo financiamiento ajeno hasta un millón de dólares a un costo del 15%, no obstante puede llegar a obtener más recursos ajenos hasta 7 millones de dólares a un costo del 18%. Las acciones preferentes son emitidas por un valor nominal de 50 dólares, aunque se venden a 47 dólares, con un costo de emisión del 10% sobre el valor de venta. Su dividendo es del 15% sobre el nominal.

La empresa cuenta con reservas por utilidades retenidas ascendentes a 500 mil dólares y puede emitir acciones a 10 dólares la acción, con un costo de emisión de 50 centavos por acción. Se pagará un dividendo de un dólar por acción que debe crecer al 6% anual. El impuesto sobre utilidades es del 35%.

Determine cuales proyectos de inversión serían convenientes para la empresa en estas condiciones.

5.- La Empresa Explotación Minera S.A. presenta en Diciembre 31 de 2003 los siguientes resultados en sus Estados Financieros en miles de dólares:

| BALANCE GENERAL    |     |                |     |
|--------------------|-----|----------------|-----|
| ACTIVOS            |     | PASIVOS        |     |
| Activos Fijos      | 80  | Capital Social | 100 |
| Capital de Trabajo | 20  | Deuda          | 0   |
| Total              | 100 | Total          | 100 |

| ESTADO DE RESULTADOS          |                 |                  |     |     |
|-------------------------------|-----------------|------------------|-----|-----|
|                               | Dic.<br>31/2003 | VENTAS ESPERADAS |     |     |
| Ventas                        | 100             | 50               | 100 | 150 |
| Costo de Ventas               | 70              | 45               | 70  | 95  |
| C. Fijos                      | 20              |                  |     |     |
| C. Variables*                 | 50              |                  |     |     |
| BAIT                          | 30              | 5                | 30  | 55  |
| Menos Intereses               | 0               |                  |     |     |
| Menos Impuestos               | 9               |                  |     |     |
| Beneficio Neto                | 21              |                  |     |     |
| Probabilidad de<br>ocurrencia |                 | 25%              | 50% | 25% |
| * 50% del Valor de las Ventas |                 |                  |     |     |

La Empresa paga un impuesto sobre utilidades del 30% y tiene posibilidad de obtener financiamiento ajeno con los volúmenes y tasas siguientes:

| Monto del<br>Financiamiento Ajeno<br>( miles de dólares ) | Tasa de<br>Interés<br>( % ) |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 15                                                        | 10                          |
| 30                                                        | 12                          |
| 45                                                        | 14                          |
| 60                                                        | 18                          |

Se le pide:

- Determinar la rentabilidad esperada sin endeudamiento.
- Determinar la rentabilidad esperada para los diferentes niveles de endeudamiento (apalancamiento financiero) a que puede aspirar la Empresa.

6.- La Empresa Neptuno S.A. proyecta efectuar inversiones de ampliación y modernización por 4 millones de dólares. Esta inversión según los escenarios previstos debe permitir incrementar la actividad de la Empresa de la forma siguiente:

|                 | Escenarios       |                 |                  |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
|                 | Pesimista<br>25% | Esperado<br>50% | Optimista<br>25% |
| Ventas          | 5                | 7               | 9                |
| Costo de Ventas | 4                | 5               | 6                |
| BAIT            | 1                | 2               | 3                |

El impuesto sobre utilidades es del 35% y la estructura financiera actual es la siguiente:

|                      | Millones |
|----------------------|----------|
| Capital Social       | 8        |
| Utilidades Retenidas | 2        |
| Total                | 10       |

La Empresa cuenta con 2 alternativas para financiar esta inversión:

Realizarla al 100% con recursos propios

Realizarla al 50% con recursos propios y 50% con recursos ajenos mediante un crédito al 16% de interés.

Se le pide:

- a) Calcular la rentabilidad de la inversión para cada alternativa de financiamiento
- b) Calcular el punto de equilibrio en que es indiferente uno u otro tipo de financiamiento.

7.- La Empresa Mariscos del Caribe ha considerado ampliar sus actividades, a este fin proyecta inversiones por 300 mil dólares en maquinarias y equipos. Estas inversiones le permitirán incrementar sus ventas anuales de 800 mil a 1.8 millones de dólares, mientras que sus costos de operación pasarán de 450 mil a 1,2 millones de dólares.

Debido a esta ampliación el capital de trabajo que era de 100 mil dólares se incrementará a 250 mil. A estas nuevas inversiones se le estima una vida útil de 5 años. El sistema de depreciación utilizado es lineal y se estima un valor residual de 40 mil dólares. El impuesto sobre utilidades es del 35%.

Para realizar esta inversión la empresa obtendrá un crédito de 250 mil dólares al 15 % de interés, a pagar en cinco años.

El costo de oportunidad del capital en esta rama es del 20% y el costo de oportunidad del capital para el inversionista es del 25%. La empresa trabaja con una estructura financiera de 60% de capital propio y 40% de capital ajeno. Se le pide:

Calcular el VAN a partir del Criterio del Inversionista, el Costo Promedio Ponderado y el VANA. Es conveniente la Inversión?

8.- Usted trabaja en la Industria del Vidrio y se le encomienda evaluar una inversión de ampliación por un monto de 6 millones en activos fijos.

Como producto de esta inversión las ventas anuales en efectivo de esta planta que ascendían a \$1,5 millones, pasarán a \$4,5 millones en el año 1, mientras que los costos de operación que eran de \$1 millón pasarán a \$2 millones en el año 1.

Esta inversión requerirá que el capital de trabajo que era de \$600 mil antes de la ampliación, pase a \$700 mil en el año 0 y se establezca en \$800 mil a partir del año 1 en adelante.

El incremento de las ventas previstas para el año 1 se proyecta que crecerá al 10% anual, debido tanto al crecimiento de la producción como de los precios, mientras que los costos de operación se proyecta que crecerán según la tasa de inflación esperada que es del 7% anual. El costo del capital en esta actividad, al momento de hacer esta evaluación (año 0) es del 10% y el impuesto sobre utilidades del 30%.

Los activos fijos tienen una vida útil de 10 años y se utiliza el método de depreciación lineal.

Para realizar esta inversión la Empresa puede obtener un crédito de 4000 mil dólares a pagar en 5 años y una tasa de interés del 12% anual.

La estructura financiera deseada por la empresa es de 50% de capital propio y 50% de capital ajeno. El costo de oportunidad del capital para el inversionista es del 25% en términos nominales.

Se le pide:

Determinar a partir del VAN, la TIR y el PR la conveniencia de esta inversión considerando que el negocio finaliza en 5 años.

9.- Evaluar el problema No. 13 del capítulo 7, inciso a), considerando que la inversión en su totalidad se financia con un crédito bancario a pagar en 5 cuotas anuales iguales por concepto de principal e intereses a una tasa de interés del 15%.

Ud. conoce que la estructura financiera deseada por la empresa es de 50% de capital propio y 50% de capital ajeno. Además que ke, costo del capital del inversionista (que incluye el riesgo económico y el riesgo financiero) es igual al 20% en términos nominales

Se le pide:

- a) Evaluación según el criterio del inversionista.
- b) Evaluación según el costo promedio ponderado del capital
- c) Evaluación según el VANA.
- d) Efectuar la evaluación según los tres criterios anteriores pero considerando que el crédito cubre solo el 50% de la inversión.
- e) Considere que otra alternativa de financiamiento en lugar del crédito, es mediante Leasing, el que cubre activos fijos por 300 mil dólares, mediante un pago anual por arrendamiento de 110 mil dólares.

10.- Valorar una inversión en la Empresa “Productos para el Hogar” ascendente a 500 mil dólares para la producción de cocinas de gas. La demanda actual es de 200 mil cocinas anuales y su estructura 60% cocinas sin horno y 40% cocinas con horno. La cuota de mercado que se proyecta alcanzar es del 20% y la tasa de crecimiento de la demanda se

estima en el 4% anual.

El precio estimado es de 50 dólares la cocina sin horno y 100 dólares la cocina con horno. El costo variable unitario asciende al 60% del precio de venta, mientras que los costos fijos sin incluir depreciación ascienden a 500 mil dólares. El capital de trabajo requerido es de 200 mil dólares.

Se estima una vida útil de 5 años. El costo de oportunidad del capital en esta rama es del 15%. El sistema de depreciación utilizado es lineal y se estima un valor residual de 50 mil dólares. El impuesto sobre utilidades del 35%.

Para realizar esta inversión la Empresa puede obtener un crédito de 450 mil dólares a pagar en 4 años con uno de gracia y una tasa de interés del 12% anual.

La estructura financiera deseada por la empresa es de 60% de capital propio y 40% de capital ajeno. El costo de oportunidad del capital para el inversionista es del 18%.

Calcular el VAN y la TIR atendiendo a:

- a) Evaluación según el costo promedio ponderado del capital
- b) Evaluación según el criterio del inversionista.
- c) Evaluación según el VANA.
- d) Existe además la posibilidad de financiar los 450 mil dólares mediante Leasing, con un pago anual por arrendamiento de 150 mil dólares y que incluye mantenimiento por 30 mil dólares anuales. Determine según el VAN y la TIR si el proyecto es eficiente y cual alternativa de financiamiento es más conveniente.

## CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN FINANCIERA. ESTUDIO DE CASO

Una vez estudiados los conceptos y criterios de evaluación fundamentales para la evaluación financiera del proyecto, nos parece oportuno integrar los mismos en la solución de un caso práctico, que permita consolidar estos conocimientos. En este sentido, es también un objetivo fundamental de este libro transmitirle al lector determinados aspectos prácticos de la evaluación de proyectos de inversión, que le permitan adquirir ciertas habilidades al respecto. Se procederá, por tanto, a desarrollar un Estudio de Caso confeccionado a partir de un proyecto de inversión real, adecuadamente simplificado desde el punto de vista de los cálculos matemáticos a los efectos de facilitar su comprensión, aunque manteniendo toda la complejidad de un problema de esta naturaleza.

Aunque la información que se irá presentando en la solución del caso, corresponde a los Cuadros de salida del programa de computación en Excel que se adjunta a este libro, la elaboración de estos Cuadros se irá explicando paso a paso, a los efectos de que se pueda comprender como resolverlo. Ello, permitirá al lector no solo resolver otros proyectos, sino incluso llegar a elaborar sus propios programas si conoce como trabajar en Excel.

### 1. ESTUDIO DE CASO: PLANTA PROCESADORA DE FRIJOL DE SOJA

Usted, como economista de la Corporación “Producción de Alimentos S.A.” conoce que la empresa está interesada en invertir en la industrialización del frijol de soja, de resultar esta una actividad eficiente económicamente, por lo que se le pide que proceda a la evaluación financiera de este proyecto. Al respecto, según el análisis y proyección de la demanda y los estudios de tamaño y localización realizados en los capítulos precedentes, sabe que el tamaño de planta seleccionado es de 60 mil toneladas de frijol de soja a procesar anualmente y que esta planta se localizaría en la región centro- oriental del país.

En los estudios realizados también conoció, que el frijol de soja ha constituido un rubro de importación del país, aunque de crecer la demanda de frijol de soja, esta podrá ser satisfecha por productores nacionales a un precio de 230 US dólares, que lo hace atractivo en relación con el precio CIF de importación de 250 US dólares, al incluir este último los gastos de importación.

Los precios de los productos de esta industria son:

|                                 | Dólares    |            |
|---------------------------------|------------|------------|
|                                 | <u>CIF</u> | <u>FOB</u> |
| Aceite crudo de soja            | 530        | 500        |
| Harina de soja (consumo animal) | 215        | 200        |
| Soja texturizada                | 630        | 600        |
| Harina de soja (consumo humano) | 480        | 450        |

Se estima que ofertando estos productos al precio FOB, que no incluye gastos de importación, debe ser acogido favorablemente por los consumidores nacionales, dada la alta calidad de los mismos, igual o superior a los que se vienen importando, en virtud de la tecnología que se proyecta utilizar.

### *Características del Proyecto de Inversión*

#### Capacidad

La capacidad de la planta se mide en cantidad de materia prima a procesar, la que como ya se expresó, permite procesar 60 mil TM de frijol de soja anualmente, utilizando una tecnología de extracción de aceite por solvente, que permite rendimientos en aceite del orden del 18 %.

Al definir el tamaño de planta a seleccionar también se puso de manifiesto que a partir de esta capacidad de procesamiento y del tipo de tecnología utilizada, la estructura de producción anual a plena capacidad será la siguiente:

|                                 | Producción Anual<br><u>Mil TM</u> |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Aceite de soja                  | 10,8                              |
| Harina de soja                  | 33,0                              |
| Soja texturizada                | 10,2                              |
| Harina de soja (consumo humano) | 4,8                               |

Así como, que la planta operará al 50 % en el primer año y alcanzará su plena capacidad desde el segundo año de operación.

En cuanto a la restante información requerida para evaluar el proyecto, usted dispone de la siguiente:

#### Inversión Fija

|                       | <u>Mil US \$</u> |
|-----------------------|------------------|
| Terrenos              | 500              |
| Edificios             | 700              |
| Maquinarias y equipos | 7000             |
| Equipos de transporte | 500              |

#### Materiales Directos

|                  | <u>Unidad</u> | <u>Cantidad</u> | Precio/Unidad<br><u>Pesos</u> |
|------------------|---------------|-----------------|-------------------------------|
| Hexano           | TM            | 120             | 4000                          |
| Sacos multicapas | Mil sacos     | 960             | 3000                          |



### Gastos Indirectos Anuales

|                            | <u>Miles de Pesos</u> |
|----------------------------|-----------------------|
| Administración y marketing | 500                   |
| Mantenimiento              | 1500                  |
| Seguros                    | 100                   |
| Transporte                 | 1500                  |
| Otros                      | 1400                  |
| Total                      | <u>5000</u>           |

### Mano de Obra

|                        | Cantidad | <u>Salario Anual</u><br><u>Miles de Pesos</u> |
|------------------------|----------|-----------------------------------------------|
| Mano de obra directa   |          |                                               |
| Técnicos               | 8        | 60                                            |
| Obreros calificados    | 20       | 36                                            |
| Obreros no calificados | 20       | 24                                            |
| Mano de obra indirecta | 7        | 48                                            |

Las tasas de depreciación a utilizar serán las siguientes:

|                       | <u>Cuota Anual (%)</u> |
|-----------------------|------------------------|
| Terreno               | Mantiene su valor      |
| Construcciones        | 4,0                    |
| Maquinarias y equipos | 8,0                    |
| Equipos de transporte | 12,5                   |

### Capital de trabajo

Se calculará a partir de los criterios siguientes:

- |                      |                                                |
|----------------------|------------------------------------------------|
| a) Cuentas a cobrar  | 30 días al costo de operación                  |
| b) Existencias       |                                                |
| Materias Primas      | 15 días                                        |
| Materiales           | 30 días                                        |
| Prod. Proceso        | 2 al costo de M.P. y Mat., más 50 % FT directa |
| Productos Terminados | 10 días al costo de operación                  |
| c) Efectivo en Caja  | 15 días al c. operación, menos costo MP y Mat. |
| d) Cuentas a Pagar   | 30 días para materias primas y materiales      |

calculados estos valores según los requerimientos de los años del 2004 al 2012.

### Otros datos

- El proyecto debe iniciarse en Enero del 2002 y ejecutarse en un año, proyectándosele una vida útil de 10 años.

- El capital social será de 40 millones de pesos, cubriéndose los requerimientos adicionales de inversión, con un crédito al 10 % anual con un plazo de 3 años más uno de gracia.
- Se pagará un impuesto sobre utilidades del 30 %.
- El costo de oportunidad del capital para el inversionista es del 12 %.
- La tasa de cambio es de 5 pesos por dólar.

Se le pide:

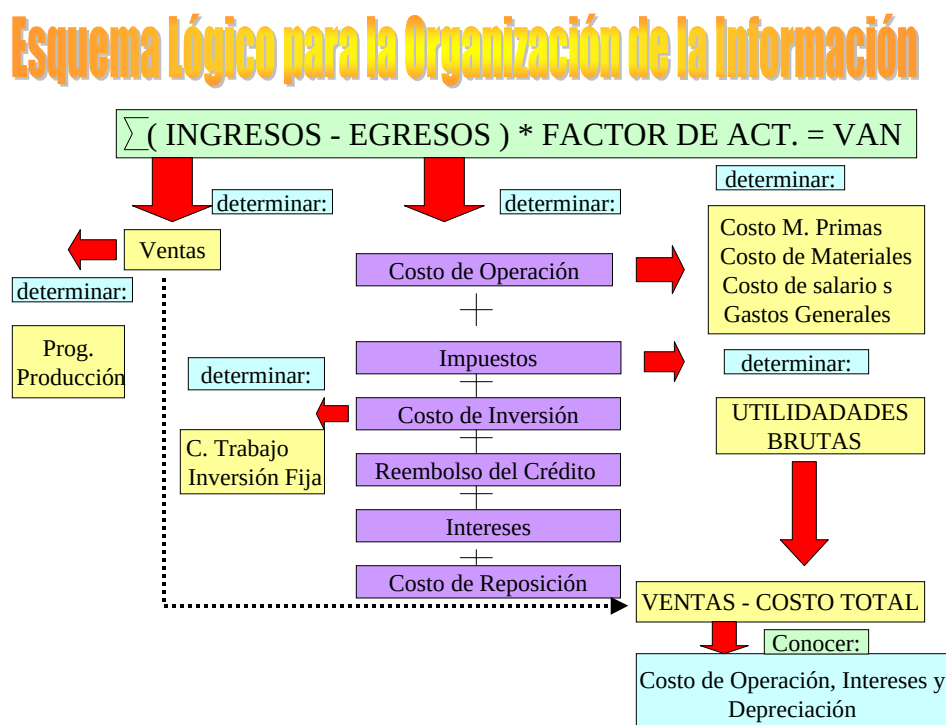
1. Evaluar la eficiencia económica atendiendo a los criterios de evaluación VAN, TIR y PR. A tal efecto considere: Rentabilidad Financiera (Flujos de caja del inversionista).
2. Evaluar el proyecto según los criterios VAN y TIR a partir del costo promedio ponderado del capital, si el proyecto es representativo de las condiciones de riesgo económico y financiero de la empresa.
3. Evaluar el proyecto según el VANA, si el proyecto es representativo de las condiciones de riesgo económico y financiero de la empresa. Asuma que el costo del capital que representa el riesgo económico de la empresa es 11,5 %.
4. Si se considera una tasa de inflación del 3 % anual y una tasa de interés nominal del 18 %. Cuál sería la eficiencia económica en esta nueva condiciones?.
5. Determinar el umbral de rentabilidad contable y el umbral de rentabilidad económico.
6. Efectuar análisis de sensibilidad.
7. Cuál sería la eficiencia económica en un nuevo escenario con las características siguientes:
  - Incremento de los salarios en un 20 %.
  - Disminución en un 10 % del nivel de utilización de la capacidad a partir del segundo año, debido a una situación recesiva que provoca la contracción de la demanda.
  - Incremento en un 10 % del costo de las maquinarias y equipos.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Un problema sumamente complejo, al iniciar la evaluación de un proyecto, es como organizar la información para poder evaluar el mismo. Ello, supone definir esencialmente que información se requerirá y en que orden calcularla, un criterio a seguir para estos fines sería partir del resultado al que se quiere llegar, y, sobre este objetivo, establecer como ir organizando la información.

Pongamos, por ejemplo, que necesitamos calcular el VAN del proyecto, para lo cual necesitamos de una información que hemos ordenado, de manera lógica, en el siguiente esquema:

### GRÁFICO 15



Como se puede apreciar en el Gráfico, partimos del concepto del VAN (sumatoria del producto de los ingresos, menos los egresos en efectivo, multiplicados por el factor de actualización). En este contexto, se procede primero al cálculo de los ingresos, lo que implica determinar las ventas, las que a su vez requieren establecer el programa de producción, constituyéndose el mismo en la información de partida para la evaluación del proyecto. Una vez precisado el programa de producción y conocidos los precios, se obtendrán los ingresos por ventas.

En relación a los egresos, el primer paso es calcular los costos de operación, lo que supone computar el costo de las materias y materiales, salarios y gastos generales.

Posteriormente, se pasaría a determinar los impuestos y, para ello, se necesita conocer las utilidades brutas, las que al ser iguales a las ventas menos los costos totales, presuponen conocer los costos de operación, los intereses y la depreciación, no obstante, como al llegar a este punto ya se han establecido los costos de operación, sólo se requiere calcular la depreciación y los intereses.

El cálculo de la depreciación sería, por tanto, el próximo paso, lo cual se puede realizar a partir de las tasas brindadas en la información del estudio de caso. Ahora bien, para el cálculo de los intereses se necesita conocer el costo de inversión, pues según los datos del problema se dispone de un capital social de \$40 millones, y el crédito se computará por los requerimientos adicionales de financiamiento para cubrir el costo de inversión. A ese respecto, se sabe que el costo de inversión esta constituido por la inversión fija y el capital de trabajo, por tanto, el próximo paso sería calcular el capital de trabajo.

Conocida la inversión total, ya es posible determinar el crédito y los intereses, disponiéndose de toda la información para calcular los costos totales y posteriormente las utilidades brutas, que era la información buscada para poder precisar los impuestos. En cuanto al costo de reposición se puede establecer a partir de los datos del problema, con este se tendría la última información necesaria para calcular los flujos de caja y llegar a calcular el VAN del proyecto. De otra parte, la información obtenida permite calcular los restantes criterios de evaluación, tales como la TIR, PR, etcétera, y en general todos los resultados solicitados en el Estudio de Caso.

### **3. SOLUCIÓN DEL ESTUDIO DE CASO**

A continuación se presentan los diferentes Cuadros de salida para la evaluación financiera del proyecto propuesto.

Programa de Producción.- Siguiendo la propuesta metodológica recogida en el Gráfico 15, se requiere calcular, en primer lugar, el programa de producción, el que se presenta en el Cuadro 6.1.

Tal y como se plantea en el estudio de caso esta planta obtendrá cuatro productos: aceite crudo de soja, harina de soja, soja texturizada y harina de soja para el consumo humano. Dado que existe demanda suficiente para cubrir toda la producción de la planta, el cálculo del programa de producción parte de la capacidad instalada, y de los niveles de aprovechamiento de la misma, por tanto, como el aprovechamiento de la capacidad es del 50 % en el año 1 y del 100 % del año 2 en adelante, la producción de aceite crudo será de 5400 TM en el año 1 ( $50 \% \times 10800$ ) y de 10800 TM del año 2 al 10, igualmente se procede con los restantes productos, en que la producción del año 1 viene determinada por el 50 % de la capacidad instalada en cada caso y después se estabiliza al 100 %.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup>El 100 % de aprovechamiento de la capacidad se utilizó como criterio simplificador, pues generalmente se requiere más de un año para alcanzar la plena capacidad y ésta, además; no llega usualmente al 100 % de aprovechamiento.

CUADRO 6.1- PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

| UM: Toneladas Métricas |         |                      |                   |                     |                      |
|------------------------|---------|----------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| AÑO                    | PERÍODO | ACEITE C.<br>DE SOJA | HARINA<br>DE SOJA | SOJA<br>TEXTURIZADA | H. SOJA<br>C. HUMANO |
| 2003                   | 1       | 5400                 | 16500             | 5100                | 2400                 |
| 2004                   | 2       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2005                   | 3       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2006                   | 4       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2007                   | 5       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2008                   | 6       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2009                   | 7       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2010                   | 8       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2011                   | 9       | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |
| 2012                   | 10      | 10800                | 33000             | 10200               | 4800                 |

### Ingresos

Conocido el programa de producción y, dado que los precios se encuentran en la información brindada en el texto del problema, se pueden calcular los ingresos por venta, los que ascienden a 50700 miles de pesos en el año 1 y se elevan a 101400 miles de pesos en los años del 2 al 10, tal como se presenta en el Cuadro 6.2.

Para el cálculo de los ingresos es preciso considerar; además, que la tasa de cambio es de 5 pesos por dólar. Así, por ejemplo, para determinar los ingresos por venta de aceite en el año 1, se procedería como sigue:

Producción, según los datos del Cuadro 3.1 = 5400 TM

Precio del aceite = 500 dólares por TM

Tasa de cambio = 5

Ingreso en el año 1 =  $5400 * 500 * 5 = 13500$  miles de pesos

CUADRO 6.2- INGRESOS

|      |         |                      |                   |                     |                      | UM: Miles de Pesos |
|------|---------|----------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| AÑO  | PERIODO | ACEITE C.<br>DE SOJA | HARINA<br>DE SOJA | SOJA<br>TEXTURIZADA | H. SOJA<br>C. HUMANO | TOTAL              |
| 2003 | 1       | 13500                | 16500             | 15300               | 5400                 | 50700              |
| 2004 | 2       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2005 | 3       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2006 | 4       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2007 | 5       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2008 | 6       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2009 | 7       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2010 | 8       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2011 | 9       | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |
| 2012 | 10      | 27000                | 33000             | 30600               | 10800                | 101400             |

### Costos de Operación

Calculados los ingresos por venta, corresponde –según el esquema- calcular los Costos de Operación, los que ascienden a 42356 miles de pesos en el año 1 y 79376 miles de pesos para los años del 2 al 10, destacándose en el mismo el alto peso de la materia prima con un importe de 34500 miles de pesos en el año 1 y 69000 miles de pesos a partir del año 2, tal como se presenta en el Cuadro 6.3.

La información para la confección de este Cuadro proviene de los datos del problema, por ejemplo, el costo de la materia prima en el año 1 se calculó a partir de considerar:

Capacidad de procesamiento de Frijol de Soja = 60 mil TM

Aprovechamiento de la capacidad año 1 = 50 %

Precio del Frijol de Soja = 230 dólares

Tasa de cambio = 5

Costo de la Materia Prima año 1 =  $60000 * 0,50 * 230 * 5 = 34500$  miles de pesos

En cuanto al costo de la mano de obra, los datos son igualmente brindados por el Estudio de Caso, así por ejemplo, para conocer los salarios de los técnicos en los años 2 al 10, se tiene:

Número de técnicos = 8

Aprovechamiento de la capacidad año 2 al 10 = 100 %

Salario anual = 60 mil pesos

Fondo de salarios anual =  $8 * 1 * 60000 = 480$  mil pesos

---

CUADRO 6.3- COSTOS DE OPERACIÓN

---

|                                     | UM: Miles de Pesos |                         |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|
|                                     | TOTAL              | ANUAL                   |
|                                     | <u>AÑO 1</u>       | <u>AÑOS del 2 AL 10</u> |
| DIRECTOS                            |                    |                         |
| <u>Materias Primas y Materiales</u> |                    |                         |
| Materia Prima, Frijol de Soja       | 34500              | 69000                   |
| Material No.1 Hexano                | 240                | 480                     |
| Material No.2 Sacos Multicapa       | 1440               | 2880                    |
| Sub-Total                           | 36180              | 72360                   |
| <u>Mano de Obra</u>                 |                    |                         |
| <u>Directa</u>                      |                    |                         |
| Técnicos                            | 240                | 480                     |
| Obreros Calificados                 | 360                | 720                     |
| Obreros No Calificados              | 240                | 480                     |
| Sub-Total                           | 840                | 1680                    |
| <u>Total Costos Directos</u>        | 37020              | 74040                   |
| INDIRECTOS                          |                    |                         |
| Salarios Indirectos                 | 336                | 336                     |
| Gastos Indirectos                   | 5000               | 5000                    |
| <u>Total Costos Indirectos</u>      | 5336               | 5336                    |
| <b>Gastos de Operación</b>          | <b>42356</b>       | <b>79376</b>            |

---

Finalmente, los otros gastos indirectos por valor de 5000 miles de pesos son datos brindados por el proyecto.

### Depreciación anual

El importe de la depreciación anual se presenta en el Cuadro 6.4 y abarca los edificios, los equipos de transporte y las maquinarias y equipos. El mismo asciende a 3253 miles de pesos anuales.

Para el cálculo de la depreciación se parte del valor de los activos presentados en el problema y de la tasa de cambio, así por ejemplo, el costo de inversión de los edificios será:

$$700 \text{ mil dólares} * 5 = 3500 \text{ miles de pesos}$$

este importe multiplicado por el factor de actualización del 4 %, permite fijar la depreciación de los edificios, la cual, como se aprecia en el Cuadro, asciende a 140 mil pesos. De otra parte, durante los 10 años de vida útil se llegará a una depreciación acumulada por concepto de edificios de 1400 miles de pesos, importe que deducido del valor de los edificios, permite establecer el valor residual.

CUADRO 6. 4- DEPRECIACIÓN

UM: Miles de Pesos

| AÑO                       | TERRENOS | EDIFICIOS | MAQUINARIA EQUIPOS DE |            | TOTAL        |
|---------------------------|----------|-----------|-----------------------|------------|--------------|
|                           |          |           | Y EQUIPOS             | TRANSPORTE |              |
| 2003                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2004                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2005                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2006                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2007                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2008                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2009                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2010                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2011                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| 2012                      | 0        | 140       | 2800                  | 313        | 3253         |
| Total                     |          | 1400      | 28000                 | 3125       | 32525        |
| <b>Costo de Inversión</b> | 2500     | 3500      | 35000                 | 5000       | 0            |
| <b>Valor Residual*</b>    | 2500     | 2100      | 7000                  | 1875       | <b>13475</b> |
| <b>Factor</b>             |          | 0,04      | 0,08                  | 0,125      |              |

\*En el año 8 hay que reponer los equipos de transporte

### Costo de Explotación

Conocer los gastos de depreciación y los costos de operación, permite calcular los costos de explotación y su estructura en costos fijos y variables, información de mucha utilidad y que permitirá posteriormente calcular el umbral de rentabilidad.



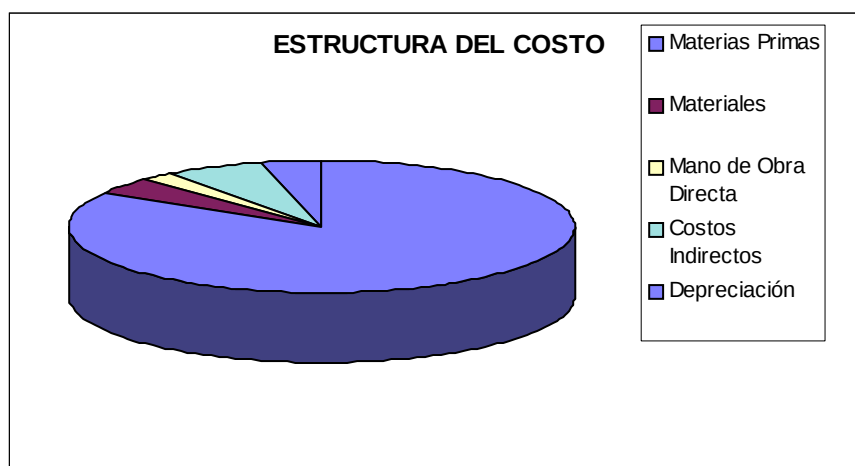
El costo de explotación asciende a 45609 miles de pesos en el año 1 y 86229 miles de pesos en los años del 2 al 10, estructurándose en 37020 y 74040 miles de pesos de gastos variables, en los años 1 y del 2 al 10 respectivamente, mientras que los gastos fijos ascienden a 8589 miles de pesos anuales, tal como se presenta en el Cuadro 6.5.

CUADRO 6.5- COSTOS DE EXPLOTACIÓN

|           |                 | UM: Miles de Pesos |                         |
|-----------|-----------------|--------------------|-------------------------|
|           |                 | TOTAL              | ANUAL                   |
|           |                 | <u>AÑO1</u>        | <u>AÑOS del 2 AL 10</u> |
| Variables |                 |                    |                         |
|           | Costos Directos | 37020              | 74040                   |
| Fijos     |                 |                    |                         |
|           | Costo Indirecto | 5336               | 5336                    |
|           | Depreciación    | 3253               | 3253                    |
|           | Sub-Total       | 8589               | 8589                    |
|           | <b>Total</b>    | <b>45609</b>       | <b>82629</b>            |

Como se observa en el Gráfico 16, la materia prima constituye el componente fundamental en la estructura del costo de explotación de la planta.

GRAFICO 16



Siguiendo con el esquema de análisis propuesto, correspondería ahora calcular los intereses. Sin embargo, como se discutió antes, para lograr esto se requiere conocer la inversión total para poder determinar el monto del crédito. Se necesita, por tanto, establecer el capital de trabajo para poder llegar a la inversión total.

### Capital de Trabajo

Este asciende a 6644 miles de pesos y está constituido, esencialmente, por los recursos inmovilizados por los inventarios de materias primas y productos terminados, los que representan cerca del 80 % del total, pues aunque son importantes los montos de cuentas a cobrar y a pagar, estos son bastante parecidos y al ser de signos contrarios, su saldo no es significativamente alto.

| CUADRO 6.6- CÁLCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO |      |             |
|--------------------------------------------|------|-------------|
| UM: Miles de Pesos                         |      |             |
|                                            | DÍAS | IMPORTE     |
| Cuentas a Cobrar                           | 30   | 6615        |
| Existencias                                |      |             |
| Materias Primas                            | 15   | 2875        |
| Materiales                                 | 30   | 280         |
| P. Proceso                                 | 2    | 407         |
| P. Terminados                              | 10   | 2205        |
| Efectivo en Caja                           | 15   | 292         |
| Total Activos Circulantes                  |      |             |
| Cuentas a Pagar                            | 30   | -6030       |
| <b>Total</b>                               |      | <b>6644</b> |

A los efectos de simplificar el problema y no recargarlo de cálculos numéricos, el capital de trabajo se ha fijado a su nivel máximo, es decir, según los requerimientos de la planta al 100 % de capacidad.

Para conocer las cuentas a cobrar se parte de las normas proyectadas y que vienen dadas en los datos del problema. Así, por ejemplo, para las mismas se establecen 30 días al costo de operación. Como se recuerda este último fue computado en el Cuadro 6.3, y en el año 2004 ascendía a 79376 miles de pesos, por lo que para 30 días sería:

$$79376 / 12 = 6615 \text{ miles de pesos}$$

En el caso de la materia prima, su costo también se puede obtener de los datos del Cuadro 6.3, ascendiendo a 69000 miles de pesos, pero como ahora la norma de inventario es para 15 días, sería necesario dividir por 24:

$$69000 / 24 = 2875 \text{ miles de pesos}$$

El mismo procedimiento se sigue para las restantes partidas, de las que quizás la situación más compleja se da en los productos en proceso. En este caso, se requiere calcular el costo de las materias primas y materiales más el 50 % de la fuerza de trabajo directa, puesto que como su nombre lo indica no son productos acabados en que se han incurrido todos los costos. Según el Cuadro 6.3, los costos de materias primas y materiales ascienden a 72360 miles de pesos y el costo de la fuerza de trabajo directa es 1680, por tanto:

$$(72360 + 50 \% * 1680) / 180 = 407 \text{ miles de pesos}$$

### Inversión Fija

Los diferentes componentes de la inversión fija son conocidos, aunque se requiere convertirlos a pesos según la tasa de cambio de 5 pesos por dólar. Una vez realizados los cálculos pertinentes esta asciende 43500 miles pesos (ver Cuadro 6.7).

| CUADRO 6.7- INVERSIÓN FIJA |                    |
|----------------------------|--------------------|
|                            | UM: Miles de Pesos |
|                            | IMPORTE            |
| Terreno                    | 2500               |
| Edificios                  | 3500               |
| Maquinaria y Equipo        | 35000              |
| Equipo de Transporte       | 2500               |
| <b>Total</b>               | <b>43500</b>       |

### Inversión Total y Financiamiento

La inversión total asciende a 50144 miles de pesos y, según los datos del problema, el capital social disponible es de 40000 miles de pesos, por lo que se requerirá de un crédito por valor de 10144 miles de pesos (ver Cuadro 6.8).

| CUADRO 6.8- INVERSIÓN, CAPITAL SOCIAL Y FINANCIAMIENTO |  | UM: Miles de Pesos |               |                |
|--------------------------------------------------------|--|--------------------|---------------|----------------|
|                                                        |  | CAPITAL            |               |                |
|                                                        |  | <u>INVERSIÓN</u>   | <u>SOCIAL</u> | <u>CRÉDITO</u> |
| INVERSIÓN FIJA                                         |  | 43500              |               |                |
| CAPITAL DE TRABAJO                                     |  | 6644               |               |                |
| <b>TOTAL</b>                                           |  | <b>50144</b>       | <b>40000</b>  | <b>10144</b>   |

### Intereses

Conocido el crédito puede procederse al cálculo de los intereses. Ello, presupone conocer la forma como se amortizará el crédito y la tasa de interés del mismo, información esta que se brinda en los datos del problema. Así, el crédito se pagará en tres años, a partes iguales y con un año de gracia; esto presupone que durante el primer año no se pagará el principal sino solo los intereses, mientras que, la tasa de interés del crédito es del 10 %. Con base en esta información, se procede a determinar la amortización del crédito y los intereses, lo que aparece en el Cuadro siguiente:

| CUADRO 6.9- PAGO DEL CRÉDITO Y LOS INTERESES |                |                       |                  |                    | UM: Miles de Pesos |  |
|----------------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|--|
|                                              |                |                       |                  |                    | AMORTIZACION       |  |
| <u>AÑO</u>                                   | <u>CRÉDITO</u> | <u>AMORTIZACIONES</u> | <u>INTERESES</u> | <u>E INTERESES</u> |                    |  |
| 2003                                         | 10144          |                       | 1014             |                    | 1014               |  |
| 2004                                         | 10144          | 3381                  | 1014             |                    | 4396               |  |
| 2005                                         | 6762           | 3381                  | 676              |                    | 4057               |  |
| 2006                                         | 3381           | 3381                  | 338              |                    | 3719               |  |

### Costo de Producción Total

El costo de producción total es de 46623 miles de pesos en el año 1, cuando la planta opera al 50 % de capacidad. Este costo asciende a 83643 miles de pesos una vez que se alcanza la plena capacidad en el año 2004. A partir de esta fecha, disminuye levemente hasta el año 2006 debido al pago decreciente de los intereses del crédito, y después se estabiliza en 82629 miles de pesos del año 2007 al 2012 (ver Cuadro 6.10).

CUADRO 6.10- COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL

| UM: Miles de Pesos |                           |                      |                  |              |
|--------------------|---------------------------|----------------------|------------------|--------------|
| <u>AÑOS</u>        | <u>COSTO DE OPERACIÓN</u> | <u>DEPRE-CIACIÓN</u> | <u>INTERESES</u> | <u>TOTAL</u> |
| 2003               | 42356                     | 3253                 | 1014             | 46623        |
| 2004               | 79376                     | 3253                 | 1014             | 83643        |
| 2005               | 79376                     | 3253                 | 676              | 83305        |
| 2006               | 79376                     | 3253                 | 338              | 82967        |
| 2007-2012          | 79376                     | 3253                 |                  | 82629        |

### Utilidades Netas

Tal como fue señalado en la discusión del esquema, para el compute de los impuestos se requiere conocer los costos totales, a los efectos de poder determinar las utilidades antes de impuestos, es decir, las utilidades brutas. Ello, permite además de establecer los impuestos (considerando la tasa impositiva del 30 %), llegar a calcular las utilidades netas, información que aunque no se requiere para el cálculo del VAN, constituye un indicador de mucho interés financiero.

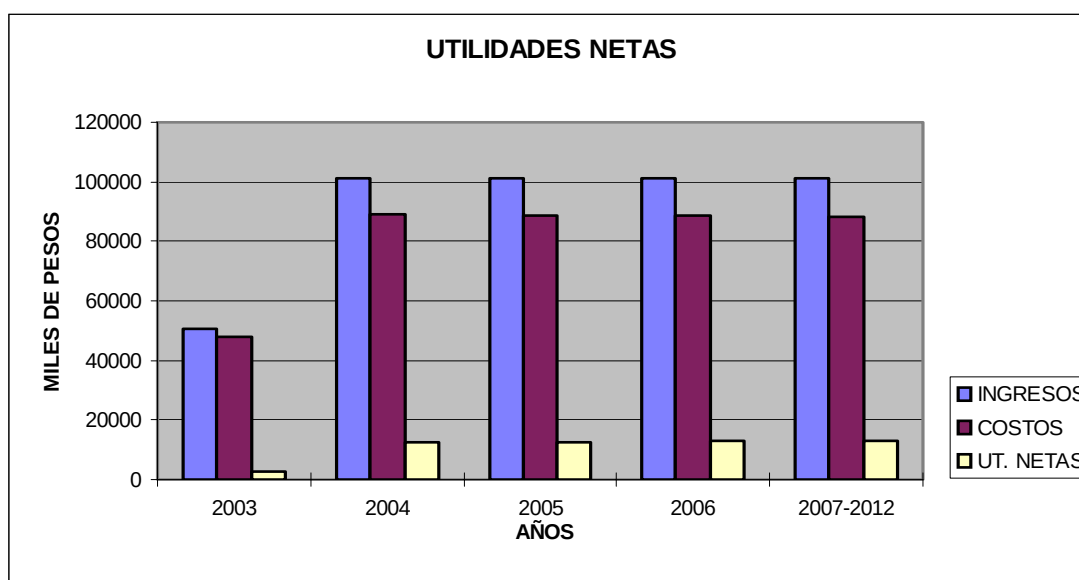
CUADRO 6.11- UTILIDADES NETAS

| UM: Miles de Pesos |                 |                    |                          |                             |                         |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <u>AÑOS</u>        | <u>INGRESOS</u> | <u>COSTO TOTAL</u> | <u>UTILIDADES BRUTAS</u> | <u>UTILIDADES IMPUESTOS</u> | <u>UTILIDADES NETAS</u> |
| 2003               | 50700           | 46623              | 4077                     | 1223                        | 2854                    |
| 2004               | 101400          | 83643              | 17757                    | 5327                        | 12430                   |
| 2005               | 101400          | 83305              | 18095                    | 5429                        | 12667                   |
| 2006               | 101400          | 82967              | 18433                    | 5530                        | 12903                   |
| 2007-2012          | 101400          | 82629              | 18772                    | 5631                        | 13140                   |

Como se aprecia en el Cuadro 6.11, incluso en el año 2003 se obtienen utilidades netas, las que ascienden a 2854 miles de pesos y alcanzan el orden de los 12 millones de pesos anuales a partir del 2004 en que se opera a plena capacidad.

Para una mejor comprensión de la evolución de los ingresos, los costos y las utilidades, se ilustra en el Gráfico 17 el comportamiento de estos indicadores.

GRÁFICO 17



De acuerdo al esquema de análisis que hemos seguido, ya se dispone de toda la información necesaria para el cálculo de los flujos de caja. No obstante, estos presuponen también establecer los ingresos y gastos en efectivo y, como se recordará, se proyectan determinadas cuentas a cobrar y a pagar que es preciso tener en cuenta a los efectos de precisar el flujo de efectivo.

### Cobros y Pagos

Para establecer los cobros y pagos se parte de la norma de 30 días para las cuentas a cobrar y 30 días de cuentas por pagar, esto significa que al finalizar el año 1, quedarán sin cobrar ventas por un mes de operación y pagos correspondientes al costo de materias primas y materiales de un mes, cobros y pagos que, por supuesto, se realizarán al año siguiente, en el que a su vez quedarán cuentas por cobrar y por pagar al final del año, compensándose estas operaciones a partir del año 3. Por ejemplo:

Ingresos en Efectivo año 1 = Ventas – Cuentas por cobrar =  $50700 - (50700 / 12) = 46475$

Ingresos en efectivo año 2 =  $4225 + 101400 - (101400 / 12) = 97175$

Pagos año 1 = Gastos de Operación – Cuentas a pagar =  $42356 - (36180 / 12) = 39341$

Además; se presupone que al cerrar sus operaciones en el año 10, no queden cuentas por cobrar y pagar pendientes del proyecto, es decir, se cobrarían y pagarían todas las cuentas por cobrar del año 9, más las del año 10. En el Cuadro siguiente se presentan los cobros y pagos durante toda la vida útil del proyecto:

### CUADRO 6.12- COBROS POR VENTAS Y PAGOS POR GASTOS DE OPERACIÓN

UM: Miles de Pesos

| AÑOS | Cuentas A<br>COBRAR |        | Cuentas A<br>COBRAR |        | Cuentas A<br>PAGAR |           | Cuentas A<br>GASTOS DE<br>PAGAR |       | GASTOS DE<br>OPERACIÓN |
|------|---------------------|--------|---------------------|--------|--------------------|-----------|---------------------------------|-------|------------------------|
|      | Inicio del Año      | VENTAS | Final del Año       | COBROS | Inicio del Año     | OPERACIÓN | Final del Año                   | PAGOS |                        |
| 2003 |                     | 50700  | 4225                | 46475  |                    | 42356     | 3015                            | 39341 |                        |
| 2004 | 4225                | 101400 | 8450                | 97175  | 3015               | 79376     | 6030                            | 76361 |                        |
| 2005 | 8450                | 101400 | 8450                | 101400 | 6030               | 79376     | 6030                            | 79376 |                        |
| 2006 | 8450                | 101400 | 8450                | 101400 | 6030               | 79376     | 6030                            | 79376 |                        |
| 2007 | 8450                | 101400 | 8450                | 101400 | 6030               | 79376     | 6030                            | 79376 |                        |
| 2008 | 8450                | 101400 | 8450                | 101400 | 6030               | 79376     | 6030                            | 79376 |                        |
| 2009 | 8450                | 101400 | 8450                | 101400 | 6030               | 79376     | 6030                            | 79376 |                        |
| 2010 | 8450                | 101400 | 8450                | 101400 | 6030               | 79376     | 6030                            | 79376 |                        |
| 2011 | 8450                | 101400 | 8450                | 101400 | 6030               | 79376     | 6030                            | 79376 |                        |
| 2012 | 8450                | 101400 |                     | 109850 | 6030               | 79376     |                                 | 85406 |                        |

### 3.1- Evaluación para el inversionista

#### Cálculo del VAN y la TIR

El VAN del proyecto es de 39,4 millones de pesos y la TIR asciende al 28 %, es decir, bastante superior a la tasa de descuento del 12 %, por lo que no hay dudas que el proyecto resulta muy atractivo según estos dos criterios.

En el Cuadro 6.13, se presentan los flujos de caja del proyecto según los datos calculados previamente, con la única excepción de la reposición de los equipos, al respecto es preciso considerar que los equipos de transporte tienen una tasa de depreciación del 12,5 %, esto significa que su vida útil es de 8 años ( $1 / 12,5 \% = 8$ ), por tanto, tienen que ser sustituidos en el año 9, al tener una vida útil inferior a los 10 años del proyecto.

Dado que la evaluación que se está realizando, es desde el punto de vista del inversionista, los flujos de caja se corresponden con sus salidas de efectivo, por tanto, como costo de inversión solo se considera el capital social, es decir, los 40 millones que el inversionista pone en el proyecto, aunque en el año 0 realmente hace un desembolso de 50144, sin embargo, recibe un ingreso por concepto del crédito por 10144. Crédito que como se puede observar en el Cuadro, paga conjuntamente con los intereses en los años 1 al 4. En resumen, este método presupone determinar exactamente el flujo de caja del

inversionista y descontarlo al costo del capital propio, que en principio debe ser la tasa de descuento más alta, al tener mayor riesgo.

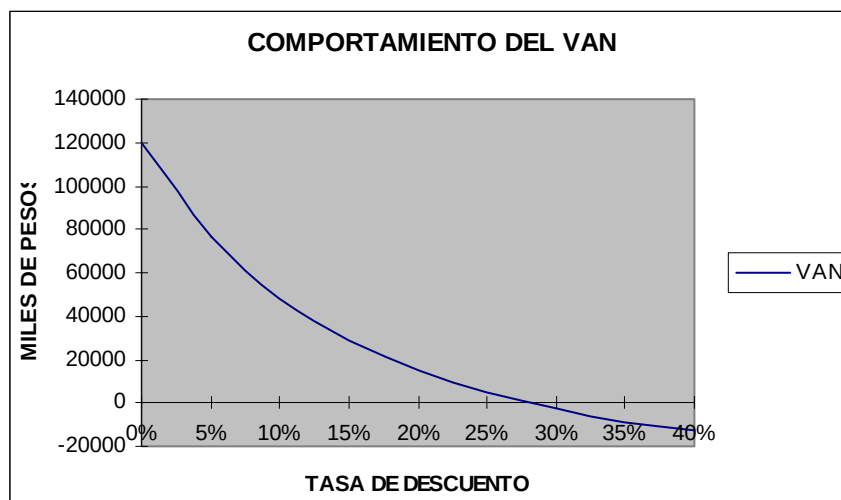
CUADRO 6.13- CÁLCULO DEL FLUJO DE CAJA Y DEL VAN Y LA TIR

UM: Miles de Pesos

| AÑOS | INGRESOS    | REMBOLSO  |           | COSTO DE  | REPOSICIÓN           | TOTAL   | FLUJO   |
|------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---------|---------|
|      | EN EFECTIVO | COSTO DE  | CRÉDITO E | OPERACIÓN |                      |         |         |
|      |             | INVERSIÓN | INTERESES |           | IMPUESTOS DE EQUIPOS | EGRESOS | DE CAJA |
| 2002 |             | 40000     |           |           |                      | 40000   | -40000  |
| 2003 | 46475       |           | 1014      | 39341     | 1223                 | 41578   | 4897    |
| 2004 | 97175       |           | 4396      | 76361     | 5327                 | 86084   | 11091   |
| 2005 | 101400      |           | 4057      | 79376     | 5429                 | 88862   | 12538   |
| 2006 | 101400      |           | 3719      | 79376     | 5530                 | 88625   | 12775   |
| 2007 | 101400      |           |           | 79376     | 5631                 | 85007   | 16393   |
| 2008 | 101400      |           |           | 79376     | 5631                 | 85007   | 16393   |
| 2009 | 101400      |           |           | 79376     | 5631                 | 85007   | 16393   |
| 2010 | 101400      |           |           | 79376     | 5631                 | 85007   | 16393   |
| 2011 | 101400      |           |           | 79376     | 5631                 | 87507   | 13893   |
| 2012 | 129969      |           |           | 85406     | 5631                 | 91037   | 38931   |
| VAN  |             |           |           |           |                      |         | 39444   |
| TIR  |             |           |           |           |                      |         | 27,9%   |

En el Gráfico 18, se presenta la relación entre el VAN y la TIR, para una tasa del 27,9% como se puede apreciar, la curva corta el eje de las abscisas, punto al que le corresponde al VAN un valor 0. Para valores menores de la tasa de descuento el VAN tendrá un valor positivo creciente, mientras que para tasas de descuento mayores a 27,9 % el VAN será negativo.

GRÁFICO 18





Finalmente, para culminar la evaluación del proyecto, según los criterios solicitados en la primera pregunta del estudio de caso, faltaría por calcular el período de recuperación de esta inversión.

#### Período de Recuperación de la inversión

CUADRO 6.14- PERIODO DE RECUPERACIÓN

UM: Miles de Pesos

| <u>AÑOS</u> | <u>UTILIDADES</u> |              |                           |                |                  | <u>SALDO</u> |                  |
|-------------|-------------------|--------------|---------------------------|----------------|------------------|--------------|------------------|
|             | <u>INVERSIÓN</u>  | <u>NETAS</u> | <u>DEPRE-<br/>CIACIÓN</u> | <u>INTERES</u> | <u>SUB-TOTAL</u> | <u>SALDO</u> | <u>ACUMULADO</u> |
| 0           | 50144             |              |                           |                |                  | -50144       | -50144           |
| 1           |                   | 2854         | 3253                      | 1014           | 7121             | 7121         | -43023           |
| 2           |                   | 12430        | 3253                      | 1014           | 16697            | 16697        | -26326           |
| 3           |                   | 12667        | 3253                      | 676            | 16595            | 16595        | -9730            |
| 4           |                   | 12903        | 3253                      | 338            | 16494            | 16494        | 6764             |
| 5           |                   | 13140        | 3253                      |                | 16393            | 16393        | 23156            |
| 6           |                   | 13140        | 3253                      |                | 16393            | 16393        | 39549            |
| 7           |                   | 13140        | 3253                      |                | 16393            | 16393        | 55941            |
| 8           |                   | 13140        | 3253                      |                | 16393            | 16393        | 72334            |
| 9           |                   | 13140        | 3253                      |                | 16393            | 16393        | 88726            |
| P.R.(AÑOS)  |                   |              |                           |                |                  |              | <b>3,59</b>      |

El período de recuperación de la inversión asciende a 3,6 años, según los cálculos que aparecen en el Cuadro 6.14, por lo que considerando la vida útil del proyecto, sería un período aceptable, en particular, cuando se analiza de conjunto con el VAN y la TIR.

Aunque en la práctica el periodo de recuperación se calcula generalmente como un criterio estático, que es lo que se hizo en el cuadro anterior, esto desde un punto de vista conceptual sería incorrecto, pues se refiere a valores obtenidos en diferentes años y por tanto no homogéneos, debiéndose teóricamente calcular el período de recuperación a valores descontados, tal como se realiza en el cuadro 6.15

## Período de Recuperación de la inversión a Valores Descontados

| CUADRO 6.15- PERIODO DE RECUPERACIÓN |  |           |                    |                                                      |
|--------------------------------------|--|-----------|--------------------|------------------------------------------------------|
| AÑOS                                 |  | INVERSIÓN | SALDO<br>ACUMULADO | UM: Miles de Pesos                                   |
|                                      |  |           |                    | FACTOR DE ACTUALIZACIÓN      SALDO ACUM. ACTUALIZADO |
| 0                                    |  | 50144     | -50144             | 1      -50144                                        |
| 1                                    |  |           | 7121               | 0,8929      6358                                     |
| 2                                    |  |           | 16697              | 0,7972      13311                                    |
| 3                                    |  |           | 16595              | 0,7118      11812                                    |
| 4                                    |  |           | 16494              | 0,6355      10482                                    |
| 5                                    |  |           | 16393              | 0,5674      9302                                     |
| 6                                    |  |           | 16393              | 0,5066      8305                                     |
| 7                                    |  |           | 16393              | 0,4523      7415                                     |
| 8                                    |  |           | 16393              | 0,4039      6621                                     |
| 9                                    |  |           | 16393              | 0,3606      5911                                     |
|                                      |  |           |                    | PR( AÑOS) 4,88                                       |

Como se aprecia el periodo de recuperación es mayor, aumentando a 4,88 años cuando se calcula a valores actuales, lo que es normal, pues mientras la inversión se realiza en el año actual, los ingresos corresponden a años futuros cuyo valor es menor en términos actuales<sup>35</sup>.

### **3.2- Evaluación según el costo promedio ponderado**

Según este criterio, y como ha sido explicado, el ajuste debido al impacto del financiamiento se encuentra en la tasa y no en los flujos de caja, considerándose éstos como si todo el costo del proyecto, es decir, los 50144 miles de pesos de inversión, fueran financiados con capital propio, por tanto, se requiere recalcular el Cuadro del costo total excluyendo los intereses y, a partir de este, los restantes Cuadros hasta llegar al VAN y la TIR.

<sup>35</sup> Aunque se pudiera pensar que el periodo es alto, al compararse con una vida útil de solo 10 años, hay que tener presente que en la vida real a este tipo de proyecto se le calcula una vida útil de 12-15 años y en este estudio de caso se le consideró solo una vida útil de 10 años a los efectos de simplificar los cálculos a los fines docentes, además de otros factores tales como, que este está calculado a valores descontados y que se incluyó en el costo de inversión inicial el total del capital de trabajo, aunque la planta trabaja el primer año a solo el 50% de capacidad.

## Costos Totales

CUADRO 6.16- COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL

(Sin considerar financiamiento)

UM: Miles de Pesos

| <u>AÑOS</u> | <u>COSTO DE<br/>OPERACIÓN</u> | <u>DEPRECIACIÓN</u> | <u>TOTAL</u> |
|-------------|-------------------------------|---------------------|--------------|
| 2003        | 42356                         | 3253                | 45609        |
| 2004        | 79376                         | 3253                | 82629        |
| 2005        | 79376                         | 3253                | 82629        |
| 2006        | 79376                         | 3253                | 82629        |
| 2007-2012   | 79376                         | 3253                | 82629        |

## Utilidades Netas

CUADRO 6.17- UTILIDADES NETAS

(Sin considerar financiamiento)

UM: Miles de Pesos

| <u>AÑOS</u> | <u>INGRESOS</u> | <u>COSTO<br/>TOTAL</u> | <u>UTILIDADES<br/>BRUTAS</u> | <u>UTILIDADES<br/>IMPUESTOS</u> | <u>UTILIDADES<br/>NETAS</u> |
|-------------|-----------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 2003        | 50700           | 45609                  | 5092                         | 1527                            | 3564                        |
| 2004        | 101400          | 82629                  | 18772                        | 5631                            | 13140                       |
| 2005        | 101400          | 82629                  | 18772                        | 5631                            | 13140                       |
| 2006        | 101400          | 82629                  | 18772                        | 5631                            | 13140                       |
| 2007-2012   | 101400          | 82629                  | 18772                        | 5631                            | 13140                       |

Según estos resultados se incrementan los impuestos a pagar y, obviamente, también cambian las utilidades netas en los años del 1 al 4, las que -en general- se incrementan considerablemente durante estos 4 años, al no considerarse el pago del crédito y los intereses.

## Cálculo de la tasa de descuento

Se requiere determinar la nueva tasa de descuento, la que será ahora el costo promedio ponderado del capital, dado que el proyecto es representativo de la estructura financiera deseada por la empresa, esta tasa según la fórmula estudiada se calculará de la forma siguiente:

$$\begin{aligned}\text{Costo del Capital Propio} &= 12 \% * (40000 / 50144) &= 9,6 \% \\ \text{Costo del Capital Ajeno} &= (1 - 0,30) * 10 \% * (10144 / 50144) &= 1,4 \% \\ \text{Costo Promedio Ponderado} &&= \mathbf{11,0 \%}\end{aligned}$$

#### Cálculo del VAN, la TIR y el PR, según el criterio del costo promedio ponderado

El VAN según este método ascendería a 42710 miles de pesos, pues aunque disminuyen los flujos de caja al considerarse una mayor salida de efectivo por costo de inversión, esto es más que compensado por el aumento del ingreso en efectivo del año 1 al 4 y la reducción de la tasa de descuento, debido al apalancamiento financiero.

Como se puede apreciar en el Cuadro 6.18, aunque mediante este método se obtiene en el problema un VAN mayor, pues en este caso se está calculando el mismo desde el punto de vista de la empresa y no del inversionista, se presenta una situación inversa con la TIR, la que disminuye ahora al 27 %, al referirse a flujos de caja completamente diferentes y que no reflejan la salida real de efectivo en la forma y momento en que esta se realizó. En lo que se refiere al periodo de recuperación de la inversión, este se calcularía a partir de los flujos de caja y ascendería a 3,79 años.

**CUADRO 6.18- CÁLCULO DEL FLUJO DE CAJA Y DEL VAN Y LA TIR**

(Sin considerar financiamiento)

UM: Miles de Pesos

| AÑOS | INGRESOS<br>EN EFECTIVO | COSTO DE<br>INVERSIÓN | COSTO DE<br>OPERACIÓN | IMPUESTOS | REPOSICIÓN<br>DE EQUIPOS | TOTAL<br>EGRESOS | FLUJO<br>DE CAJA |
|------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|------------------|------------------|
| 2002 |                         | 50144                 |                       |           |                          | 50144            | -50144           |
| 2003 | 46475                   |                       | 39341                 | 1527      |                          | 40868            | 5607             |
| 2004 | 97175                   |                       | 76361                 | 5631      |                          | 81992            | 15183            |
| 2005 | 101400                  |                       | 79376                 | 5631      |                          | 85007            | 16393            |
| 2006 | 101400                  |                       | 79376                 | 5631      |                          | 85007            | 16393            |
| 2007 | 101400                  |                       | 79376                 | 5631      |                          | 85007            | 16393            |
| 2008 | 101400                  |                       | 79376                 | 5631      |                          | 85007            | 16393            |
| 2009 | 101400                  |                       | 79376                 | 5631      |                          | 85007            | 16393            |
| 2010 | 101400                  |                       | 79376                 | 5631      |                          | 85007            | 16393            |
| 2011 | 101400                  |                       | 79376                 | 5631      | 2500                     | 87507            | 13893            |
| 2012 | 129969                  |                       | 85406                 | 5631      |                          | 91037            | 38931            |
|      |                         |                       | <b>VAN</b>            |           |                          |                  | <b>42710</b>     |
|      |                         |                       | <b>TIR</b>            |           |                          |                  | <b>2 7%</b>      |
|      |                         |                       | <b>PR</b>             |           |                          |                  | <b>3,79</b>      |

Dado que el criterio en que se sustenta este método, parte de la estructura financiera deseada por la empresa, si esta fuera mayor digamos, que pasa del actual 20 % de capital ajeno al 40 %, implicaría la reducción de la tasa de descuento, es decir, del costo promedio ponderado, pues se supone que el proyecto contribuiría a aumentar la capacidad de endeudamiento de la empresa. En este caso, el costo promedio ponderado sería del 10 % y el VAN de la empresa se elevaría a 47, 4 millones de pesos.

$$\begin{aligned}\text{Costo del Capital Propio} &= 12 \% * 60 \% &= 7,2 \% \\ \text{Costo del Capital Ajeno} &= (1 - 0,30) * 10 \% * 40 \% &= 2,8 \% \\ \text{Costo Promedio Ponderado} &&= 10,0 \%\end{aligned}$$

### 3.3- Evaluación según el VANA

Para realizar la evaluación del proyecto, según el VANA, se parte de los flujos de caja utilizados para el cálculo del costo promedio ponderado, pero, descontándolos al costo de oportunidad del capital, es decir, a la tasa que no incluye el riesgo financiero, sino sólo el riesgo económico de la empresa, el que según los datos del problema es del 11,5 %. Según esta tasa el VAN de la empresa ascendería a 40408 miles de pesos sin considerar los efectos del financiamiento, valor este que se elevaría a 41158 miles de pesos al adicionarle el efecto fiscal del financiamiento y que representaría el VANA, cuyo cálculo se presenta en el Cuadro 6.19. En cuanto a la TIR y el PR estos continuarían siendo el 27 % y 3,79 años, calculados para el costo promedio ponderado, pues son los mismos flujos de caja.

CUADRO 6.19- CÁLCULO DEL VANA

|                          |                  |               |                | UM: Miles de Pesos |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------|--------------------|
|                          |                  |               |                | VA                 |
|                          |                  | AHORRO        | FAC. ACT.      | AHORRO             |
| <u>AÑOS</u>              | <u>INTERESES</u> | <u>FISCAL</u> | <u>CRÉDITO</u> | <u>FISCAL</u>      |
| 2003                     | 1014             | 304           | 0,9091         | 277                |
| 2004                     | 1014             | 304           | 0,8264         | 251                |
| 2005                     | 676              | 203           | 0,7513         | 152                |
| 2006                     | 338              | 101           | 0,6830         | 69                 |
| <u>VALOR ACTUAL</u>      |                  |               |                | 750                |
| VAN (SIN FINANCIAMIENTO) |                  |               |                | 40408              |
| VA DEL AHORRO FISCAL     |                  |               |                | 750                |
| VANA                     |                  |               |                | 41158              |

En resumen, el proyecto resulta recomendable cualquiera sea el método utilizado, por lo que todo dependerá del objetivo que persiga el evaluador, aunque sí queda claro que los resultados a que se llega son complementarios. O dicho de otra manera, cualquiera de los métodos estudiados permite tomar decisiones sobre la conveniencia del proyecto que es, en definitiva, lo que interesa.

#### **4. ESTUDIOS DE CASO.- INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA**

Tal como se explicó en el capítulo II, los casos que se presentan a continuación corresponden a los mismos proyectos presentados para el análisis y proyección de la demanda y la determinación del tamaño en los capítulos II y III, a los que en este capítulo se le adiciona la información requerida para poder realizar la evaluación financiera o empresarial.

Estos estudios de caso, abarcan varios sectores de la economía: industria, construcción y turismo, éstos incluyen nuevos elementos que pueden dar lugar a situaciones de mayor complejidad que la presentada en el caso planta procesadora de frijol de soja, por ejemplo: evaluación del proyecto en condiciones de demanda creciente, incrementos del capital de trabajo a lo largo de la vida útil del proyecto, otros tipos de impuestos además del de utilidades, etcétera. La solución de dos de estos casos Hotel Los Cayos y Planta Extractora de Aceite Vegetal, al constituir situaciones típicas, se incluye en el soporte magnético que se anexa al texto, mediante programas que permiten obtener tanto la solución básica, como las diferentes alternativas solicitadas.

##### **4.1. Fábrica de cemento**

###### **ANTECEDENTES**

- Análisis y proyección de la demanda

Este análisis permitió conocer la demanda insatisfecha de cemento en la zona occidental del país según los datos del problema del capítulo II. El precio del cemento es de 90 dólares por T.M.

- Capacidad

La capacidad de la planta seleccionada según los estudios de tamaño y localización (ver problema del capítulo III), ascenderá a 1 millón de toneladas anuales.

- Producción

El proyecto se ejecutará durante el año 2004 y 2005 y se evaluará para el periodo 2006-2020, es decir se le considerará una vida útil económica de 15 años.

Su producción anual vendrá definida por el crecimiento de la demanda y la capacidad instalada.

## OTRAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### INVERSIÓN

El costo de inversión fija ascenderá a 120 millones de dólares, estructurado de la forma siguiente:

|                        | Año 0 | Año 1 | Total |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Edificios              | 25    | 5     | 30    |
| Maquinarias y Equipos  | 25    | 50    | 75    |
| (Equipos de Transporte | -     | 7     | 7     |
| Capital de Trabajo     | -     | 7     | 7     |
| Otros                  | -     | 1     | 1     |
| Total                  | 50    | 70    | 120   |

### FINANCIAMIENTO

Se contará con un crédito de \$50 millones de dólares a partir del año1 (2005) a una tasa de interés del 12 %, a pagar en 5 años más uno de gracia.

### MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

Los índices de consumo y precios de las materias primas y materiales utilizados son los siguientes:

#### Materiales Directos

|                   | Unidad de<br><u>Medida</u> | Indice por<br>T.M. de<br><u>Cemento</u> | Costo<br><u>Pesos/T.M.</u> |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| Roca Caliza       | T.M.                       | 1,3                                     | 4,80                       |
| Pizarra Arcillosa | T.M.                       | 0,19                                    | 3,70                       |
| Yeso              | T.M.                       | 0,04                                    | 18,00                      |
| Combustible       | T.M.                       | 0,17                                    | 160,00*                    |
| Energía Eléctrica | kw                         | 75                                      | 0.12**                     |
| Envases           | pesos                      | 4                                       |                            |

\* El costo del combustible es en dólares.

\*\* Costo por kw.

## FUERZA DE TRABAJO

La planta operará con una plantilla de 700 trabajadores, estructurados de la forma siguiente:

|                        | Salario Mensual |              |
|------------------------|-----------------|--------------|
|                        | <u>Cantidad</u> | <u>Pesos</u> |
| Mano de Obra Directa   | 200             | 900          |
| Mano de obra Indirecta | 500             | 1500         |

## OTROS GASTOS INDIRECTOS

Otros Gastos indirectos serán los siguientes:

|                               | Importe Anual    |
|-------------------------------|------------------|
|                               | <u>Mil Pesos</u> |
| Seguros                       | 450              |
| Materiales para mantenimiento | 2500             |
| Otros                         | 50               |

## DEPRECIACIÓN

Las tasas de Depreciación a utilizar serán las siguientes:

|                        | <u>Tasa (%)</u> |
|------------------------|-----------------|
| Edificios              | 3               |
| Maquinarias y Equipos* | 6               |
| Equipos de transporte  | 15              |
| Otros                  | 20              |

## FONDOS Y RESERVAS

Se destinará el 5% anual del monto de la inversión inicial para crear un fondo de contingencia hasta un total del 15% de la inversión inicial.

El fondo de desarrollo estará constituido por el 2% de las utilidades después de impuestos.



El fondo de estimulación estará constituido por el 3% de las utilidades después de impuestos

## IMPUESTOS Y CONTRIBUCIONES

Los impuestos a pagar serán los siguientes:

Impuesto sobre utilidades 35%

Impuesto sobre nómina 25%

Contribución a la seguridad social 14%

## TASA DE CAMBIO

La tasa de cambio oficial es de 3 pesos por dólar

Se le pide:

Evaluar financieramente el proyecto atendiendo a los criterios VAN, TIR y PR, considerando que la tasa de descuento para el inversionista es del 16%.

Evaluar financieramente el proyecto atendiendo a los criterios VAN, TIR y VANA, considerando que la estructura financiera establecida para la empresa es de 70% de capital propio y 30% de capital ajeno. Se conoce que el costo de oportunidad del capital para las condiciones de riesgo económico de la empresa es 14%.

## 4.2. Planta extractora de aceite vegetal

La Empresa Alimentos Balanceados S.A. esta contemplando la posibilidad de invertir en la construcción de una planta procesadora de frijol de soja para la producción de harina y aceite refinado de soja. De las investigaciones que hasta el presente han realizado se dispone de la información siguiente:

### SITUACIÓN DEL MERCADO.

La demanda de harina de soja deberá ascender a 25 mil TM en el año 2003 (año base) y según los estudios realizados debe continuar creciendo al 5% anual. El precio CIF de la harina de soja para la EAB ha sido como promedio de \$200 US dólares, precio al que proyecta comercializar este producto en el mercado interno, no debiendo tender a bajar. En cuanto al frijol de soja el país es un importante productor, exportando unas 100 mil TM anuales a un precio FOB de \$120 dólares (precio al que también se comercializa internamente). Además, existen posibilidades de aumentar la producción de frijol de soja, de crecer la demanda, así como correlación entre los precios del frijol de soja y la harina de soja.

Con respecto al aceite de soja refinado el país es un importador nato. El precio CIF se ha mantenido en el orden de los \$1100 dólares por TM, por lo que a un precio de \$1000

dólares por TM que no incluye impuestos y gastos asociados a la importación, no deben existir dificultades para colocar este producto en el mercado.

La tasa de cambio es de 5 pesos por dólar.

## CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

### Capacidad

El tamaño de planta seleccionado será de una capacidad para procesar 40000 TM de frijol de soja anualmente. Esta materia prima tiene como promedio un 18 % de aceite base seca, por lo que según las características de la materia prima y de la tecnología utilizada, así como las normas de calidad para la harina de soja (máximo del 6 % de aceite contenido) y pérdidas en proceso, por cada 100 TM de materia prima base seca procesada, se deben obtener 12,6 TM de aceite refinado (12, 6%) y 86,9 TM de harina de soja (86,9 %).

### Inversión Fija

|                               | Mil<br>Pesos |
|-------------------------------|--------------|
| Terrenos                      | 5000         |
| Construcción                  | 8000         |
| Maquinarias y Equipos         | 25000        |
| Montaje Maquinarias Y Equipos | 2000         |
| Equipos de Transporte         | 1250         |

### Materiales Auxiliares

| <u>Concepto</u>   | <u>Unidad de Medida</u> | <u>Precio (pesos)</u> | <u>Costo/TM Soja</u> | <u>Consumo por TM</u> |               |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
|                   |                         |                       |                      | <u>Aceite</u>         | <u>Harina</u> |
| Sosa Cáustica     | TM                      | 4000                  | -                    | 0,01                  | -             |
| Tierra Infusoria  | TM                      | 2000                  | -                    | 0,02                  | -             |
| Gasolina          | l                       | 5                     | -                    | 5,00                  | 4,00          |
| Envase y Embalaje | Pesos                   | -                     | -                    | 70,00                 | 20,00         |
| Diesel            | Pesos                   | -                     | 10                   | -                     | -             |
| Energía Eléctrica | Pesos                   | -                     | 5                    | -                     | -             |
| Agua              | Pesos                   | -                     | 2                    | -                     | -             |

Importe Anual  
( Mil Pesos )

### Gastos Generales

600

## Fuerza de Trabajo

| <u>Producción</u>         | <u>Salario Mensual</u><br><u>(Pesos)</u> |
|---------------------------|------------------------------------------|
| 1 Ingeniero Jefe          | 10 000                                   |
| 4 Técnicos                | 2 000                                    |
| 20 Obreros Calificados    | 1 500                                    |
| 18 Obreros No Calificados | 500                                      |

## Ventas

|              |       |
|--------------|-------|
| 1 Vendedor   | 5 000 |
| 1 Secretaria | 1 000 |
| 5 Choferes   | 1 000 |
| 5 Ayudantes  | 500   |

## Administración

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| 1 Gerente                    | 12 000 |
| 1 Secretaria Ejecutiva       | 2 000  |
| 1 Contador                   | 5 000  |
| 2 Auxiliares de Contabilidad | 1 500  |
| 3 Empleados                  | 500    |

Las tasas de depreciación a utilizar serán las siguientes:

|                      | <u>Cuota Anual</u> |
|----------------------|--------------------|
| Terrenos             | mantiene su valor  |
| Construcciones       | 4,0 %              |
| Maquinaria y Equipo  | 8,0 %              |
| Equipo de Transporte | 12,5 %             |

## Capital de Trabajo

Se calculará a partir de los criterios siguientes:

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Inventario de Materias Primas       | 2 meses |
| Inventario de Materiales Auxiliares | 1 mes   |
| Gastos Generales                    | 2 meses |
| Ventas ( al costo de operación)     | 1/2 mes |

Calculados estos valores para 2005

## Otros datos

El proyecto se estima que podrá ejecutarse durante el año 2004 y se le proyecta una vida útil de 10 años.

El capital social será de 40 millones de pesos, cubriéndose los requerimientos adicionales de inversión mediante un crédito al 10 % anual con un plazo de amortización de 3 años más uno de gracia.

Se pagará un impuesto sobre utilidades del 30 %.

Se le pide:

Evaluar la eficiencia económica del proyecto para la Empresa atendiendo a los criterios VAN y TIR. A tal efecto considere que el costo de oportunidad para inversiones de igual riesgo económico es del 12%, mientras que el costo del capital propio asciende al 15% y determine los resultados del proyecto en las siguientes situaciones:

- A partir de los flujo de caja del inversionista (Evaluación Financiera o del Capital Propio).
- Evaluación considerando el costo promedio ponderado del capital, a partir del criterio de que el proyecto es representativo de la actividad de la empresa, tanto en cuanto a riesgo económico como financiero.
- Evaluación según el VANA.

### **4.3. Planta de aditivos para hormigón**

#### **ANTECEDENTES**

#### **ANALISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA**

Usted conoce la demanda de aditivos para hormigón a partir de los pronósticos realizados con los datos ofrecidos en el capítulo 2, también conoce que la norma de consumo para el aditivo “x” es de 4 litros de aditivo por TM de hormigón.

El precio CIF del aditivo “x” es de \$1,56 dólares por litro y aunque el producto nacional es de las mismas características y calidad del importado, se ofertará a un precio de \$1,40 dólares que lo hará muy competitivo, debiendo desplazar totalmente las importaciones que se venían realizando.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**

##### **Capacidad**

También conoce que la capacidad de la planta seleccionada a partir del análisis y proyección de la demanda y los estudios de tamaño y localización realizados, ascenderá a 1 millón de litros anuales de aditivo

### Producción

El proyecto se ejecutará durante el año 2001 y se evaluará para el periodo 2002-2009. Su producción anual vendrá definida por el crecimiento de la demanda y la capacidad instalada.

### Inversión

El costo de inversión fija ascenderá a 610 miles de dólares, estructurado de la forma siguiente:

|                                             | <u>Mil \$ US</u> |
|---------------------------------------------|------------------|
| Edificios                                   | 160              |
| Maquinarias y Equipos                       | 285              |
| Asistencia Técnica                          | 140              |
| Otros (Equipos de Transporte y Computación) | 25               |

El costo de las maquinarias y equipos incluyen un 10 % por derechos de aduana

### Financiamiento

Se contará con un crédito de \$325 mil dólares a una tasa de interés del 18 %, a pagar en 3 años más uno de gracia.

### Materias Primas Y Materiales

Los índices de consumo y precios de las materias primas y materiales utilizados son los siguientes:

|                               | <u>Unidad de Medida</u> | <u>Índice por litro de Aditivo</u> | <u>Precio* dólares/Unidad</u> |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Materia Prima "A" (Importada) | litro                   | 1                                  | 0,6077                        |
| Materia Prima "B" (Nacional)  | litro                   | 1                                  | 0,2359                        |
| Agua                          | Mil litros              | 0,7                                | 0,50                          |

\*Se refiere a precios internos

### Fuerza de Trabajo

La planta operará con una plantilla de 4 trabajadores, estructurados de la forma siguiente:

|                        | <u>Cantidad</u> | <u>Salario Mensual</u><br><u>Dólares</u> |
|------------------------|-----------------|------------------------------------------|
| Mano de Obra Directa   |                 |                                          |
| Técnicos de operación  | 2               | 280                                      |
| Mano de obra Indirecta |                 |                                          |
| Jefe de Planta         | 1               | 340                                      |
| Especialista           | 1               | 325                                      |

### Otros Gastos Indirectos

Otros Gastos indirectos serán los siguientes:

|                              | <u>Importe Anual</u> |
|------------------------------|----------------------|
| Seguros                      | 20                   |
| Mantenimiento y reparaciones | 10                   |
| Atención al hombre           | 5                    |
| Otros                        | 5                    |

Electricidad, se consumirán 0,13 kw. por litro de aditivo con un costo de \$0,12 dólares por kw.

### Depreciación

Las tasas de Depreciación a utilizar serán las siguientes:

|                        | <u>Tasa (%)</u> |
|------------------------|-----------------|
| Edificios              | 5               |
| Maquinarias y Equipos* | 12              |
| Otros                  | 20              |

\*Incluye asistencia técnica

### Capital de Trabajo

Las necesidades de capital de trabajo se proyectan según los siguientes criterios:

Cuentas a cobrar a 30 días, al costo de operación

Existencias de Materias Primas para 15 días para las materias primas "A" y "B"

Efectivo en Caja para 30 días por concepto de los gastos de atención al hombre y otros

Cuentas a pagar a 30 días para materias primas y materiales

#### Fondos y Reservas

Se destinará el 5% anual del monto de la inversión inicial para crear un fondo de contingencia hasta un total del 15% de la inversión inicial.

El fondo de desarrollo estará constituido por el 2% de las utilidades después de impuestos

El fondo de estimulación estará constituido por el 3% de las utilidades después de impuestos

#### Impuestos y Contribuciones

Los impuestos a pagar serán los siguientes:

Impuesto sobre utilidades 35%

Impuesto sobre nómina 25%

Contribución a la seguridad social 14%

Se le pide:

Evaluar financieramente el proyecto atendiendo a los criterios VAN, TIR y PR, considerando que la tasa de descuento para el inversionista es del 25%.

Evaluar financieramente el proyecto atendiendo a los criterios VAN, TIR y VANA, considerando que la estructura financiera establecida para la empresa es de 70% de capital propio y 30% de capital ajeno. Se conoce que el costo de oportunidad del capital para las condiciones de riesgo económico de la empresa es 23%.

#### **4.4. Hotel los cayos**

Realizar la evaluación financiera del hotel los cayos, el que partir de los cálculos realizados a partir de los datos ofrecidos en los problemas del capítulo de los capítulos II Y III, tendrá una capacidad de 300 habitaciones.

#### Inversiones

La inversión se realizará en 2 años y ascenderá a 14,3 millones de pesos, estructurados de la siguiente forma:

| Millón de Pesos                                 |              |              |              |
|-------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                 | <u>Total</u> | <u>Año 0</u> | <u>Año 1</u> |
| Edificios                                       | 9,0          | 6,0          | 3,0          |
| Equipos                                         | 2,0          | -            | 2,0          |
| Muebles y enseres                               | 2,0          | 0,5          | 1,5          |
| Documentación técnica y gastos de pre-operación | 0,5          | 0,3          | 0,2          |
| Capital de trabajo*                             | 0,3          |              | 0,3          |
| Otros                                           | 0,5          | 0,2          | 0,3          |
| <b>Total</b>                                    | <b>14,3</b>  | <b>7,0</b>   | <b>7,3</b>   |

\* En base a considerar que las necesidades para un índice de ocupación del 80 % son de 300 mil pesos

### Fuente de Financiamiento

El proyecto se financiará de la forma siguiente:

|                                        | <u>Año 0</u> | <u>Año 1</u> | <u>Total</u> |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Capital social (miles de pesos)        | 4590.0       | 2813.2       | 7403.2       |
| Crédito bancario (miles de US dólares) | 2410.0       | 4393.1       | 6 803.1      |

La tasa de interés del crédito será del 11 % a pagar en cinco años con 2 años de período de gracia.

### Ingresos

La comercialización de este hotel se proyecta por la modalidad “todo incluido”. Según datos históricos de instalaciones similares se considera un ingreso por turista/día inicial de \$65 US dólares como promedio para los años del 1 al 5, un crecimiento a \$75 dólares promedio para los años 6 al 15 y a \$85 dólares para los años 16 al 25, por todo tipo de gastos, es decir, alojamiento, comestibles, bebidas, venta de artesanías, etcétera. Estos ingresos a su vez se estructuran de la siguiente forma:

|              | <u>%<br/>AÑOS 2-5</u> | <u>%<br/>AÑOS 6-15</u> | <u>%<br/>AÑOS 16-25</u> |
|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Alojamiento  | 50                    | 45                     | 40                      |
| Comestibles  | 30                    | 30                     | 30                      |
| Bebidas      | 10                    | 10                     | 10                      |
| Tiendas      | 5                     | 7                      | 10                      |
| Otros        | 5                     | 8                      | 10                      |
| <b>Total</b> | <b>100</b>            | <b>100</b>             | <b>100</b>              |

Como conoce se considera una vida útil de 25 años y al determinar el tamaño obtuvo el siguiente por ciento de aprovechamiento de la capacidad:



| <u>Años</u> | <u>Índice de ocupación (%)</u> |
|-------------|--------------------------------|
| 2           | 74                             |
| 3           | 75                             |
| 4-5         | 76                             |
| 6-26        | 80                             |

- También conoce la densidad ocupacional, que se proyectó como sigue:
  - o Años 2 al 12; densidad de 1,5 Turistas por habitación
  - o Años 13 al 26; densidad de 1,8 Turistas por habitación

### Costos

A partir de índices históricos la estructura de gastos deberá tener el siguiente comportamiento:

|                | <u>% de los Ingresos</u> |
|----------------|--------------------------|
| Alojamiento*   | 10,0%                    |
| Comestibles*   | 30,0%                    |
| Bebidas*       | 10,0%                    |
| Tiendas*       | 50,0%                    |
| Mantenimiento  | 10,0%                    |
| Electricidad   | 5,0%                     |
| Agua y gas     | 2,0%                     |
| Combustible    | 2,0%                     |
| Administración | 10,0%                    |
| Promoción      | 3,0%                     |
| Otros          | 2,0%                     |

\* Se refiere a ingresos por estos conceptos, para el resto de las partidas de costo, el porcentaje es con respecto a los ingresos totales.

La fuerza de trabajo proyectada asciende a 270 trabajadores para un índice de 0,90 trabajadores por habitación. Su estructura según categorías ocupacionales es la siguiente:

|                 | <u>Cantidad</u> | <u>Directos</u> | <u>Indirectos</u> | <u>Salario medio mensual</u> |
|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------------|
| Dirigentes      | 22              | -               | 22                | \$ 310,0                     |
| Técnicos        | 25              | 10              | 15                | 300,0                        |
| Administrativos | 15              | -               | 15                | 210,0                        |
| Servicios       | 126             | 126             | -                 | 250,0                        |
| Obreros         | 82              | 52              | 30                | 220,0                        |
| <b>Total</b>    | <b>270</b>      | <b>188</b>      | <b>82</b>         | <b>248,2</b>                 |

## Depreciación

Las tasas de depreciación a utilizar serán las siguientes:

|                                                 | %  |
|-------------------------------------------------|----|
| Edificios                                       | 3  |
| Equipos, muebles y enseres                      | 10 |
| Documentación técnica y Gastos de pre-operación | 20 |
| Otros                                           | 15 |

## Gastos Financieros

|                           | %  |
|---------------------------|----|
| Seguridad social          | 14 |
| Impuesto sobre nómina     | 25 |
| Impuesto sobre utilidades | 35 |
| Fondo de contingencia *   | 5  |

\* 5 % de la inversión inicial hasta acumular el 15 %.

Se considera una tasa de cambio de un peso por dólar y un costo de oportunidad del capital para el inversionista del 15 %.

Se le pide:

Calcular el VAN, la TIR, el PR.(Evaluación para el Inversionista)

## **4.5. Hotel cayo flamenco**

Realizar la evaluación financiera del hotel Cayo Flamenco el que como se sabe pasará de una capacidad de 100 a 350 habitaciones, a tal efecto, además de los datos obtenidos del análisis y proyección de la demanda realizado según los datos del problema del capítulo II, usted conoce:

### INVERSIONES

La inversión se realizará en 2 años y ascenderá a 7 millones de pesos, estructurados de la siguiente forma:

| Millón de Pesos                                 |              |              |              |
|-------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                 | <u>Total</u> | <u>Año 0</u> | <u>Año 1</u> |
| Edificios                                       | 4,0          | 1,0          | 3,0          |
| Equipos                                         | 1.0          | -            | 1.0          |
| Muebles y enseres                               | 1.0          |              | 1,0          |
| Documentación técnica y gastos de pre-operación | 0,2          | 0,1          | 0,1          |
| Capital de trabajo*                             | 0,3          |              | 0.3          |
| Otros                                           | 0,5          | 0,2          | 0,3          |
| <b>Total</b>                                    | <b>7,0</b>   | <b>1.3</b>   | <b>5,7</b>   |

\* En base a considerar que las necesidades para un índice de ocupación del 80 % son de 300 mil pesos

## FUENTE DE FINANCIAMIENTO

El proyecto se financiará de la forma siguiente:

|                                        | <u>Año 0</u> | <u>Año 1</u> | <u>Total</u> |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Capital social (miles de pesos)        | 890.0        | 1213.2       | 2103.2       |
| Crédito bancario (miles de US dólares) | 410.0        | 4393.1       | 4 803.1      |

La tasa de interés del crédito será del 11 % a pagar en cinco años con 2 años de período de gracia.

## INGRESOS

Sin el proyecto este hotel tenía un ingreso por turista día de \$25 dólares. Según datos históricos de instalaciones similares con el proyecto se logrará un ingreso por turista/día inicial de \$65 US dólares como promedio para los años del 1 al 5, un crecimiento a \$75 dólares promedio para los años 6 al 15 y a \$85 dólares para el año 16, por todo tipo de gastos, es decir, alojamiento, comestibles, bebidas, venta de artesanías, etcétera. Estos ingresos a su vez se estructuran de la siguiente forma:

|              | <u>AÑOS 2-5</u> | <u>AÑOS 6-15</u> | <u>AÑOS 16</u> |
|--------------|-----------------|------------------|----------------|
|              | %               | %                | %              |
| Alojamiento  | 60              | 55               | 50             |
| Comestibles  | 20              | 20               | 20             |
| Bebidas      | 10              | 10               | 10             |
| Tiendas      | 5               | 7                | 10             |
| Otros        | 5               | 8                | 10             |
| <b>Total</b> | <b>100</b>      | <b>100</b>       | <b>100</b>     |

Usted conoce que se considera una vida útil de 15 años y que el por ciento de aprovechamiento de la capacidad: y el índice de doble ocupación son los correspondientes a los datos y cálculos realizados al efectuar el análisis y proyección de la de demanda.

## COSTOS

A partir de índices históricos la estructura de gastos incrementales deberá tener el siguiente comportamiento:

**% de los Ingresos  
incrementales**

|                |       |
|----------------|-------|
| Alojamiento*   | 7,0%  |
| Comestibles*   | 25,0% |
| Bebidas*       | 10,0% |
| Tiendas*       | 50,0% |
| Mantenimiento  | 10,0% |
| Electricidad   | 5,0%  |
| Agua y gas     | 2,0%  |
| Combustible    | 2,0%  |
| Administración | 10,0% |
| Promoción      | 3,0%  |
| Otros          | 2,0%  |

\* Se refiere a ingresos por estos conceptos, para el resto de las partidas de costo, el porcentaje es con respecto a los ingresos incrementales totales.

La fuerza de trabajo proyectada se incrementa de 120 a 270 trabajadores para un índice de 0,77 trabajadores por habitación. Su estructura según categorías ocupacionales es la siguiente:

|                 | <u>Cantidad</u> | <u>Directos</u> | <u>Indirectos</u> | <u>Salario<br/>medio<br/>mensual</u> |
|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------|
| Dirigentes      | 12              | -               | 12                | \$ 310,0                             |
| Técnicos        | 15              | 5               | 10                | 300,0                                |
| Administrativos | 10              | -               | 10                | 210,0                                |
| Servicios       | 51              | 51              | -                 | 250,0                                |
| Obreros         | 62              | 42              | 20                | 220,0                                |
| <b>Total</b>    | <b>150</b>      | <b>98</b>       | <b>52</b>         |                                      |

## DEPRECIACIÓN

Las tasas de depreciación a utilizar serán las siguientes:

|                                                 | %  |
|-------------------------------------------------|----|
| Edificios                                       | 3  |
| Equipos, muebles y enseres                      | 10 |
| Documentación técnica y Gastos de pre-operación | 20 |
| Otros                                           | 15 |

## GASTOS FINANCIEROS

|                           | %  |
|---------------------------|----|
| Seguridad social          | 14 |
| Impuesto sobre nómina     | 25 |
| Impuesto sobre utilidades | 35 |
| Fondo de contingencia *   | 5  |

\* 5 % de la inversión inicial hasta acumular el 15 %.

Se considera una tasa de cambio de un peso por dólar y un costo de oportunidad del capital para el inversionista del 15%.

Se le pide:

Calcular el VAN, la TIR, el PR.(Evaluación para el Inversionista)

Calcular el VAN según el costo promedio ponderado, a tal efecto considere que la estructura financiera de la Empresa es de 65% de capital propio y 35% de capital ajeno.

Calcular el VANA si el costo de oportunidad es del 13%

## **CAPÍTULO 7: LA INFLACIÓN Y EL RIESGO EN LA EVALUACIÓN DE INVERSIONES**

Al estar los proyectos de inversión referidos a hechos que sucederán en el futuro, sus flujos de caja pueden estar modificados por afectaciones que se produzcan en los precios de los productos y los insumos durante el transcurso de su vida útil, de aquí la necesidad de considerar la inflación en la evaluación del proyecto.

Esta particularidad de los proyectos de inversión, introduce también la problemática del riesgo y la incertidumbre, dada la imposibilidad de tener total certeza acerca de que las cosas sucederán tal como fueron pronosticadas.

En el presente Capítulo se abordarán estas problemáticas, es decir, cómo tratar la inflación en la evaluación del proyecto y se explicarán los métodos más usados en la práctica para el tratamiento del riesgo y la incertidumbre. Asimismo, se dará continuidad al Estudio de Caso Planta Procesadora de Frijol de Soja, el que se analizará en condiciones de inflación y utilizando diferentes métodos dirigidos a valorar el riesgo de que el proyecto no resulte eficiente.

### **1. EL TRATAMIENTO DE LA INFLACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE INVERSIONES**

Un principio muy importante en la evaluación y selección de proyectos de inversión, lo constituye el hecho de que deberá ser consistente con el entorno socioeconómico en que se desarrollará el mismo, pues este enmarca y condiciona los objetivos y resultados del proyecto, al tiempo de abarcar aspectos como: la política económica y social, particularidades económicas y financieras del entorno nacional e internacional en que se ejecutará y operará el proyecto, tasas de inflación de la economía en general y para grupos de bienes y servicios, entre otros.

En lo que se refiere al tratamiento de la inflación esta consistencia presupone que las estimaciones de los flujos de caja se correspondan con las tasas de descuento a aplicar. Esto significa que, si la tasa de descuento a aplicar es nominal, obligatoriamente los flujos de caja calculados han de ser nominales, o que si los flujos de caja proyectados son reales (a precios del año base), la tasa de descuento sea real. En síntesis, tiene que existir correspondencia entre los flujos de caja y la tasa de descuento.

A los efectos de ilustrar el tratamiento de la inflación, examinemos el siguiente ejercicio ilustrativo:

### Ejemplo ilustrativo

A usted se le encarga evaluar una inversión cuyos flujos de caja están proyectados en términos reales, es decir, a precios del año base. Conoce además que: la tasa de descuento nominal es 21 %, la tasa de inflación 10 %, la duración del proyecto 3 años, y el período de ejecución un año. Se le pide hallar el VAN si los flujos de caja son los siguientes:

|               |          |          |          |          |
|---------------|----------|----------|----------|----------|
|               | <u>A</u> | <u>Ñ</u> | <u>O</u> | <u>S</u> |
|               | <u>0</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> |
| Flujo de Caja | -200     | 70       | 100      | 60       |

### Solución

Como se muestra en el Cuadro siguiente, al no estar afectados los flujos de caja por el incremento de los precios, es decir, venir dados en términos reales, se necesita multiplicarlos por la tasa de inflación, para llevarlos a términos nominales y poderlos hacer consistentes con la tasa de descuento, procediéndose entonces a calcular el VAN, el que como se puede observar da un resultado negativo, lo que es indicativo de que el proyecto no es conveniente.

| <i>Años</i> | <i>Flujo de Caja Real</i> | <i>Factor de Inflación</i> | <i>Flujo de Caja Nominal</i> | <i>Factor de Actualización (21%)</i> | <i>Flujo de Caja Actualizado</i> |
|-------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 0           | -200                      | 1,00                       | - 200                        | 1,000                                | -200                             |
| 1           | 70                        | 1,10                       | 77,0                         | 0,826                                | 63,6                             |
| 2           | 100                       | 1,21                       | 121,0                        | 0,683                                | 82,6                             |
| 3           | 60                        | 1,33                       | 79,8                         | 0,564                                | 45,0                             |
|             |                           |                            | <b>VAN</b>                   |                                      | <b>- 8,8</b>                     |

Matemáticamente esto se puede expresar como:

$$1 + k^1 = (1 + k) (1 + f)$$

donde:

$k^1$  = Tasa de descuento nominal

$k$  = Tasa de descuento real

$f$  = Tasa de inflación

∴ despejando  $k$  en la expresión anterior:

$$k = (k^1 - f) / (1 + f)$$

Aplicando esta fórmula al ejercicio ilustrativo, tenemos que, la tasa de descuento real será del 10 %:

$$k = (0,21 - 0,10) / (1 + 0,10) = 0,11 / 1,10 = 0,10$$

¿Qué significa esto? Significa que si se calcula el VAN utilizando los flujos de caja reales y la tasa real del 10 % debe dar el mismo resultado, como se demuestra a continuación:

| Años | Flujo de Caja | Factor de Actualización<br>(10 %) | Flujo de Caja<br>Actualizado |
|------|---------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 0    | -200          | -                                 | -200                         |
| 1    | 70            | 0,909                             | 63,6                         |
| 2    | 100           | 0,826                             | 82,6                         |
| 3    | 60            | 0,751                             | 45,0                         |
|      | <b>VAN</b>    |                                   | <b>- 8,8</b>                 |

A partir de la expresión  $1 + k^1 = (1 + k) (1 + f)$ , también se puede calcular la tasa de descuento nominal despejando  $k^1$ :

$$k^1 = (1 + k) (1 + f) - 1$$

Por tanto, una vez conocida la tasa de descuento real y la tasa de inflación, se puede calcular una tasa de descuento modificada que sería la tasa de descuento nominal.

Dado que, al calcular los flujos de caja de un proyecto, lo usual es calcularlos considerando el movimiento de precios, es decir, en términos nominales, algunos autores expresan la fórmula del VAN en condiciones de inflación de la forma siguiente:<sup>36</sup>

$$VAN = I + \frac{FC_1}{(1+k)^1(1+f)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2(1+f)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n(1+f)^n}$$

Los conceptos antes discutidos permiten proceder a la solución de la segunda pregunta del Estudio de Caso Planta Procesadora de Frijol de Soja.

### Solución Estudio de Caso Planta Procesadora de Frijol de Soja

Según los datos del problema:

<sup>36</sup>No obstante, y a los efectos de evitar confusiones, es preciso tener presente que si se ha tomado la tasa de interés como base para calcular la tasa de descuento, el valor de la tasa de interés esta expresada normalmente en términos nominales, no siendo necesario en esta situación incluir en el denominador el factor  $(1 + f)$ , para más detalles, ver R. Brealey and S. Myers: ob. cit., p. 117-120.



$$f = 3 \%$$

$$k^! = 18 \%$$

$$\therefore k = (0,18 - 0,03) / (1 + 0,03) = 0,15 / 1,03 = 0,1456 = 14,56 \%$$

Como se puede apreciar, la tasa de descuento ha aumentado del 12 % al 14,56 %. Ello explica que, si aplicamos esta nueva tasa y, calculáramos, por ejemplo, el VAN para el inversionista, este se reduciría desde 39444 hasta 31013 millones de pesos.<sup>37</sup>

Sin embargo, el análisis realizado ha considerado que tanto el flujo de cobros como el flujo de pagos están afectados de igual forma por la tasa de inflación, por lo que se pasará a examinar cómo tratar la inflación cuando estos flujos están afectados de forma diferente.

#### Tratamiento de la inflación cuando difieren las tasas de inflación de los diferentes insumos y productos.

El hecho de que, los flujos de caja de un proyecto, estén sujetos a un proceso inflacionario, no significa que la tasa de inflación sea igual para todos los insumos y productos, es decir, que sea igual la afectación que se produce en el flujo de cobros que en el flujo de pagos, ni que éstas tasas coincidan con el índice general de precios o tasa de inflación de la economía.

Al respecto, es bueno recordar que, el índice general de precios o tasa de inflación se elabora tomando como base los precios de venta al por menor de un conjunto de bienes y servicios de consumo general, que se consideran representativos al conformar la llamada canasta básica al consumidor. Ahora bien, estos bienes y servicios no tienen porque serlo a nivel particular de un determinado proyecto de inversión, por lo que las tasas de inflación de los diferentes productos e insumos que conforman el proyecto no tienen porque coincidir con el índice general de precios. Incluso pueden existir bienes que no estén afectados por la inflación.

Estas consideraciones llevan a que, al profundizar en el tratamiento de la inflación en la evaluación del proyecto, se debe distinguir entre inflación interna del proyecto -que afecta sus insumos y productos o servicios-, y la inflación externa -tasa de inflación de la economía- que afecta el valor adquisitivo del dinero en el tiempo. Para este fin, los flujos de caja se descomponen de la forma siguiente:

$$FC_j = (Cf_j + C_j) - (Pf_j + P_j)$$

donde:

$FC_j$  = Flujo de caja año j

$Cf_j$  = Cobros del año j afectados por la inflación

$C_j$  = Cobros del año j no afectados por la inflación

---

<sup>37</sup> Con este propósito se puede utilizar el programa de computación que se acompaña al presente texto

$Pf_j$  = Pagos del año  $j$  afectados por la inflación  
 $P_j$  = Pagos del año  $j$  no afectados por la inflación

por lo que, la fórmula del VAN, se transformaría como sigue:

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{[Cf_j (1 + f_{cp}) + C_j] - [Pf_j (1 + f_{pi}) + P_j]}{(1 + k)^j (1 + f)^j}$$

donde:

$f_{cp}$  = Tasa de inflación del producto o servicio  $p$   
 $f_{pi}$  = Tasa de inflación del insumo o servicio  $i$

Se comprende que en la medida que la inflación interna del proyecto implique un incremento el valor de los flujos de caja a una tasa mayor a la inflación externa, se beneficiarán los resultados del proyecto y viceversa. También es de hacer notar que en el caso de que  $f_{cp} = 0$  y  $f_{pi} = 0$ , la expresión anterior quedaría como:

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_j}{(1 + k)^j (1 + f)^j}$$

Ello explica porque, aún cuando todos los cobros y pagos no estuvieran afectados por la inflación, es conceptualmente erróneo no considerarla. Dicho en otras palabras, un incremento del índice general de precios provoca una disminución del poder adquisitivo del dinero, consecuentemente, el valor real de los flujos de caja proyectados es cada vez más pequeño al tener un menor poder adquisitivo, por tanto, al actualizar con inflación se garantiza hacer comparables los flujos de caja actuales y futuros desde el punto de vista de su poder adquisitivo. No obstante, es preciso enfatizar nuevamente, que esto es teóricamente válido cuando  $k$  representa la tasa de actualización real, pero que en la práctica, si para su cálculo esta implícita de una u otra forma la tasa de interés, generalmente esta última esta expresadas en términos nominales, transformándose la expresión anterior en la fórmula tradicional del VAN, es decir no se incluiría en el denominador el factor  $(1 + f)$ .

## 2. EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LAS DECISIONES DE INVERSIÓN

Hasta ahora hemos tratado la evaluación de los proyectos de inversión en condiciones de certeza, es decir, como pronósticos insesgados de flujos de caja, donde el único requisito ha sido definir la tasa de descuento apropiada y calcular el VAN. Sin embargo, en la medida en que avanzamos en el estudio de las decisiones de inversión, comprendemos que esto no es suficiente, siendo necesario analizar qué es lo que determina que un proyecto prospere y qué puede hacerlo fracasar.

A ese respecto, sería factible investigar más aquellas variables que generan incertidumbre y pudieran afectar la eficiencia del proyecto, lo que podría resolverse incurriendo en más gastos de investigación, evaluando otras alternativas tecnológicas, etcétera. Con estos fines, se han desarrollado diferentes procedimientos dirigidos a producir un mayor nivel de información que permita reducir el riesgo de que la inversión no resulte eficiente.

¿Qué se entiende por riesgo? ¿Qué por incertidumbre? Son preguntas que nos parece oportuno responder, pues, aunque son términos que generalmente se usan de manera indistinta, son en realidad conceptos interrelacionados pero no iguales.

Así, la *incertidumbre* se define como el nivel de seguridad que se puede tener acerca de si algo sucederá tal como se ha proyectado, es decir, que puedan suceder más cosas de las previstas. Mientras que, el *riesgo* es sinónimo de peligro. De esta manera, en el caso de un proyecto, el riesgo dependerá del nivel de incertidumbre que puede conllevar una decisión de inversión. O dicho de otra manera, de la mayor o menor probabilidad de que una variable cambie en una determinada magnitud, como pueden ser, por ejemplo, los precios.

Teóricamente se puede hablar de que un proyecto es de total incertidumbre cuando no se conocen las probabilidades de ocurrencia de cada variable. Aunque este es un supuesto irreal, pues el surgimiento del concepto de probabilidad subjetiva ha hecho desaparecer la existencia de una situación de total incertidumbre. Entendiéndose por probabilidad subjetiva “un número que cuantifica el concepto cualitativo de verosimilitud del sujeto decisor y se basa en su experiencia, intuición, sentimientos o conocimientos”.<sup>38</sup>

Cualquiera que sea el método o combinación de métodos que se utilicen en la evaluación de un proyecto se requiere de pronósticos, que comprenderán varios supuestos y probabilidades y estos presuponen siempre determinado riesgo, lo que obedece a dos razones fundamentales: errores o calidad de la información y falta de certeza de lo que ocurrirá realmente.

Como causas principales de errores o calidad en la información se pueden señalar: falta de calidad de la información básica, limitaciones de los métodos estadísticos, supuestos no realistas o imprecisos, entre otras. En cuanto a la falta de certeza son numerosos los factores de incertidumbre, por ejemplo: el ritmo de crecimiento del ingreso nacional, el surgimiento o desaparición de competidores, la aparición de sucedáneos, la tasa de inflación, etcétera.

A la pregunta de cómo tratar entonces el riesgo y la incertidumbre, la única respuesta posible es que sólo con un análisis sistemático de las variables fundamentales del proyecto, se pueden reducir al mínimo la incertidumbre y el riesgo que pueda tener asociada una decisión de inversión. Ello, permite conocer mejor cada uno de sus

---

<sup>38</sup> Andrés Suárez Suárez: ob. cit., p. 124.

componentes y poder medir su impacto. Con esos fines se han desarrollado diferentes procedimientos que incluyen hasta teoría de redes y modelos de simulación, no obstante, presentaremos los de uso más generalizado. Son estos: el umbral de rentabilidad, el análisis de sensibilidad, el análisis de escenarios y la cuantificación del riesgo mediante medidas de dispersión.

## 2.1- Análisis del umbral de rentabilidad

Mediante el análisis del umbral de rentabilidad se determina el punto de equilibrio entre los ingresos provenientes de las ventas y los costos de producción, en otras palabras, el umbral de rentabilidad es el punto en que el valor de las ventas es igual a los gastos de producción. Se puede formular que, en el umbral de rentabilidad:

$$\text{ecuación de ventas} \quad y = px \quad (1)$$

$$\text{ecuación de costos} \quad y = vx + f \quad (2)$$

donde:

x = Volumen de producción en el Umbral de Rentabilidad

y = Ventas

p= Precio unitario

f = Costos fijos

v = Costos variables unitarios

sustituyendo (1) en (2)

$$px = vx + f$$

$$\therefore px - vx = f \Rightarrow x = f / p - v$$

De donde se concluye que, el umbral de rentabilidad, dependerá de la relación entre los costos fijos y la diferencia entre el precio y los costos unitarios variables, expresando el nivel de producción que es necesario alcanzar para poder cubrir los costos, pues para producciones inferiores al mismo se producirán pérdidas y, para producciones superiores, se comenzará a tener beneficios. Este se calcula para un año que se considere representativo o normal del funcionamiento del proyecto.

El modelo parte de varios supuestos, entre los que se destacan:

- Comportamiento lineal de las curvas de ingresos y costos lo que, en general, se considera una buena aproximación, aún cuando el comportamiento no sea lineal.
- Los precios de venta son constantes.
- Los precios de los insumos y restantes componentes del costo de producción son constantes.

- La composición de las ventas es constante.

### Ejemplo ilustrativo

Considere un proyecto de producción de equipos de ventiladores para el hogar, con una capacidad de producción anual de 100 mil unidades y en que además se conoce:

Precio = 80 dólares

Costo variable unitario = 20 dólares

Costo fijo = 1,2 millones de dólares

### Solución

$$x = f / p - v$$

$$x = \$1,2 \text{ millones} / \$80 - \$20 = \$1,2 \text{ millones} / \$60 = 20 \text{ mil}$$

¿Qué significa este resultado? Significa que se requieren producir 20 mil ventiladores para alcanzar el umbral de rentabilidad, por lo que solo se comenzarán a obtener beneficios para producciones superiores a esta cifra, es decir, al 20 % de aprovechamiento de la capacidad (20 mil / 100 mil).

En ocasiones lo que interesa conocer es a que por ciento de aprovechamiento de la capacidad es que se logra el umbral de rentabilidad o punto de equilibrio. Para ello, solo basta con transformar la fórmula anterior considerando en el denominador las ventas totales en lugar del precio, y los costos variables totales en lugar del costo variable unitario, es decir:

$$x = f / y - Cv$$

donde:

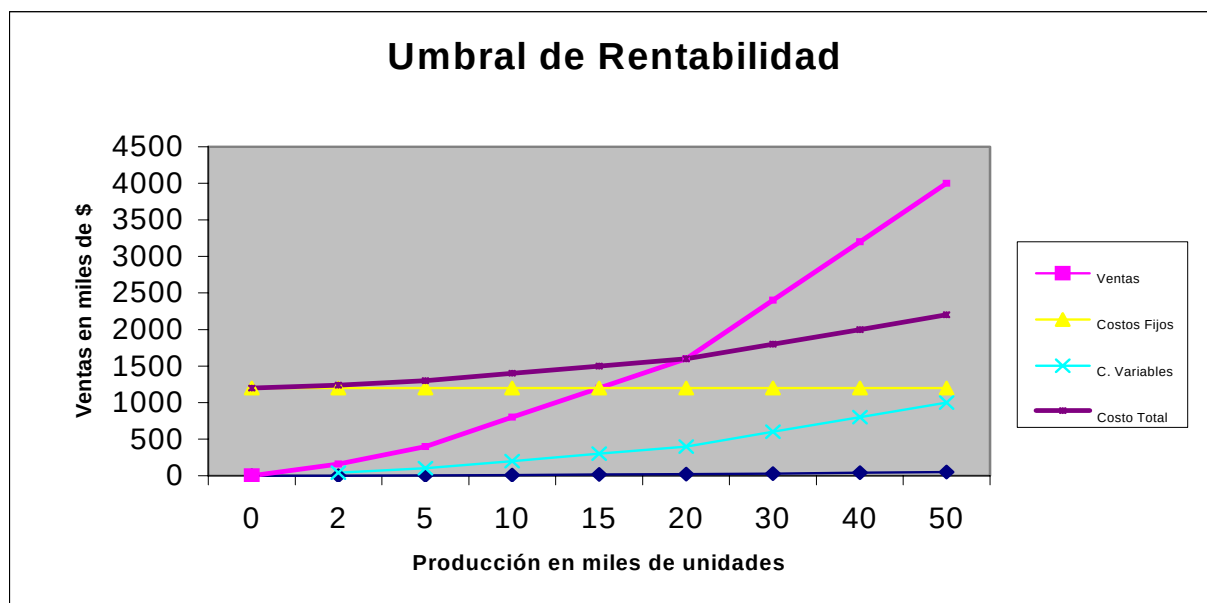
Cv = costos variables totales

$$x = \$1,2 \text{ millones} / \$8 \text{ millones} - \$2 \text{ millones} = \$1,2 \text{ millones} / 6 \text{ millones} = 20 \%$$

Desde el punto de vista gráfico, el umbral de rentabilidad viene determinado por el punto donde se cortan la recta  $y = px$  y la recta  $y = vx + f$  (ver Gráfico 19).

Como se puede apreciar, las curvas que representan el costo total y las ventas se cortan exactamente para una producción de 20 mil unidades y un ingreso por ventas de \$1600 miles de pesos, que constituye el umbral de rentabilidad o punto de equilibrio del proyecto.

GRÁFICO 19



De otra parte, el análisis de la relación existente entre los costos fijos, el precio y los costos variables que se establece en la fórmula  $x = f / p - v$ , permite arribar a las siguientes conclusiones:

- No es conveniente un umbral de rentabilidad elevado, pues esto hace a la empresa muy vulnerable a los cambios en los niveles de producción, debido a que a mayor umbral de rentabilidad menor margen de seguridad (diferencia entre el umbral de rentabilidad y el volumen máximo posible de ventas), es decir, aumenta el riesgo.
- Mientras mayor sea el margen entre el precio y los costos variables unitarios menor será el umbral de rentabilidad.
- Mientras más alto sean los costos fijos más alto será el umbral de rentabilidad, de mantenerse los otros factores constantes, esto tiene el beneficio de un mayor apalancamiento operativo, pero también mayor riesgo, tal como se postuló anteriormente.

En este contexto, resulta de interés el concepto de apalancamiento operativo, el que se deriva de que para la empresa no es indiferente cualquier estructura de costos, pues en la medida en que es mayor la participación de los costos fijos en sus costos de producción, mayor es el apalancamiento operativo, esto significa que a mayor por ciento de costos fijos mayor será la rentabilidad de la empresa una vez recuperados los mismos. Es por este motivo que el apalancamiento operativo se define como la relación entre el por ciento de crecimiento de los beneficios y el por ciento de crecimiento de las ventas, o en otras palabras, mientras mayor sea el apalancamiento operativo, mayor será el por

ciento de crecimiento de los beneficios por cada 1 % de crecimiento de las ventas, una vez superado el umbral de rentabilidad.

A los efectos de facilitar la comprensión del concepto de apalancamiento operativo se presenta un ejemplo ilustrativo de cómo varía este ante diferentes estructuras del costo.

### Ejemplo ilustrativo

| CASO I           |       | 20X0   | 20X1   | Incremento | % de Incremento |
|------------------|-------|--------|--------|------------|-----------------|
| Ventas           |       | \$1000 | \$2000 | \$1000     | 100 %           |
| Costos Fijos     | \$600 |        | \$600  |            |                 |
| Costos Variables | 100   |        | 200    |            |                 |
| Costos Totales   |       | 700    | 800    | 100        | 14 %            |
| Beneficios       |       | 300    | 1200   | 900        | 300 %           |

| CASO II          |       | 20X0   | 20X1   | Incremento | % de Incremento |
|------------------|-------|--------|--------|------------|-----------------|
| Ventas           |       | \$1000 | \$2000 | \$1000     | 100 %           |
| Costos Fijos     | \$400 |        | \$400  |            |                 |
| Costos Variables | 300   |        | 600    |            |                 |
| Costos Totales   |       | 700    | 1000   | 300        | 43 %            |
| Beneficios       |       | 300    | 1000   | 700        | 233 %           |

Apalancamiento Operativo Caso I =  $300 \% / 100 \% = 3$

Apalancamiento Operativo Caso II =  $233 \% / 100 \% = 2,33$

Como se evidencia es mayor el apalancamiento operativo del Caso I, debido a la mayor participación de los costos fijos en los costos totales. Esto significa que, en este caso, una vez superado el punto de equilibrio es mayor la rentabilidad que en el Caso II, pues ya se han recuperado los costos fijos y el costo de cada peso de venta adicional sólo dependerá de los costos variables los que son muy inferiores a los del Caso II. No obstante, también es preciso subrayar que en el Caso I hay un mayor riesgo, lo que se expresa en un mayor umbral de rentabilidad.

Umbral de Rentabilidad Caso I =  $\$600 / \$ 1000 - \$100 = 67 \%$

Umbral de Rentabilidad Caso II =  $\$400 / \$ 1000 - \$300 = 56 \%$

En el primer caso el umbral de rentabilidad es del 67%, lo que significa que es precisamente a partir de ese nivel de aprovechamiento de la capacidad que se cubren los costos y se comienzan a tener beneficios. En el segundo caso esto se logra con un 56 % de aprovechamiento de la capacidad, por lo que el margen de seguridad es del 44 %, mientras que en el primer caso es del 33 %.

Discutidos estos conceptos se está en condiciones de proceder a dar respuesta a la segunda pregunta del Estudio de Caso Planta Procesadora de Frijol de Soja, iniciado en el capítulo anterior.

### Solución Estudio de Caso Planta Procesadora de Frijol de Soja

A tal efecto se considerará el año 5 como representativo o normal, al encontrarse el proyecto estabilizado a plena capacidad. Para su cálculo se toman como base los datos de los Cuadros 3.2 y 3.5, en los que se tiene:

Ingresos = \$ 101400 miles de pesos

Costos fijos = 8589 miles de pesos

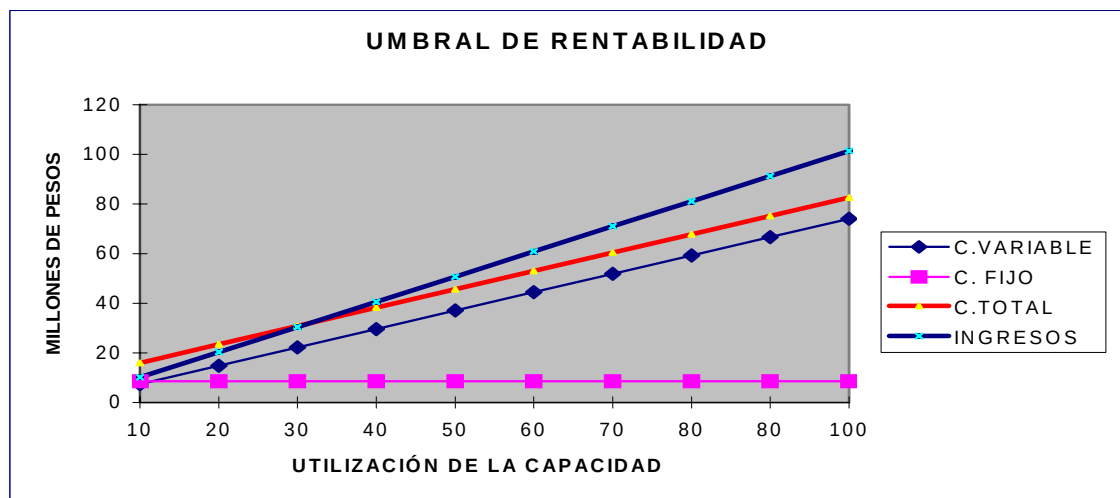
Costos variables = 74040 miles de pesos

$$\therefore x = 8589 / (101400 - 74040) = 8589 / 27360 = 0,31$$

$$x = 31 \%$$

El umbral de rentabilidad es del 31 %, lo que significa que a partir de este nivel de aprovechamiento de la capacidad, este proyecto cubre sus costos y comienza a generar utilidades (ver Gráfico 20).

GRÁFICO 20



No obstante, este es el umbral de rentabilidad contable, el que no considera el costo de oportunidad del capital, sino que el costo de inversión se considera en los costos fijos mediante la depreciación. Resulta también de importancia calcular el umbral de rentabilidad económico, el que al incluir el costo de oportunidad del capital en lugar de la depreciación, incluye en los costos el rendimiento mínimo exigido al proyecto.



### Cálculo del Umbral de Rentabilidad Económico

Para poder calcular el umbral de rentabilidad económico, se requiere calcular cual es el importe anual que por concepto de costo del capital debe generar el proyecto, en otras palabras, cuanto debe producir anualmente un capital de 40 millones (capital social) invertido durante 10 años (vida útil del proyecto) al 12 % (costo de oportunidad del capital para el inversionista).

A los efectos de determinar un flujo de ingresos constantes durante n años, se puede utilizar la fórmula ya estudiada del cálculo de la TIR para flujos de caja constantes:

$$\text{TIR} \Rightarrow -I + FC a_{n|r} = 0$$

despejando FC tenemos que:

$$FC = I / a_{n|r}$$

$$FC = 40 \text{ millones} / a_{10|0,12}$$

$$FC = 40 \text{ millones} / 5,6502 = 7079 \text{ miles de pesos}$$

Es decir que, 40 millones de pesos invertidos al 12 % durante 10 años deben rendir anualmente una cantidad constante de 7079 miles de pesos, pues según las tablas financieras para  $n = 10$  y  $r = 12 \%$ , el valor de  $a_{10|0,12} = 5,6502$

Dado que al utilizar el método contable, se utilizó la depreciación en lugar del costo de oportunidad, lo que es suficiente para recuperar la inversión inicial pero no para cubrir el costo de oportunidad, se requiere deducir de los costos fijos la depreciación y en su lugar considerar el costo de oportunidad.

En el Cuadro 3.4 ya fue calculada la depreciación, la que ascendió a 3253 miles de pesos anuales, esta constituye una cifra muy inferior a los 7079 miles de pesos de costo de capital, lo que significa que al calcular el umbral de rentabilidad contable implícitamente se estaría incurriendo en una pérdida de 3826 miles de pesos.

De acuerdo a lo anterior el umbral de rentabilidad ascendería al 45 %:

$$x = 8589 - 3253 + 7079 / (101400 - 74040) = 12415 / 27360$$

$$x = 45 \%$$

Sin embargo, esta es una simplificación que permite obtener una cierta aproximación, el umbral de rentabilidad económico es en realidad algo superior, debido a que este umbral presupone un cierto nivel de ganancias, pues al considerar el costo de oportunidad del capital en lugar de la depreciación, se esta garantizando no solo la recuperación del capital invertido, sino la rentabilidad mínima exigida por el inversionista y por estas utilidades hay que pagar impuestos, es decir, en este caso desde el punto de vista fiscal solo se esta autorizado a imputar como costo de depreciación 3253 miles de pesos, mientras que el costo de oportunidad del capital asciende a 7080 miles de pesos.

En la práctica esto significa, que mientras en el umbral de rentabilidad contable no había que considerar los impuestos pues por definición este corresponde al punto en que los ingresos son iguales a los costos, consecuentemente de cero ganancias, en el umbral de rentabilidad económico es preciso calcular el nivel de utilización de la capacidad en que se obtienen los ingresos necesarios para garantizar no solo el costo de oportunidad del capital, sino además, el pago de los impuestos a que obliga este nivel de utilidades. A partir de estas consideraciones el umbral de rentabilidad económico ascendería al 51,37%.

$$x = 8589 - 3253 + 7079 + 1640 / (101400 - 74040) = 14055 / 27360$$

$$x = 51,37\%$$

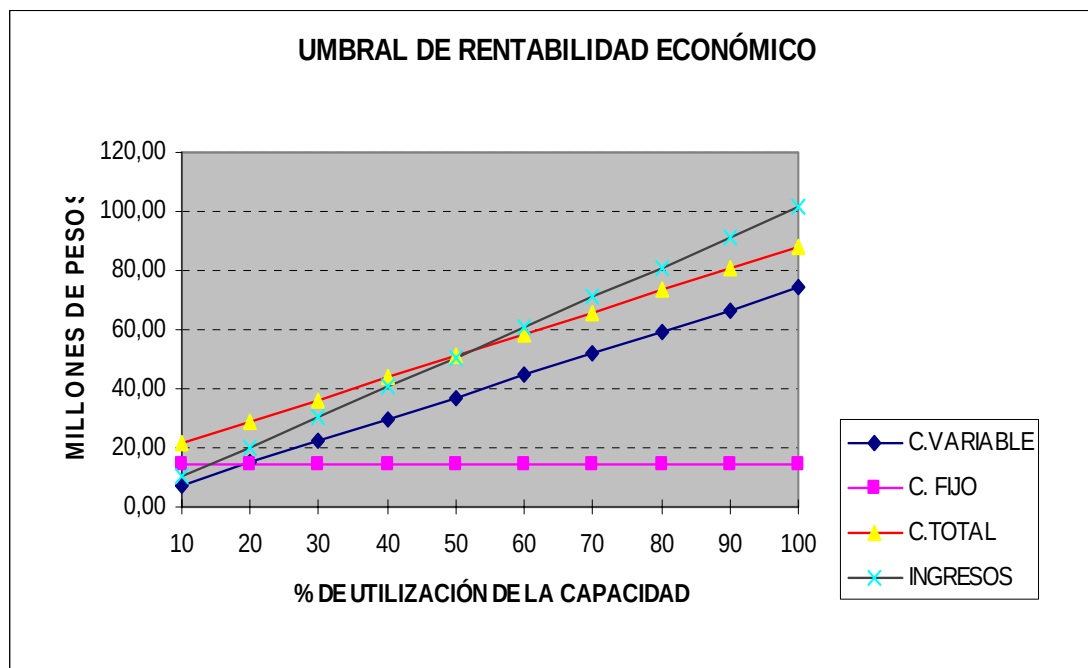
Esto se comprueba fácilmente si se calcula el punto donde se cortan las curvas de ingresos y costos como se aprecia a continuación:

| CUADRO 7.1.- FLUJO DE CAJA ANUAL EQUIVALENTE, CASO PLANTA PROCESADORA DE FRIJOL DE SOJA |          |            |                |                      |                         |              |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|----------------|----------------------|-------------------------|--------------|---------------|
| Unidad de Medida: Mil Pesos                                                             |          |            |                |                      |                         |              |               |
| % Utilización<br>Capacidad                                                              | Ingresos | Costo Fijo | Costo Variable | Costo de Oportunidad | Impuestos <sup>39</sup> | Total Costos | Flujo de Caja |
| 0,00                                                                                    | -        | 5336       | -              | 7079                 | -                       | 12416        | -12415        |
| 40,00                                                                                   | 40560    | 5336       | 29616          | 7079                 | 707                     | 42738        | -2178         |
| 51,37                                                                                   | 52089    | 5336       | 38034          | 7079                 | 1640                    | 52089        | 0             |
| 100,00                                                                                  | 101400   | 5336       | 74040          | 7079                 | 5631                    | 92087        | 9313          |

<sup>39</sup> Para un nivel de utilización de la capacidad de 0%, pudo calcularse un impuesto negativo, si el sistema fiscal del país lo permite, observar además, que para un nivel de aprovechamiento de la capacidad del 40%, aunque el flujo de caja es negativo, se pagan 707 mil pesos por concepto de impuesto sobre utilidades, al respecto hay que tener presente que las utilidades a los efectos fiscales se calculan considerando el costo de depreciación y no el costo de oportunidad del capital.

Como se comprende, se le exige más al proyecto y esto hay que tenerlo en cuenta al decidir sobre su conveniencia, para definir si el umbral de rentabilidad es el adecuado al fijar la política de precios, pues a mayor precio menor umbral de rentabilidad, y viceversa. En este caso el umbral asciende al 51,37 %, el que constituye un valor relativamente alto, no obstante aceptable, si se considera que a este nivel de aprovechamiento de la capacidad se cubren no solo los costos, sino además el nivel de rentabilidad mínimo exigido al proyecto. El Gráfico 21 muestra el umbral de rentabilidad económico.

GRAFICO 21



## 2.2- Análisis de Sensibilidad

Mediante el análisis de sensibilidad se determina cómo influye en el proyecto la variación de las principales variables que lo conforman: precios, costos de producción, costos de inversión, mercado, etcétera. Para su cálculo se establece cómo varía un indicador (VAN, TIR, PR, etcétera), ante el cambio de una variable en particular, por ejemplo, el precio de un producto o servicio. Con este fin se utilizan, generalmente, dos procedimientos:

- Pronóstico de especialistas.- Consiste en pedir al personal especializado de la empresa pronósticos pesimistas y optimistas sobre el posible comportamiento de la variable en cuestión,<sup>40</sup> por ejemplo, a especialistas del departamento de investigación de mercados si se trata de conocer el posible comportamiento de los precios.

<sup>40</sup> R. Brealey and S. Myers; ob. cit., p. 258.

- Valores críticos de las variables.- A tal efecto se calculan los valores críticos de las variables, es decir, el valor de las diferentes variables que igualan a cero el VAN del proyecto, o a un determinado valor el indicador que se considere, por ejemplo, un periodo de recuperación de la inversión máximo.

#### Análisis de Sensibilidad del Proyecto Planta Procesadora de Frijol de Soja

En los resultados y análisis realizados en relación con el Estudio de Caso, se a puesto de manifiesto que, las principales variables que inciden en el proyecto de referencia son: el costo de la materia prima, los precios de los productos y el aprovechamiento de la capacidad. Digamos que, a los efectos de utilizar el primero de los procedimientos antes señalados para el análisis de sensibilidad, usted pide a los especialistas, pronósticos optimistas y pesimistas sobre el comportamiento de estas variables, obteniendo los resultados que se presentan en el Cuadro 7.2.

CUADRO 7.2- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

UM: Miles de Pesos

| VARIABLE                | Indicador: V |          |           | A N       |          |           |
|-------------------------|--------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
|                         | Pesimista    | Esperado | Optimista | Pesimista | Esperado | Optimista |
| Precio Frijol Soja (US) | 270          | 230      | 190       | - 4249    | 39444    | 83136     |
| Precio Harina C A (US)  | 150          | 200      | 250       | 9751      | 39444    | 69136     |
| Cuota de Mercado (%)    | 60           | 100      | 100       | 1663      | 39444    | 39444     |
| Precio del Aceite (US)  | 400          | 500      | 600       | 20009     | 39444    | 58879     |
| Precio Harina C H (US)  | 400          | 450      | 500       | 35125     | 39444    | 43762     |
| Precio Soja Text.(US)   | 400          | 600      | 700       | 2733      | 39444    | 57799     |

Como se puede apreciar, la única variable peligrosa en el proyecto es el precio del frijol de soja, al obtenerse un VAN negativo de 4249 miles de pesos de aumentar el precio de la TM de frijol de soja hasta el límite de 270 US dólares. Esto presupone estudiar en profundidad esta variable y precisar la probabilidad de que una situación de esta naturaleza pudiera presentarse. En cuanto a las otras variables ninguna se puede considerar peligrosa y aún con los pronósticos pesimistas ofrecen un VAN positivo. El análisis de sensibilidad presentado se realizó utilizando el programa de computación que se acompaña al presente texto, pues se comprende que un análisis como este presupone calcular 12 nuevas variantes de proyecto, lo que es posible hoy -apenas en minutos- con la ayuda de esta importante herramienta de trabajo, que de no disponerse hubiera conllevado un buen número de días para su cálculo.

Si el análisis de sensibilidad se realiza según el segundo procedimiento, es decir, atendiendo al cálculo de los valores críticos de las variables, es conveniente utilizar también el programa de computación para calcular los valores que hacen el VAN = 0. Estos serían para el Estudio de Caso los siguientes:

CUADRO 7.3- VALORES CRÍTICOS QUE HACEN EL VAN = 0

| VARIABLE                                      | VALOR  |
|-----------------------------------------------|--------|
| Precio Frijol de Soja (US)                    | 266,11 |
| Precio Harina de Soja Consumo Animal (US)     | 133,58 |
| Utilización de la Capacidad (%) <sup>41</sup> | 58,22  |
| Precio del Aceite (US)                        | 297,05 |
| Precio de la Soja Texturizada (US)            | 385,11 |
| Tasa de Cambio                                | 2,57   |

Como se evidencia en el Cuadro, los valores críticos obtenidos están en correspondencia y a su vez complementan, los resultados obtenidos en el análisis anterior, no obstante, resulta de interés comentar la tasa de cambio, que fue una variable no considerada anteriormente. Al respecto, la tasa de cambio esperada, es decir, aquella que viene dada en los datos del problema es de 5 pesos por dólar, sin embargo, al bajar esta tasa disminuye el valor del VAN, el que se llega a hacer 0 para una tasa de cambio de 2,57 pesos por dólar aproximadamente. En esta última situación se puede comprobar, además; que la inversión requerida sería de solo 26449 miles de pesos, por tanto, no se necesita de crédito, puesto que quedaría un excedente de capital social de 13551 mil pesos.

Se concluye entonces que, como variables que pueden afectar el éxito del proyecto hay que prestar atención a la posibilidad de que pueda aumentar excesivamente el precio del frijol de soja o se produzca una reducción importante en el valor de la tasa de cambio.

### Ventajas y Limitaciones del Análisis de Sensibilidad

Entre las ventajas del análisis de sensibilidad se destacan las siguientes:

- Permite identificar las variables fundamentales del proyecto.
- Cuantifica el impacto de cada variable.
- Revela dónde es más conveniente buscar información adicional.

Su limitación está implícita en las características del método, pues este requiere considerar cada variable por separado, es decir, la independencia de las variables para poder medir cómo influye cada una de ellas en el proyecto, y aunque nadie duda lo útil que resulta conocer las variables que más impactan en el proyecto (principal ventaja del método), el supuesto de la independencia de las variables constituye, al mismo tiempo, su principal limitación, ya que en la vida real las variables son dependientes entre si, están correlacionadas, por ejemplo, si aumentan los precios de los productos a vender debido a

<sup>41</sup> Este cálculo difiere del punto de equilibrio económico 51,37 %, debido a que no está calculado en las mismas condiciones, pues toma en consideración el impacto del financiamiento mediante crédito, se considera que el primer año se trabaja al 50% de la capacidad instalada, se incluye el valor residual, reposición de equipos, etcétera; en otras palabras el umbral de rentabilidad está calculado para un año representativo y el valor crítico del 58,22% es un promedio de toda la vida útil de la planta.

la inflación, lo lógico es suponer que la inflación también afecte los precios de los insumos y, por tanto, también aumenten los costos.

En el caso del procedimiento pronóstico de los especialistas, este tiene la limitación adicional que se derivada del carácter subjetivo de estos pronósticos, pues el concepto de pesimista u optimista puede asumir diferentes magnitudes para especialistas diferentes.

## 2.3- Análisis de escenarios

Precisamente, el hecho de que -en general- las variables sean dependientes, estén correlacionadas, ha condicionado el desarrollo del método de análisis de escenarios, dirigido a considerar combinaciones factibles de alternativas, lo que facilita al que toma las decisiones valorar diferentes pero consistentes combinaciones de variables.

### Análisis de escenarios del proyecto Planta Procesadora de Frijol de Soja

Para el análisis de escenarios sólo basta evaluar el proyecto para las condiciones del nuevo escenario proyectado. Así, se plantea en el Estudio de Caso la posibilidad del siguiente escenario recesivo:

- Reducción de la demanda a un 90 % de la capacidad instalada.
- Aumento del precio de las maquinarias y equipos en un 10 %.
- Incremento del fondo de salarios en un 20 %.

### Solución

UM: Miles de Pesos

| <u>Variables</u>                | <u>Escenario Base</u> | <u>Escenario Proyectado</u> |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Utilización de la Capacidad (%) | 100                   | 90,0                        |
| Costo Maquinarias y Equipos     | 7000                  | 7700,0                      |
| Salario Anual                   |                       |                             |
| Técnicos                        | 60                    | 72,0                        |
| O. Calificados                  | 36                    | 43,2                        |
| O. No Calificados               | 24                    | 28,8                        |
| Trabajadores Indirectos         | 48                    | 57,6                        |

Utilizando el programa de computación adjunto se procedió a evaluar el proyecto bajo el nuevo escenario, obteniéndose los siguientes resultados:

|       | <u>Escenario Base</u> | <u>Escenario Proyectado</u> |
|-------|-----------------------|-----------------------------|
| VAN = | 39444 miles de pesos  | 26004 miles de pesos        |
| TIR = | 28 %                  | 23 %                        |
| PR =  | 3,59 años             | 4,19 años                   |

Indicativos de que, aunque disminuye el valor de todos los indicadores, el proyecto sigue siendo eficiente.

## 2.4- Cuantificación del riesgo mediante medidas de dispersión

La evaluación de un proyecto requiere calcular los flujos de caja del mismo para un periodo de varios años. Ello, presupone pronosticar las condiciones del entorno en que éste operará, es decir, proyectar también su contexto socioeconómico. Obviamente, en la medida en que sea mayor el plazo a que se está proyectando, menor precisión se tendrá en el pronóstico realizado, es decir, menor será la certeza de las estimaciones que se realicen.

El grado de incertidumbre que comporta la evaluación de un proyecto se puede definir y medir mediante una distribución de probabilidad, en que a cada flujo de caja se le atribuye una probabilidad de ocurrencia.

Por ejemplo, considere que en un año  $j$  cualquiera se pueden obtener para los proyectos A y B los siguientes flujos de caja para diferentes posibles escenarios:

| Flujo de Caja Año $j$        |                     |                   |                   |
|------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Estado de la Economía</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Proyecto A</i> | <i>Proyecto B</i> |
| Recesión                     | 20 %                | 5000              | -1000             |
| Normal                       | 60 %                | 10000             | 10000             |
| Expansión                    | 20 %                | 15000             | 21000             |

Nótese que, los diferentes valores del flujo de caja para cada proyecto guardan relación con el estado de la economía y, tienen asociadas diferentes probabilidades de ocurrencia. Así, por ejemplo, el proyecto A tiene un flujo de caja esperado de 5000 pesos con una probabilidad de ocurrencia del 20 % si la economía está en recesión, mientras que el B dará un flujo de caja negativo de 1000 pesos, con igual probabilidad. Al hallar la esperanza matemática o valor esperado del flujo de caja para el año  $j$  se tiene que:

$$\text{Proyecto A} \Rightarrow \epsilon_{FCj} = 0.20 * 5000 + 0,60 * 10000 + 0,20 * 15000 = 1000 + 6000 + 3000 = 10000$$

$$\text{Proyecto B} \Rightarrow \epsilon_{FCj} = 0.20 * -1000 + 0,60 * 10000 + 0,20 * 21000 = -200 + 6000 + 4200 = 10000$$

Es decir que, los flujos de caja obtenidos para ambos proyectos son absolutamente iguales, sin embargo, no son igualmente inciertos, pues los resultados del proyecto B son más dispersos, lo que presupone que tiene más riesgo, pues pueden suceder más incidencias que en el A. Por su parte, los resultados del proyecto A son menos dispersos, se desvían menos de la media, por tanto, son más ciertos, tienen menos riesgo.

### El VAN esperado y la varianza del VAN

Al introducir los conceptos de probabilidad y de medidas de dispersión en el cálculo del VAN se obtiene el VAN Esperado y la Varianza del VAN, que constituye un procedimiento más refinado de considerar el riesgo en la evaluación y selección de proyectos de inversión.

Para el cálculo del VAN Esperado se consideran los flujos de caja del proyecto como variables aleatorias con una determinada función de distribución, de forma tal que las proyecciones de los flujos de caja se corresponden con la media o esperanza matemática de dicha variable aleatoria, añadiéndosele el riesgo asociado a la misma por medio de la varianza.

Para definir el modelo matemático para calcular el VAN Esperado, se parte de la fórmula ya conocida de:

$$VAN = -I + \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

Dado que  $FC_j$  es una variable aleatoria con determinada distribución de probabilidad, cada flujo de caja tiene su media y su varianza. En general, se supone que el costo de inversión  $I$  (al ejecutarse en el año) es perfectamente conocido, es decir, no es una variable aleatoria. Sin embargo, lo que interesa en última instancia es el cálculo de la esperanza matemática o valor esperado y la varianza de la variable aleatoria VAN, que es la que nos permite decidir sobre la conveniencia o no de una determinada inversión. Además; una vez conocido el valor esperado y la varianza del VAN, se pueden hacer pronósticos sobre la probabilidad de que el VAN sea mayor o menor a un determinado valor especificado previamente.

A los efectos de hallar el Valor Esperado y la Varianza del VAN, se asume la hipótesis de la normalidad del VAN, que es la más aceptada en la práctica. En este caso, se requiere recordar que según el teorema central del límite, la suma de variables aleatorias independientes tiende a la distribución normal cuando el número de sumandos tiende al infinito. La convergencia de este teorema es bastante rápida y por ello cuando el número de sumandos es igual o superior a 10 se puede utilizar la aproximación a la distribución normal, para la que se requiere conocer solo la media y la desviación típica.

La esperanza matemática de una suma de variables aleatorias es igual a la suma de las esperanzas matemáticas de cada una de dichas variables.

$$\therefore E(VAN) = -I + \frac{E(FC_1)}{(1+k)^1} + \frac{E(FC_2)}{(1+k)^2} + \dots + \frac{E(FC_n)}{(1+k)^n}$$



$$\therefore \in VAN = - I + \sum_{j=1}^n \in(FC_j) / (1 + k)^j$$

y en que:

$$\in(FC) = \sum_{r=1}^h FC_j^r P_j^r$$

donde:

$FC_j^r$  = Valor que puede tomar el flujo de caja según la probabilidad  $r$  en el año  $j$

$P_j^r$  = Probabilidad de ocurrencia  $r$  en el año  $j$

### La varianza del VAN

La varianza de una variable aleatoria se define como la media aritmética ponderada de las desviaciones cuadráticas de dicha variable en relación con su valor medio. De acuerdo a esta definición la varianza de un flujo de caja dado, para un año  $j$ , se expresará como sigue:

$$\sigma^2(FC_j) = \sum_{r=1}^h (FC_j^r - \in(FC_j^r))^2 P_j^r$$

donde:

$\sigma^2(FC_j)$  = Varianza de los flujos de caja del año  $j$

$\in(FC_j^r)$  = Esperanza matemática de  $FC_j$

la desviación típica es la raíz cuadrada de la varianza:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2(FC_j)}$$

Para el cálculo de la varianza del VAN cuando los flujos de caja son independientes se requiere recordar que:

1. La varianza de una suma de variables aleatorias es igual a la suma de las varianzas de estas variables aleatorias.
2. La varianza de una constante es igual a 0.
3. La varianza del producto de una constante por una variable es igual al cuadrado de la constante por la varianza de la variable.

∴ si

$$\epsilon_{VAN} = -I + \frac{\epsilon(FC_1)}{(1+k)^1} + \frac{\epsilon(FC_2)}{(1+k)^2} + \dots + \frac{\epsilon(FC_n)}{(1+k)^n}$$

$$\sigma^2(VAN) = 0 + \sigma^2(FC_1) / (1+k)^2 + \sigma^2(FC_2) / (1+k)^4 + \dots + \sigma^2(FC_n) / (1+k)^{2n}$$

$$\sigma^2(VAN) = \sum_{j=1}^n \sigma^2(FC_j) / (1+k)^{2j}$$

### El Coeficiente de Variabilidad del VAN

Al seleccionar entre dos proyectos de inversión es evidente que entre dos inversiones con idéntico VAN, se seleccionaría aquella con una menor varianza, al tener menor riesgo. Mientras que, entre dos inversiones con igual varianza o desviación típica se decidiría por aquella con mayor VAN, al tener ambas el mismo riesgo. Sin embargo, puede presentarse la situación en que el proyecto que tenga el mayor riesgo, tenga también el mayor VAN, situación esta en que ya no resulta tan obvia la decisión, pues requiere definir hasta que punto aumentar el riesgo para aumentar la rentabilidad. Una solución cuando se presenta esta última situación es calcular el coeficiente de variabilidad del VAN, el que permite calcular el nivel de riesgo por unidad monetaria esperada y se calcula como:

$$v = \sigma(VAN) / \epsilon_{VAN}$$

donde:

v = Coeficiente de variabilidad del VAN

Este coeficiente como se aprecia, representa el grado de dispersión relativa por cada unidad de VAN Esperado, seleccionándose entre varios proyectos aquel al que le corresponda un menor coeficiente de variabilidad del VAN.

### Ejemplo ilustrativo

Considere un proyecto de inversión con las siguientes características:

Costo de Inversión: 8 mil pesos

Vida útil: 10 años

Flujos de caja constantes y con los siguientes valores:

| Estado de la Economía | Probabilidad | Valor |
|-----------------------|--------------|-------|
| Recesión              | 20 %         | 1000  |
| Normal                | 60 %         | 1500  |
| Expansión             | 20 %         | 2000  |

Tasa de descuento: 10 %

Se pide determinar:

1. La esperanza y la varianza de los flujos de caja.
2. La esperanza , la varianza y la desviación típica del VAN.
3. La probabilidad de que la inversión sea rentable.
4. Si llamamos al presente, Proyecto A, cual Usted seleccionaría en comparación con un Proyecto B que tiene un coeficiente de variabilidad del VAN del 50 %.

### Solución

1 a) Cálculo del valor esperado de los flujo de caja

$$E(FC) = \sum_{r=1}^h FC_j^r P_j^r$$

$$E(FC) = 1000 * 0,20 + 1500 * 0,60 + 0,20 * 2000 = 1500$$

1 b) Cálculo de la varianza de los flujos de caja

$$\sigma^2(FC_j) = \sum_{r=1}^h (FC_j^r - E(FC_j^r))^2 P_j^r$$

$$\begin{aligned} (1000 - 1500)^2 * 0,20 &= 50000 \\ (1500 - 1500)^2 * 0,60 &= 0 \\ (2000 - 1500)^2 * 0,20 &= 50000 \\ \sigma^2(FC_j) &= 100000 \end{aligned}$$

2 a) Cálculo del valor esperado del VAN

Como los flujos de caja son constantes el valor esperado y la varianza de los flujos de caja serán iguales para todos los años del proyecto.

$$\therefore \text{VAN} = -I + \sum_{j=1}^n \frac{FC}{(1+k)^j}$$

$$\text{VAN} = -8000 + \sum_{j=1}^{10} \frac{1500}{(1+0,10)^j}$$

$$\text{VAN} = -8000 + 1500 a_{n|k} = -8000 + 1500 a_{10|0,10} = -8000 + 1500 * 6,145 = -8000 + 9217,5$$

$$\text{VAN} = 1217,5$$

2 b) Cálculo de la varianza y la desviación típica del VAN

$$\sigma^2(\text{VAN}) = \sum_{j=1}^n \frac{\sigma^2(FC_j)}{(1+k)^{2j}}$$

$$\sigma^2(\text{VAN}) = \sum_{j=1}^{10} \frac{100000}{(1+0,10)^{2j}}$$

$$\sigma^2(\text{VAN}) = \frac{100000}{1,1^2} + \frac{100000}{1,1^4} + \frac{100000}{1,1^6} + \frac{100000}{1,1^8} + \frac{100000}{1,1^{10}} + \frac{100000}{1,1^{12}} + \frac{100000}{1,1^{14}} + \frac{100000}{1,1^{16}} + \frac{100000}{1,1^{18}} + \frac{100000}{1,1^{20}}$$

$$\sigma^2(\text{VAN}) = \frac{100000}{1,21} + \frac{100000}{1,4641} + \frac{100000}{1,7716} + \frac{100000}{2,1436} + \frac{100000}{2,5937} + \frac{100000}{3,1384} + \frac{100000}{3,7975} + \frac{100000}{4,5950} + \frac{100000}{5,5599} + \frac{100000}{6,7275}$$

$$\sigma^2(\text{VAN}) = 82645 + 68301 + 56446 + 46650 + 38555 + 31863 + 26333 + 21763 + 17986 + 14864$$

$$\sigma(\text{VAN}) = \sqrt{\sigma^2(\text{VAN})} = 636,7$$

3. Probabilidad de que la inversión sea rentable

La probabilidad de que la inversión sea rentable supone que  $\text{VAN} \geq 0$ . Esta probabilidad se puede obtener tipificando y buscando el valor en las tablas de distribución normal, según el supuesto de independencia de los flujos de caja antes discutido.

$$P(VAN \geq 0) = P[(VAN - \bar{VAN}) / \sigma(VAN) \geq (0 - \bar{VAN}) / \sigma(VAN)]$$

$$P(VAN \geq 0) = P[z \geq (0 - 1217,5) / 636,7] = P(z \geq -1,91) = P(z \leq 1,91) = 0,9719$$

$$P(VAN \geq 0) = 97,19 \%$$

Por tanto, la probabilidad de que el VAN sea positivo es del 97,19 %, es decir, que sólo existe una probabilidad del 2,81 % de que este proyecto no resulte rentable.

### Coeficiente de variabilidad del VAN

$$v = \sigma(VAN) / \bar{VAN}$$

$$v = 636,7 / 1217,5 = 0,523 = 52,3 \%$$

Se seleccionaría el proyecto B al tener un menor coeficiente de variabilidad, o en otras palabras, menor nivel de incertidumbre por cada unidad monetaria esperada, pues  $50,0 \% < 52,3 \%$ .

## **3. PROBLEMAS**

1.- Ud. trabaja en el Sector de la construcción y se le pide evaluar la conveniencia de instalar una nueva planta en el Puerto del Maríel para la producción de hormigón, con el objetivo de satisfacer la demanda que durante los próximos 5 años se prevé generará la creación de una Zona Franca en dicho lugar.

La inversión en activos fijos es de 500 mil pesos y la planta se establece por 5 años. No obstante, estos equipos tienen una vida útil de 10 años. Para el cálculo de la depreciación se ha considerado el método lineal sin considerar valor residual al final de su vida útil. Se estima que al finalizar el negocio estos equipos se podrán vender por 300 mil pesos.

La inversión inicial en capital de trabajo se espera será de 200 mil pesos y se espera que crezca en 30 mil pesos en el año 1 y 20 mil el año 2. A partir de esta fecha se mantiene constante.

Las ventas previstas son de 1 millón de pesos en el año 1 y se proyecta crecerán al 10% anual, mientras que los costos de operación (antes de depreciación e impuestos) ascenderán a 800 mil pesos y se proyecta crecerán al 6% anual. El costo del capital en esta actividad es del 15%, después de considerar la inflación y el impuesto sobre utilidades es del 30%.

- a) Determine la conveniencia de llevar a cabo el negocio a partir del criterio VAN
- b) Convendría también el negocio a partir del criterio TIR?

2.- Usted es especialista de inversiones de la Industria del Caramelo y se le presenta la situación siguiente:

La fábrica de caramelos x cuenta con un equipamiento cuyo costo asciende a 3 millones de pesos y que aún tiene una vida útil de 5 años. Esta fábrica según los pronósticos realizados puede producir ingresos anuales antes de amortización e impuestos por un millón de pesos.

Dado el aumento de la demanda de caramelos existe la posibilidad de incrementar las capacidades existentes mediante la adquisición de equipos por 2 millones de pesos y que tiene una vida útil de 10 años. Esta ampliación le permitirá incrementar los ingresos anuales antes de depreciación e impuestos en un 60%. Ud. conoce además que el impuesto sobre utilidades es del 30%.

Los equipos se deprecian según el método de depreciación lineal sin considerar valor residual, aunque los equipos podrán ser vendidos al fin al del negocio con una ganancia por el 10% de su valor inicial.

El negocio se establece por cinco años y se conoce que existe otro proyecto alternativo a esta inversión con una tasa de rentabilidad del 20%. La tasa de interés a largo plazo es del 10%.

Se le pide:

- a) Determinar de acuerdo con los criterios VAN y TIR si se debe seguir explotando la fábrica en las condiciones actuales o se debe proceder a su ampliación
- b) Si la TIR del proyecto en base a Flujos de Caja Reales fuera del 18% y la tasa de descuento utilizada estuviera modificada por una tasa de inflación del 7,2%. Sería conveniente la inversión?
- c) Efectúe análisis de sensibilidad para un incremento de los ingresos del 80% en lugar del 60%

3.- Ud. trabaja en la Industria del cemento y se le encomienda evaluar una inversión para la ampliación de las capacidades existentes, para lo cual se efectuará una Asociación con un Empresario Mexicano por cinco años. A tal fin se requerirá realizar las siguientes inversiones:

|                        | Millones |
|------------------------|----------|
| Construcción y montaje | \$ 5     |
| Maquinarias y Equipos  | 9        |
| Equipos de Computación | 1        |

Como producto de esta inversión las ventas anuales de esta industria, antes de depreciación e impuestos, que eran de \$10 millones, pasarán a \$16 millones, mientras que los costos de operación crecerán de \$ 6 a \$ 7 millones (a precios constantes).

Esta ampliación requerirá igualmente que el capital de trabajo que era de 300 mil pesos antes de la ampliación, pase a 600 mil pesos en el año 0 y se estabilice en 800 mil a partir del año 1 en adelante.

Los activos fijos tienen una vida útil de 10 años, excepto los equipos de computación en que esta se estima en 4 años. Se utiliza el método de depreciación lineal. La tasa de descuento nominal es del 16,6%. Los activos fijos se venderán en 8 millones de pesos al terminar la asociación. Se pagará un impuesto sobre utilidades del 30%.

Se le pide:

a) Determinar a partir del VAN, la TIR y el PR la conveniencia de esta inversión considerando los 5 años que durará la asociación, conociendo que la tasa de inflación esperada es del 6% anual.

b) Al analizar los resultados del proyecto había incertidumbre con relación al precio del petróleo y al costo de transporte, debido a esto:

Se consultó a los especialistas del departamento de investigación de mercado, los que consideraron que el precio del petróleo podía aumentar en un 15% y el costo de transporte en el 10%, situación bajo la cual el VAN del proyecto se reduciría a 0,5 millones de pesos.

Otro análisis realizado valoró que de aumentar el precio del petróleo y el costo de transporte, la desviación típica del VAN ascendería a 400 mil pesos y que el coeficiente de variación del VAN para esta rama es de 1,1.

Qué tipo de análisis se ha realizado?

Cuál sería su recomendación según estos resultados? Fundamente su respuesta.

c) Hay alguna variable peligrosa en el proyecto?

4.- Ud. trabaja en la Industria del Mármol y se le presenta la situación siguiente:

La fábrica en que Ud. trabaja cuenta con un equipamiento cuyo costo asciende a 4 millones de pesos en activos fijos que aún tiene una vida útil de 5 años y 300 mil pesos en capital de trabajo. Esta fábrica según los pronósticos realizados puede producir ingresos anuales antes de amortización e impuestos por dos millones de pesos.

Dado el aumento de la demanda existe la posibilidad de incrementar las capacidades existentes mediante la adquisición de equipos por 2,5 millones de pesos y que tiene una vida útil de 10 años, mientras que el capital de trabajo debe ser incrementado en 200 mil pesos en el año 0 y 50 mil pesos en el año 1, permaneciendo constante a partir de dicho año. Esta ampliación le permitirá incrementar los ingresos anuales antes de depreciación e impuestos en un 70%. Ud. conoce además que el impuesto sobre utilidades es del 35%.

Los equipos se deprecian según el método de depreciación lineal sin considerar valor residual, aunque se conoce que los equipos podrán ser vendidos al fin del negocio con una ganancia por el 10% de su valor inicial.

El negocio se establece por cinco años y se le considera un costo de capital del 25%.

Se le pide:

- a) Determinar de acuerdo con el criterio VAN si se debe seguir explotando la fábrica en las condiciones actuales o se debe proceder a su ampliación.
- b) Si la TIR del proyecto en base a Flujos de Caja Reales fuera del 23 % y la tasa de descuento utilizada estuviera modificada por una tasa de inflación del 7 %. Sería conveniente la inversión? Por qué?
- c) Efectúe análisis de sensibilidad para un incremento de los ingresos del 50% en lugar del 70

5.- Ud. trabaja en la Industria del Vidrio y se le encomienda evaluar una inversión de ampliación por un monto de 6 millones en activos fijos.

Como producto de esta inversión las ventas anuales en efectivo de esta planta que ascendían a \$1,5 millones, pasarán a \$4,5 millones en el año 1, mientras que los costos de operación que eran de \$1 millón pasarán a \$2 millones en el año 1.

Esta inversión requerirá que el capital de trabajo que era de \$600 mil antes de la ampliación, pase a \$700 mil en el año 0 y se estabilice en \$800 mil a partir del año 1 en adelante.

El incremento de las ventas previstas para el año 1 se proyecta que crecerá al 10% anual, debido tanto al crecimiento de la producción como de los precios, mientras que los costos de operación se proyecta que crecerán según la tasa de inflación esperada que es del 7% anual. El costo del capital en esta actividad, al momento de hacer esta evaluación (año 0) es del 10% y el impuesto sobre utilidades del 30 %.

Los activos fijos tienen una vida útil de 10 años y se utiliza el método de depreciación lineal. Se le pide:

Determinar a partir del VAN, la TIR y el PR la conveniencia de esta inversión considerando que el negocio finaliza en 5 años.

6.- La Planta de leche en polvo donde Ud. trabaja es una industria moderna, con una inversión ascendente a \$3,2 millones en Maquinarias y equipos, \$270 mil en Equipos de transporte, \$30 mil en Equipos de computación y \$0,5 millones en Capital de trabajo. Los equipos de transporte y de computación son nuevos, mientras a las maquinarias y equipos les queda una vida útil de 8 años. La producción de la Planta, según los pronósticos realizados para los próximos 5 años, deberá tener (a precios constantes) el comportamiento siguiente:



|                                        | A     | ñ     |       | o     | S     |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| Ventas, Toneladas Métricas (TM)        | 20000 | 20000 | 20000 | 18000 | 17000 |
| Costos por TM (antes Dep. e Impuestos) | 70    | 70    | 70    | 70    | 70    |
| Precio por TM                          | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |

Según estudios realizados por el Departamento de Marketing, el comportamiento de la demanda aconseja proceder a modernizar y ampliar la fábrica en 10 mil TM, lo que permitirá obtener una capacidad de producción anual de 30 mil TM durante los próximos 5 años. Para ello, será necesario una inversión en el año actual (año 0) de \$1,3 millones en Maquinarias y equipos, \$150 mil en Equipos de transporte, \$60 mil en Equipos de computación y \$100 mil en Capital de trabajo.

Los resultados proyectados para este incremento de las capacidades es el siguiente:

|                                          | A     | ñ     |       | o     | S     |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| Ventas, Toneladas Métricas (TM)          | 10000 | 10000 | 10000 | 12000 | 13000 |
| Costos por TM (antes Depre. e Impuestos) | 60    | 60    | 65    | 65    | 70    |
| Precio por TM                            | 100   | 105   | 110   | 110   | 130   |

Las maquinarias y equipos tienen una vida útil de 10 años, los equipos de transporte de 6 años y los equipos de computación de 4 años. Se utiliza el método de depreciación lineal. La tasa de descuento (real) es del 10 %. Se pagará un impuesto sobre utilidades del 30%.

Se le pide:

- Determinar a partir del VAN y el PR la conveniencia de esta inversión a partir de los resultados de los próximos 5 años, conociendo que la tasa de inflación esperada es del 6 % anual.
- ¿Sería conveniente esta inversión si la TIR (nominal) fuera del 15 %? Por qué?

7.-Al analizar un proyecto en condiciones de incertidumbre se obtuvieron los siguientes resultados:

| Pronóstico                    | V A N(mil \$) |           |           |           |
|-------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Variables                     | Pesimista     | Optimista | Pesimista | Optimista |
| Precio de la leche fresca(TM) | \$ 45         | \$ 30     | \$100     | \$ 220    |
| Precio del Combustible (TM)   | \$ 200        | \$ 150    | \$ -30    | \$ 120    |

En otros análisis realizados se determinó que debía subir tanto el precio de la leche como el del combustible, situación en que se lograría un VAN esperado de \$150 mil, con una desviación típica de \$75 mil. Se considera que para esta rama un coeficiente de variación del VAN de 0,6 es aceptable.

- a) Qué métodos se han utilizado?
- b)Cuál sería su recomendación según estos resultados? Fundamente su respuesta.
- c) Hay alguna variable peligrosa en el proyecto?

8.- Ud. trabaja en una base de Taxis y se le pide evaluar a partir del VAN, la TIR y el PR, la conveniencia de sustituir 6 de los taxis existentes, por automóviles más modernos y eficientes. Los nuevos automóviles tienen un costo de 18 mil dólares cada uno y se calcula tendrán un valor de mercado de 15 mil dólares cada uno después de transcurrir 2 años de uso.

La vida útil de los taxis es de 6 años y se utiliza un sistema de depreciación lineal sin considerar valor residual. Los taxis a sustituir tienen un valor en libros de 4 mil dólares cada uno y se les estima 2 años más de vida útil, no obstante, pueden ser vendidos en la actualidad por 8 mil dólares cada uno, valor este último que se reducirá a 4 mil dólares por taxi dentro de 2 años.

Con los nuevos automóviles no varían los ingresos anuales por equipo, que se estiman en 10 mil dólares anuales si los costos de operación que se reducen de 6 mil a 4 mil dólares anuales.

Considere un impuesto sobre utilidades del 35% y una tasa de descuento del 10%.  
Efectúe análisis de sensibilidad:

- a) Si el ingreso por automóvil nuevo aumenta de 10 mil a 11 mil dólares.
- b) Si el costo de operación por equipo se reduce solo de 6 mil a 5 mil dólares

9.- La Cooperativa “El Guarapo”, tiene una superficie de 1250 hectáreas de caña de azúcar y un rendimiento anual de 50 TM por hectárea. El precio de la TM de caña es de 20 pesos y los costos anuales (antes de amortización e impuestos) ascienden a \$ 1,1 millón de pesos.

Para incrementar sus rendimientos la Cooperativa esta estudiando la posibilidad de instalar un sistema de regadío en parte de las tierras en explotación, para lo cual requiere hacer una inversión de 620 mil pesos y que debe permitirle incrementar los rendimientos en un 40% en el primer año y un 60% a partir del segundo año, mientras que los costos anuales antes de amortización e impuestos se elevarán a 1,3 millones de pesos.

La cooperativa cuenta con un parque de combinadas y tractores en explotación desde hace dos años, cuyo costo de adquisición es de 120 mil pesos. No obstante, para poder hacer frente a este incremento debe adquirir una nueva combinada con un precio de 36 mil pesos.

La vida útil de los equipos (tractores, combinadas, equipos de regadío) es de seis años. Para el cálculo de los costos se sigue un sistema de depreciación lineal, en que no se le determinó a los tractores y combinadas el valor residual, aunque se estima que estos pueden ser vendidos al final de su vida útil por el 10% de su valor, constituyendo un

beneficio a los efectos fiscales, mientras que a los equipos de riego se le determinó un valor residual de \$20 mil.

Conociendo que el impuesto sobre utilidades es del 30% y la tasa de actualización del 10% se le pide realizar un estudio que abarque los próximos 6 años, a los efectos de determinar la conveniencia de llevar a cabo esta inversión. A tal efecto determine:

a) El Umbral de Rentabilidad Contable y el Umbral de Rentabilidad Económico, conociendo que los costos antes de depreciación e impuestos se estructuran en 40% de costos fijos y 60% de costos variables.

b) Efectuar análisis de sensibilidad

Si el criterio de los expertos para las principales variables es el siguiente:

| <u>Variable</u>                                | <u>Pesimista</u> | <u>Optimista</u> |
|------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Incremento del Rendimiento año 2 al 6          | 40%              | 70%              |
| Precio de la Tonelada de caña (pesos)          | \$ 15            | \$25             |
| Costos de Operación con proyecto (mil dólares) | 1400             | 1200             |
| Costo de Inversión Equipo de Regadío           | 1000             | 500              |
| Hectáreas de caña en explotación               | 1000             | 1250             |

c) Determine valores críticos de las variables anteriores que haga el VAN =0

d) Evaluar según el VAN y la TIR los posibles escenarios siguientes:

| <u>Variable</u>                       | <u>Pesimista</u> | <u>Optimista</u> |
|---------------------------------------|------------------|------------------|
| Incremento del Rendimiento año 2 al 6 | 40%              | 70%              |
| Precio de la Tonelada de caña (pesos) | \$ 15            | \$25             |

e) Además determine el VAN esperado si según criterio de expertos los escenarios pesimista, optimista y esperado tienen un 50%, 20% y 30% de probabilidad de ocurrencia respectivamente.

10) Ud. trabaja en la Empresa “La Brisa” se le pide valorar la conveniencia de realizar inversiones de inversión y modernización por 5 millones de dólares para la producción de ventiladores, dado que la tasa de crecimiento de la demanda se estima en el 10% anual para los próximos 5 años.

El volumen y estructura de la demanda es el siguiente:

|                                      | <u>Mil</u> |
|--------------------------------------|------------|
| Importación                          | 50         |
| Producción Nacional Empresa La Brisa | 30         |
| Producción Nacional Empresa B        | <u>20</u>  |
| <b>Total</b>                         | <b>100</b> |

Según estudios de mercado realizados, es posible para la empresa llegar a alcanzar una cuota de mercado del 50%. La capacidad de producción actual es de 30 mil ventiladores anuales y con esta nueva inversión se podría llegar hasta 85 mil.

El precio de un ventilador es de 40 dólares y se debe incrementar al 5% anual. El costo fijo de inversión, una vez realizada la ampliación (sin considerar depreciación) es de 100 mil dólares y el costo variable unitario de 20 dólares. Costo este último que se prevé que se incremente al 4 % anual, debido al aumento del precio de las materias primas y materiales.

El sistema de depreciación utilizado es lineal y la tasa de descuento real del 12%. Se espera una tasa de inflación general de la economía del 2,7 % anual. A las nuevas inversiones se le estima una vida útil de 10 años.

Con el equipamiento actual el costo fijo sin considerar depreciación, asciende a 120 mil dólares y el costo variable unitario a 25 dólares con igual incremento del 4 % anual.

El capital de trabajo que era de 100 mil dólares antes de la ampliación se incrementará a 200 mil dólares, en ambos casos se incrementará al 4% anual por el incremento de precios de los insumos.

Los equipos a sustituir con la ampliación y modernización, tienen aún una vida útil de 5 años, con un valor actual de 800 mil dólares y un valor residual de 300 mil dólares al final de este periodo.

La realización de las nuevas inversiones se realizará durante el año actual. El impuesto sobre utilidades asciende al 35 %.

Se le pide valorar el negocio para los próximos 5 años atendiendo a los criterios VAN, TIR y PR.

11.- Efectuar análisis de sensibilidad en el problema No. 10 (Ventiladores) conociendo:

a) Que según el criterio de los expertos, las principales variables pueden variar de la forma siguiente:

|                                      | Pronóstico Pesimista | Pronóstico |
|--------------------------------------|----------------------|------------|
| Optimista                            |                      |            |
| Cuota de Mercado                     | 30%                  | 55%        |
| Precio Base (dólares)                | 35                   | 45         |
| Costos fijos Con Proyecto            | 150                  | 80         |
| Costo Variable Unitario Con Proyecto | 25                   | 15         |
| Tasa de Crecimiento del Precio       | 4%                   | 6%         |
| Tasa de Crecimiento Costos           | 5%                   | 3%         |
| Costo de Inversión                   | 5500                 | 4000       |

b) Efectuar análisis de sensibilidad, determinando valores críticos de las variables que hacen el VAN = 0

12.- La Empresa Suchel tiene pensado lanzar una nueva línea de loción para después de afeitarse.

La demanda actual de este producto y su estructura es la siguiente:

|                     |              |
|---------------------|--------------|
|                     | Mil Unidades |
| Importación         | 300          |
| Producción Nacional | <u>1200</u>  |
| <b>Total</b>        | <b>1500</b>  |

La demanda se espera que crezca al 2% anual y se proyecta que la nueva loción podrá alcanzar una cuota del 20% del mercado.

El precio de la loción será de 2 dólares por unidad. Los costos fijos sin considerar depreciación se proyectan en 300 mil dólares y los costos variables unitarios en 0.50 dólares. Se requiere una inversión de 500 mil dólares y capital de trabajo por 100 mil dólares. Esta inversión se ejecutará en un año.

La depreciación se calcula según el método lineal (sin considerar valor residual). El costo de oportunidad del capital es del 15%. Vida útil 10 años. Tasa de impuesto sobre utilidades 35%.

Se le pide realizar la evaluación para los próximos 5 años atendiendo a:

a) Valorar la conveniencia del proyecto atendiendo a el VAN, la TIR y el PR

b) Calcular Umbral de Rentabilidad Contable

c) Efectuar análisis de Sensibilidad

Si el criterio de los expertos para las principales variables es el siguiente:

| <u>Variable</u>            | <u>Pesimista</u> | <u>Optimista</u> |
|----------------------------|------------------|------------------|
| Precio del Perfume         | \$ 1,50          | \$2,50           |
| Costos Fijos (mil dólares) | 300              | 150              |
| Costos Variables           | 0.60             | 0.40             |
| Cuota de Mercado           | 15%              | 25%              |

d) Determine valores críticos de las variables anteriores que haga el VAN =0

e) Debido al aumento de la competencia se considera que la cuota de mercado solo alcanzará el 18%, aunque el precio se mantendrá a 2 dólares para no afectar la imagen del producto, mientras que el costo variable podrá ser reducido a 45 centavos de dólar por unidad. Sería conveniente el proyecto en este nuevo escenario.

13.- La Empresa Suchel II tiene pensado lanzar una nueva línea de loción para después de afeitarse.

La demanda actual de este producto y su estructura es la siguiente:

|                     | Mil Unidades |
|---------------------|--------------|
| Importación         | 300          |
| Producción Nacional | 1200         |
| <b>Total</b>        | <b>1500</b>  |

La demanda se espera que crezca al 2% anual y se proyecta que la nueva loción podrá alcanzar una cuota del 20% del mercado.

El precio de la loción será de 2 dólares por unidad y crecerá al 5% anual. Los costos fijos sin considerar depreciación se proyectan en 300 mil dólares y los costos variables unitarios en 0.50 dólares y deben crecer al 4 % anual. Se requiere una inversión de 500 mil dólares y capital de trabajo por 100 mil dólares. Esta inversión se ejecutará en un año.

La depreciación se calcula según el método lineal (sin considerar valor residual). El costo de oportunidad del capital es del 15%. Vida útil 10 años. Tasa de impuesto sobre utilidades 35%. Se estima una tasa de inflación general de la economía del 3%. Realizar la evaluación para los próximos 5 años.

Se le pide:

a) Valorar la conveniencia del proyecto según el VAN, la TIR y el PR.

b) Efectuar análisis de Sensibilidad

Si el criterio de los expertos para las principales variables es el siguiente:

| <u>Variable</u>            | <u>Pesimista</u> | <u>Optimista</u> |
|----------------------------|------------------|------------------|
| Precio del Perfume         | \$ 1,50          | \$2,50           |
| Costos Fijos (mil dólares) | 300              | 150              |
| Costos Variables           | 0.60             | 0.40             |
| Cuota de Mercado           | 15%              | 25%              |

c) Determine valores críticos de las variables anteriores que haga el VAN =0

14.- Valorar una inversión en la industria del calzado ascendente a 200 mil dólares para la producción de calzado deportivo. La demanda actual es de 500 mil pares anuales y su estructura 60% calzado masculino y 40% calzado femenino. La cuota de mercado que se

proyecta alcanzar es del 20% y la tasa de crecimiento de la demanda se estima en el 3% anual.

El precio estimado es de 15 dólares el calzado masculino y 10 dólares el femenino. El costo variable unitario asciende al 60% del precio de venta, mientras que los costos fijos sin incluir depreciación ascienden a 350 mil dólares. El capital de trabajo requerido es de 50 mil dólares.

Se estima una vida útil de 5 años. La tasa de descuento en esta rama es del 15%. El sistema de depreciación utilizado es lineal y se estima un valor residual de 50 mil dólares. El impuesto sobre utilidades del 35%. Calcular:

a) VAN y TIR

b) Análisis de sensibilidad según los siguientes criterios de expertos:

| <u>Variable</u>                                  | <u>Pesimista</u> | <u>Optimista</u> |
|--------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Cuota de mercado                                 | 15%              | 25%              |
| Precio del Calzado Masculino (dólares)           | 10               | 18               |
| Precio del Calzado Femenino(dólares)             | 8                | 12               |
| Costos Fijos (mil dólares)                       | 400              | 250              |
| Costos Variables del Calzado Masculino (dólares) | 12               | 7.5              |
| Costos Variables Calzado Femenino (dólares)      | 8.5              | 5                |

c) Determine valores críticos de las variables anteriores que haga el VAN =0

d) Determine el VAN Esperado según los siguientes escenarios:

| <u>Variable</u>                        | <u>Pesimista</u> | <u>Optimista</u> |
|----------------------------------------|------------------|------------------|
| Cuota de mercado                       | 15%              | 25%              |
| Precio del Calzado Masculino (dólares) | 10               | 18               |
| Precio del Calzado Femenino(dólares)   | 8                | 12               |

Probabilidades de ocurrencia: Escenario pesimista 40%, Escenario Esperado 40% y Escenario Optimista 20%.

15.- Un proyecto de inversión en un Taller de Reparaciones Automotrices requiere 200 mil pesos en activos fijos y 20 mil en capital de trabajo. El equipo a instalar tiene una vida útil de 5 años y se utiliza un sistema de depreciación lineal sin considerar valor residual.

Se le pide evaluar el proyecto para los próximos 3 años conociendo:

| Unidad de Medida: Mil dólares |                           |          |           |                          |          |           |
|-------------------------------|---------------------------|----------|-----------|--------------------------|----------|-----------|
| Año                           | Flujo de Caja, Escenarios |          |           | Probabilidad, Escenarios |          |           |
|                               | Pesimista                 | Esperado | Optimista | Pesimista                | Esperado | Optimista |
| 1                             | 100                       | 120      | 140       | 0.2                      | 0.5      | 0.3       |
| 2                             | 120                       | 150      | 160       | 0.3                      | 0.5      | 0.2       |
| 3                             | 150                       | 180      | 200       | 0.3                      | 0.5      | 0.2       |

Considere una tasa de descuento del 10%, impuesto sobre utilidades 35%

Calcular:

- a) Valor esperado y varianza de los flujos de caja
- b) Valor esperado y desviación típica del VAN
- c) Probabilidad de que el proyecto sea rentable, considerando que los flujos de caja siguen una distribución normal
- d) Probabilidad de que el  $VAN > 100$ , considerando que los flujos de caja siguen una distribución normal.

16.- En el problema 5 del capítulo III, se le pide:

- a) Determinar la desviación típica sin endeudamiento.
- b) Determinar la desviación típica para los diferentes niveles de endeudamiento (apalancamiento financiero) a que puede aspirar la Empresa.
- c) Represente gráficamente la rentabilidad esperada obtenida en el problema 5 del capítulo III y los resultados anteriores. Proponga que alternativa Usted seleccionaría.
- d) Calcule el nivel de ventas que constituya el punto de equilibrio entre el financiamiento propio y el financiamiento ajeno, si la Empresa trabajara con una estructura financiera de 40% de recursos propios y 60% de recursos ajenos.

17.- Un equipo para la producción de helados cuesta 100 mil pesos. La venta de helados se proyecta en mil unidades diarias a un precio de 50 centavos durante 300 días al año y la vida del equipo se proyecta en 5 años al final de los cuales no tendrá valor residual y estará exenta de impuestos durante este periodo.

El gasto de materia prima es del 40 % del precio de ventas, costo de mantenimiento y energía 25% del costo de la materia prima y por concepto de otros gastos se tendrán 7 mil pesos anuales.

Se le pide:

- a) Determinar según el VAN y la TIR la conveniencia de esta inversión, considerando que los depósitos a plazo fijo están pagando un 10 % de interés, aunque esta es una inversión de mayor riesgo, exigiéndosele un rendimiento de un 5% adicional en relación a la tasa de interés bancaria.
- b) Determinar valores críticos de las variables precio y venta diaria para  $VAN = 0$ . Sugerencia utilizar fórmula de los flujos de caja constantes.



## 4. ESTUDIOS DE CASO

A partir de los resultados de la evaluación financiera se le pide:

### 4.1- Fábrica de Cemento

Calcular los Umbrales de Rentabilidad Contable y Económico.

Efectuar análisis de sensibilidad

Efectuar análisis de escenarios

### 4.2. Planta extractora de aceite vegetal

a) Si se prevé una tasa de inflación del 3 % anual y una tasa de interés nominal del 18 %.  
¿Cuál sería la eficiencia económica para el inversionista en estas nuevas condiciones?

b) Efectuar análisis de sensibilidad considerando:

|                             | <u>Valor Máximo</u> | <u>Valor Mínimo</u> |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| Precio del Frijol de Soja   | 140                 | 100                 |
| Precio del Aceite de Soja   | 1200                | 800                 |
| Precio de la Harina de Soja | 250                 | 180                 |

c) Cual sería la eficiencia económica en un nuevo escenario con las características siguientes:

Incremento del precio del frijol de soja a 130 dólares.

Disminución del precio del aceite de soja a 850 dólares.

Aumento del precio de la harina de soja a 210 dólares.

### 4.3. Planta de aditivos para hormigón

a) Calcular los Umbrales de Rentabilidad Contable y Económico.

b) Efectuar análisis de sensibilidad para el VAN, la TIR y el PR, en la evaluación para el inversionista, considerando que:

- El precio del aditivo puede sufrir variaciones de un 20%
- El costo de la Materia Prima “A” puede aumentara \$0,75 o bajar hasta \$ 0,55
- El costo de la Materia Prima “B” puede aumentar en \$ 0,20 o disminuir en \$0,10
- La tasa de crecimiento de la demanda puede aumentar al 10% en una situación optimista o disminuir al 1% bajo un criterio pesimista

c) Efectuar análisis para el inversionista, considerando los siguientes escenarios:

#### Escenario I

El precio de venta disminuye en un 5%  
El costo de la Materia Prima A aumenta en un 20%

#### Escenario II

El precio de venta disminuye en un 10%  
El costo de la Materia Prima A aumenta en un 20%

#### Escenario III

El precio del aditivo puede aumentar en un 10%  
El costo de la Materia Prima "A" puede bajar a \$ 0,55

d) Determine cual sería el VAN esperado del proyecto considerando que la variante calculada tiene una probabilidad de ocurrencia del 40% y los escenarios I, II Y III, una probabilidad de ocurrencia del 25%, 25% y 10% respectivamente

### 4.4. Hotel los cayos

a) Calcular el Umbral de Rentabilidad Contable y Económico.  
b) Efectuar análisis de sensibilidad, calculando el VAN para las siguientes situaciones:

- La tasa de descuento fuera del 11 %.
- El proyecto fuera financiado sólo con capital propio.
- Si el ingreso por turista/día pudiera ser un 10 % menor a lo calculado.
- La tasa de interés del crédito aumentara al 15 % en una situación pesimista.
- El costo de alojamiento se reduce al 5%.
- El costo de mantenimiento aumenta al 15%.
- El costo de administración se reduce al 5%.
- El salario promedio aumenta en un 25%.
- El índice de ocupación asciende sólo al 70 % desde el año 4 al 26.
- La tasa de depreciación de los edificios es del 4%.

c) Evaluar el proyecto considerando los siguientes escenarios:

#### Escenario A

Si el ingreso por turista/día aumenta en un 10%.  
Se reducen al 8% % los gastos de administración y mantenimiento.

#### Escenario B

La tasa de descuento es del 11%.  
El proyecto se financia sólo con capital propio.

Escenario C

La tasa de descuento es del 11%.

El costo de los salarios aumenta en el 50%.

#### **4.5. Hotel cayo flamenco**

Calcular el Umbral de Rentabilidad Contable y Económico.

Efectuar análisis de sensibilidad para las siguientes situaciones:

- Si el ingreso por turista/día pudiera ser un 10% menor a lo calculado.
- La tasa de interés del crédito aumentara al 15 % en una situación pesimista.
- El costo de alojamiento se reduce al 5%.
- El costo de mantenimiento aumenta al 15%.
- El costo de administración se reduce al 5%.
- El salario promedio aumenta en un 20%.
- El índice de ocupación asciende sólo al 65% desde el año 4 al 16.

Evaluar el proyecto considerando los siguientes escenarios:

Escenario A

Si el ingreso por turista/día aumenta en un 5 %.

Aumentan al 12 % los gastos de bebidas y al 10% los de combustibles.

Escenario B

La tasa de descuento para el inversionista es del 13 %.

El proyecto se financia sólo con capital propio.

Escenario C

La tasa de descuento para el inversionista es del 12 %.

El costo de los salarios aumenta en el 60 %.

## **CAPÍTULO 8: LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS. EL MÉTODO DEL CRITERIO DEL INGRESO NACIONAL (CIN)**

Todo proyecto de inversión, puede y debe ser evaluado desde el punto de vista de su rentabilidad financiera. Este es un criterio decisivo de inversión para la empresa y constituye el criterio fundamental para la evaluación de proyectos del sector privado en cualquier parte del mundo.

Sin embargo, cuando evaluamos un proyecto desde el punto de vista nacional o social, el criterio de rentabilidad financiera pudiera ser una condición necesaria, pero no suficiente, pues no siempre mide la contribución real del proyecto al bienestar de la sociedad, requiriéndose agregar a este análisis el punto de vista de la rentabilidad nacional, donde se sintetizan los objetivos fundamentales del desarrollo (económicos y no económicos). Ello, es todavía más necesario en los países subdesarrollados.

Se conoce que, la evaluación de un proyecto desde el punto de vista nacional, es un trabajo amplio y complejo, que implica el cálculo de indicadores que abarquen la multifacética complejidad socioeconómica de un país, empeño este donde se requiere captar información adicional a la financiera, lo que se logra mediante una serie de consultas, discusiones y coordinaciones con diferentes instituciones gubernamentales relacionadas con la balanza de pagos, las finanzas, el desarrollo económico, el empleo, la calificación de la fuerza de trabajo y el medio ambiente, entre otras. Esta captación de información será a nivel macro y microeconómico y abarcará tanto aspectos cuantitativos como cualitativos; aspectos económicos como sociales.

De otra parte, la necesidad de evaluar un proyecto desde los punto de vista de su rentabilidad financiera y de su rentabilidad nacional (llamada también Evaluación Económica o Evaluación Social), es válida tanto para el sector público como para el sector privado, lo que se explica por diferentes razones.

Así, un proyecto privado requiere de la evaluación social debido a:

1. El proyecto debe ser aprobado por determinadas instancias gubernamentales, quienes deben medir cómo este impacta a la sociedad, no solo financieramente, sino desde el punto de vista del empleo, de la balanza de pagos, del medio ambiente, etcétera.
2. Muchas veces el proyecto requiere asistencia financiera del gobierno, a través de: créditos, subsidios, reducción o exención de impuestos.

No obstante, en todas estas situaciones, es sumamente importante que el proyecto esté también expresado en indicadores de rentabilidad nacional, a los efectos de que pueda ser correctamente evaluado y aprobado por los evaluadores, los que se supone

estén más interesados en los costos y beneficios desde el punto de vista del país que de la empresa.

Estas evaluaciones también son requeridas por el sector público, incluso, en proyectos que se sabe de antemano que tendrán que ser subsidiados, es decir, que no serán rentables, pero sí necesarios, pues el análisis desde el punto de vista financiero, permitirá conocer la magnitud de dicho subsidio con suficiente antelación, así como, valorar el precio que será necesario pagar para resolver determinados problemas económicos, políticos o sociales que pudieran ser de crucial importancia para el país.

En este contexto, y a pesar de las acciones realizadas y de los recursos invertidos, la experiencia histórica muestra que los problemas sociales de los países de África, Asia y América Latina, se han agudizado con el consecuente deterioro de las condiciones de vida de una parte importante de la población. Esto ha generado el interés de los organismos internacionales y de los gobiernos que ofrecen donaciones y préstamos, para conocer cómo se están empleando estos recursos.

Esta inquietud también ha estado presente en los países receptores de esta ayuda, en los que ha surgido la interrogante sobre cuáles han sido las razones por las que los programas sociales no cumplen los objetivos postulados. Estos son indudablemente hechos que, por su relevancia, han influido en la importancia que ha venido alcanzando la evaluación social de proyectos y el interés creciente de los especialistas por dominar sus principios teóricos y prácticos.

## **1. CONCEPTOS BÁSICOS**

Cuando los recursos disponibles no alcanzan para satisfacer las necesidades, y, a su vez, cada uno de estos recursos puede ser utilizado con fines alternativos, no hay dudas que nos encontramos delante de un problema de naturaleza económica. ¿Cómo resolverlo? ¿Cómo lograr la mejor utilización de los recursos disponibles?. Una respuesta estaría en la ayuda que ofrecen las técnicas de la Evaluación de Proyectos.

Esta evaluación consiste en establecer criterios para identificar costos y beneficios durante toda la vida del proyecto. A ese respecto, si los beneficios superan los costos, se dice que la situación con proyecto es mejor que la situación sin proyecto. Pero, ¿Qué costos y qué beneficios se van a considerar en la evaluación del proyecto? Aquí radica, precisamente, el problema esencial de la evaluación, es decir, el que define si se está hablando de evaluación financiera (empresarial, con independencia que la empresa sea pública o privada) o de evaluación económica (social). Por tanto, la respuesta a la pregunta de qué costos y beneficios considerar, sería que estos dependen del tipo de decisión a tomar.

Para precisar los aspectos que diferencian la evaluación financiera y la evaluación social se requiere, para el caso de la evaluación financiera, determinar la conveniencia de un proyecto para la empresa, por lo que la evaluación se efectuará teniendo en

cuenta los beneficios y costos que el proyecto implica para ella, sin considerar que hay otras empresas o actividades que a su vez se benefician o se perjudican con ese proyecto. Eso explica porque, si en la situación con proyecto prevé que su riqueza será mayor que en la situación sin proyecto, elegirá siempre la primera de estas variantes.

En el caso de la evaluación social, aunque esta se haga para una empresa en particular, lo que interesa es si al país le conviene realizar el proyecto. Hay que tener en cuenta, por tanto, los beneficios y costos que perciben todos los habitantes del área geográfica (país, región, etcétera) donde tendrá lugar. Es decir, que el proyecto podrá ser ejecutado por una empresa privada o pública, y en cualquiera de estos casos la empresa que lo lleve a cabo percibirá beneficios y costos, no obstante, al ser evaluado desde el punto de vista social, no bastará con conocer los beneficios y costos que el proyecto produce a quien lo realice, sino que hay que tener en cuenta, además; los efectos que el proyecto tendrá sobre otras personas que forman parte de la región o del país (empleo, balanza de pagos, medio ambiente, etcétera).<sup>42</sup>

En síntesis, el objetivo de la evaluación social de proyectos es saber si el país como un todo aumenta o disminuye su bienestar como resultado del proyecto. Si en la situación con proyecto se prevé que se alcanzará un mayor bienestar que en la situación sin proyecto, entonces será conveniente que este se realice. El bienestar de la comunidad depende de la disponibilidad de bienes y servicios, su distribución entre las personas y otras variables. En este sentido, cuanto mayor sea el valor de los bienes y servicios disponibles, mayor será el bienestar de la comunidad (ello, sin considerar los aspectos redistributivos).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que la evaluación social tiene por objetivo determinar en cuanto se modifica la disponibilidad de bienes y servicios en el país debido al proyecto.

Al igual que en la evaluación financiera, en la evaluación social se compara la situación con proyecto con la situación sin proyecto, además; como se está midiendo el efecto del proyecto por los cambios anuales en el ingreso real del país, es necesario aplicar posteriormente los criterios de evaluación que resuman estos efectos y que en principio no difieren de los métodos empleados en la evaluación financiera (VAN, TIR, PR, etcétera).

Por tanto, los aspectos que determinan esencialmente las diferencias entre la evaluación financiera y la evaluación social son los siguientes:

- La evaluación social incluye beneficios y costos no incluidos en la evaluación privada.
- La diferente valoración de los costos y beneficios que son comunes en ambos casos.

---

<sup>42</sup>Banco Interamericano de Desarrollo (BID): Primer curso intensivo de posgrado en preparación y evaluación de proyectos en el contexto del sistema nacional de inversiones públicas de Bolivia, tomo IV, La Paz, Bolivia, 1990, pp. 4-8.

## La evaluación social. Síntesis de su desarrollo

Con independencia del nivel de complejidad de las técnicas empleadas, la empresa privada siempre ha aplicado determinados criterios dirigidos a evaluar las bondades de cualquier proyecto de inversión a emprender. Sin embargo, esta práctica no siempre se ha seguido en el sector público, por lo que es relativamente reciente y no generalizada.

En este sentido, es importante señalar que la idea del análisis costo-beneficio surgió en el siglo XIX (1844), mérito que corresponde al francés James Dupuit,<sup>43</sup> aunque los primeros intentos prácticos que se conocen datan de 1930, y se relacionan con la legislación sobre el uso del agua en los Estados Unidos de Norteamérica, cuando se plantea el principio de comparar los beneficios con los costos estimados, indicando explícitamente la naturaleza social de la decisión de inversión.

No obstante, las primeras publicaciones en que se intenta formalizar los principios para la evaluación de la inversión pública datan de la segunda mitad del siglo XX, con los trabajos de O. Eckstein, R. McKean, J. Krutilla y de la Organización de las Naciones Unidas (1958).<sup>44</sup> Con posterioridad, la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), publica el trabajo *Pautas para la Evaluación de Proyectos* (1972). En 1973, I. Little y J. Mirrless publican *Estudio Social del Costo-Beneficio en la industria de países en desarrollo* y A.C. Harberger *Evaluación de proyectos*. Documentos estos donde se exponen y fundamentan en detalle los criterios metodológicos para la evaluación social de proyectos, y que se pueden considerar como obras clásicas en relación con la evaluación social de proyectos.<sup>45</sup>

Actualmente, son múltiples las publicaciones que abordan la temática de la evaluación social, las que han sido elaboradas por diversas organizaciones internacionales y del mundo académico, por ejemplo, el Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial, el Instituto Latinoamericano de Desarrollo Económico y Social (ILPES) y la ONU, entre otras.

A ese respecto, me interesa destacar el trabajo Manual for Evaluation of Industrial Projects, publicado por la ONUDI y el Instituto para el Desarrollo Industrial de los Países Arabes (IDCAS), en 1980. En el mismo se presenta un enfoque metodológico muy similar al método de los efectos elaborado en Francia,<sup>46</sup> y que difiere del que había aparecido en otras publicaciones, incluso, de la propia ONUDI, y al que identificaré en lo adelante como: Método del Criterio del Ingreso Nacional.

---

<sup>43</sup> Andrés Suárez Suárez: Ob. cit., 1991, p.47.

<sup>44</sup> Para más detalles, ver O. Eckstein: *Water Resources Development*, Harvard UP, 1958; R. McKean: *Efficiency in government through system analysis*, 1958; J. Krutilla and O. Eckstein: *Multiple purpose river development: Resources for the future*, Jhon Hophins UP, 1958; Organización de las Naciones Unidas: *Manual de Proyectos de Desarrollo Económico*, 1958.

<sup>45</sup> ONUDI: *Pautas para la Evaluación de Proyectos*, Nueva York, 1972; I. Little y J. Mirrless: *Estudio Social del Costo-Beneficio en la industria de países en desarrollo*, México, 1973; A.C. Harberger: *Evaluación de Proyectos*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1973.

<sup>46</sup> Para más detalles, ver Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): *Guía para la capacitación en la formulación de proyectos de inversión agrícola y rural, Fase 4*, Roma, 1988, pp. 47-66.

Así, se han desarrollado básicamente dos enfoque en la evaluación social de proyectos, son estos: el Método del Criterio del Ingreso Nacional (CIN), y el Método de Análisis Beneficio-Costo (ABC), método este último en que se diferencian dos procedimientos según sea el numerario o unidad monetaria utilizada: precios internos o precios externos. Es decir, que en la práctica se conocen tres metodologías para la evaluación social de proyectos:

- El Método CIN.
- El Método ABC.
- El Método LMST (evaluación a precios externos).

En el presente Capítulo se abordará el estudio del Método CIN, mientras que los métodos ABC y LMST se abordarán el Capítulo siguiente.

## **2. EL MÉTODO DEL CRITERIO DEL INGRESO NACIONAL (CIN)**

Este método parte del llamado método de los efectos, y propone que en lugar de calcular el VAN o la TIR del proyecto, el mismo sea evaluado desde el punto de vista social. Para ello, se debe considerar el ingreso nacional y no la ganancia, es decir, cómo contribuye el proyecto al incremento del ingreso nacional, por tanto, en lugar del VAN, se propone como criterio de evaluación el Valor Agregado Actualizado Neto (VAAN), y, de no conocerse con determinada precisión la tasa social de descuento, el criterio de la Tasa Interna de Rentabilidad Social (TIRS), que implica  $VAAN = 0$ . Razón por la cual llamaremos a este método como: Criterio del Ingreso Nacional (CIN).

A partir de este criterio, la ONUDI, conjuntamente con el IDCAS, desarrolla una metodología con base en el Valor Agregado Actualizado Neto, pero en la que incluye además; otros criterios y análisis. Con estos antecedentes, se procederá a explicar el método CIN, para lo cual daremos continuidad al Estudio de Caso Planta Procesadora de Frijol de Soja iniciado en el Capítulo 4.

La metodología que aquí se desarrolla incluye para su solución programación en Excel y, además; se añaden otros enfoques a los hechos por ONUDI-IDCAS para el tratamiento de diversas situaciones, como la inversión extranjera, la tasa de cambio, la evaluación económica de los impactos ambientales, entre otras.

No obstante, aunque se acompaña al texto el programa de computación con la solución del caso presentado, procederemos a la explicación de dicho Estudio de Caso considerando su solución paso a paso y particularmente, todas las interrelaciones que se presentan, es decir, como si este se evaluara manualmente, a los efectos de ir apoyando la explicación y comprensión teórica del método, junto con su solución práctica.



El método CIN permite evaluar proyectos en cualquier sector de la economía donde se generen ingresos. En el mismo se emplean un conjunto de criterios estructurados en un criterio básico, y otros criterios complementarios y cualitativos, según sea necesario. Como se ha señalado, el criterio básico es el Valor Agregado Actualizado Neto, el que permite medir la rentabilidad nacional y disponer de un índice agregado que evalúe el impacto principal del proyecto en la economía.

Como criterios complementarios se consideran una serie de índices esenciales, dirigidos a medir determinadas implicaciones de un proyecto de inversión, tales como: el efecto en el empleo, en la distribución del ingreso por regiones y por grupos sociales y su impacto en la balanza de pagos, aspectos que pueden asumir gran importancia socioeconómica, en particular, en los países subdesarrollados.

Finalmente, los criterios cualitativos abarcarán todos aquellos que comporten valoraciones de los efectos del proyecto que por su magnitud, carencia de información o sus particularidades no sean cuantificados. En estos casos se deberá al menos señalar los mismos, y analizar hasta que punto pudieran limitar o no las conclusiones a que se arribó a partir del criterio básico y de los criterios complementarios.

Entre estos impactos los más frecuentes son: afectaciones ambientales de tipo sociocultural, implicaciones para la infraestructura, ahorros de tiempo, afectaciones a la salud y riesgo para la vida humana, entre otros. Los mismos corresponden al grupo de lo llamados efectos intangibles del proyecto y, en ocasiones, es suficiente con su análisis cualitativo, tal como propone el CIN, aunque se han desarrollado determinadas técnicas para cuantificar su impacto, las que serán abordadas en el Capítulo 7 cuando se estudie el método ABC.

## **2.1- El tratamiento de los precios**

Desde el punto de vista social, el proyecto se evaluará a precios constantes, pues el interés fundamental es el uso y eficiencia de los recursos. Asimismo, al considerarse también una tasa de descuento constante, se mantiene la adecuada consistencia entre flujos de caja y tasa de descuento. Además; siempre se puede utilizar el análisis de sensibilidad para evaluar cualquier variable que se considere significativa en el proyecto.

En principio todos los gastos e ingresos del proyecto se evaluarán a precios de mercado. Los comercializados en el mercado interno a precios internos, los comercializados en el mercado internacional a precios CIF o FOB, convertidos a precios internos mediante la tasa de cambio oficial.

Sin embargo, los precios vigentes en un país en un momento dado, pudieran no representar el costo social real al estar afectados por políticas financieras, económicas, administrativas y sociales del país. Por tal motivo, el proyecto se evaluará inicialmente a los precios de mercado y a la tasa de cambio oficial utilizada en los análisis de rentabilidad financiera, posteriormente se procederá a una segunda evaluación en que

se consideren los ajustes de precios, evaluación esta que proporcionará una medida del impacto de la distorsión de precios en la rentabilidad nacional del proyecto.

A tal efecto, el primer paso sería identificar aquellas distorsiones que, sin lugar a dudas, afecten marcadamente al proyecto, en particular, en aquellas partidas que tienen el mayor peso en la estructura de gastos e ingresos, lo que permitirá no elevar innecesariamente la complejidad de los cálculos buscando una precisión que no se justifique económicamente.

### Técnicas para el ajuste de precios

Para el ajuste de los precios de los bienes y servicios que generen ingresos para el proyecto, se procede según los siguientes criterios:

| <i>Concepto</i>                           | <i>Precio a utilizar</i>                             | <i>Fundamentación</i>                                                                      |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.-Exportaciones                          | FOB                                                  | Representa el valor social real que el país recibe, cuidando que no exista dumping oculto. |
| 2.-Sustitución de Importaciones           | CIF                                                  | La misma que el anterior.                                                                  |
| 3.-Productos Dirigidos al Mercado Interno |                                                      |                                                                                            |
| a) Productos Básicos*                     | Precios Internos + subsidios, si hubiera.            | El subsidio representa el costo social.                                                    |
| b) Productos no Básicos                   | Precios Internos + impuestos indirectos, si hubiera. | Refleja la política económica seguida.                                                     |
| 4.-Servicios Infraestructurales           | Precios Internos o costo, el mayor.                  | Si el precio fuera menor que el costo significaría que el productor es subsidiado.         |

Como se puede apreciar, las técnicas que sugiere la ONUDI para el ajuste de precios, son muy razonables y de fácil comprensión y aplicación. Estas parten de dividir los ingresos en exportaciones, sustitución de importaciones, mercado interno, servicios infraestructurales y, los egresos, en importaciones, mercado interno, servicios infraestructurales, tierra y fuerza de trabajo.

---

\* Se supone que el interés del gobierno es mantener en los productos básicos niveles bajos de precio, que hagan estos accesibles a grupos de bajos ingresos, pagando subsidios que permitan, de otra parte, un precio estimulante al productor. En este caso el subsidio es una forma de corrección de precios que los hace igual a su costo social.

En cuanto al ajuste de los precios de los bienes y servicios que generen egresos para el proyecto se procederá según los siguientes criterios:

| <i>Concepto</i>                            | <i>Precio a utilizar</i>                               | <i>Fundamentación</i>                                       |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1.- Importaciones                          | CIF + Costos internos de transporte, seguro, etcétera. | Costo social real, siempre valorar posible dumping oculto.  |
| 2.- Productos Dirigidos al Mercado Interno |                                                        |                                                             |
| a)Exportables*                             | FOB o precios internos, el mayor.                      | Si se toma el menor se subvalora el insumo.                 |
| b)También Importados**                     | CIF o precios internos, el menor.                      | Es preferible producir si importar es más caro o viceversa. |
| c) Otros                                   | Precio interno + Subsidio                              | El subsidio representa una carga social adicional.          |
| 3.- Servicios Infraestructurales           | Precios internos o Costo, el mayor.                    | Igual fundamentación que los ingresos.                      |
| 4.- Tierra                                 | Precios para la construcción.                          |                                                             |
| 5.- Fuerza de Trabajo                      | Tarifas actuales + Otros beneficios.                   |                                                             |

## 2.2- La tasa social de descuento

En la práctica internacional, lo general es que la tasa social de descuento sea determinada centralmente por alguna institución gubernamental, como el Ministerio de Economía, el Ministerio de Finanzas, alguna Agencia para el Desarrollo, etcétera.

\* Si el precio interno de los insumos exportables es menor que el de exportación, la diferencia significa el precio que el país paga por no exportar, mientras que, si el precio interno es mayor que el precio de exportación, implica generalmente una forma de subsidio a las exportaciones.

\*\* Si los insumos son nacionales e importados, es preferible para la sociedad importar que producir si el costo de producción nacional fuera superior al de importación, y a la inversa si fuera lo contrario.

En puro rigor teórico se supone que, al igual que en la evaluación financiera, el criterio ideal para determinar la tasa de descuento es el costo de oportunidad del capital, por lo que en el caso de la tasa social de descuento sería necesario calcular el costo de oportunidad del capital para el país, es decir, los beneficios que dejaría de obtener la sociedad, el conjunto del país, por el hecho de que se destinen determinados recursos a un proyecto de inversión en comparación con el proyecto alternativo de inversión en que dejaron de emplearse estos recursos.

En la práctica, sin embargo, es bastante utilizada la tasa de interés, como tasa de descuento, aunque si se profundiza en las particularidades de este método se puede afirmar que es un criterio donde se integra el sentido práctico a partir de cierta fundamentación teórica, sin que -en estricto rigor teórico- constituya el criterio ideal, pues la tasa de interés y la tasa de descuento son macroindicadores distintos.

No obstante, determinar el costo de oportunidad del capital para el país es realmente una tarea compleja, por lo que a veces como criterio simplificador se acepta la tasa de interés a largo plazo en el mercado de capitales. Este es, esencialmente, el criterio seguido por la ONUDI-IDCAS, en el trabajo que ha sido citado, y en el que se toma la tasa de interés a largo plazo como base y punto de referencia para calcular la tasa social de descuento, considerando que la tasa de descuento a que el país pide prestado, invierte o presta capital en los mercados internacionales de capital, constituye una base objetiva para el cálculo del costo del capital para el país. Esta aseveración es particularmente cierta si se considera, además; que en muchos países subdesarrollados el costo del dinero es en ciertos sectores mayor que el costo del capital.

Por supuesto que pueden existir diferentes tasas de interés para los préstamos a largo plazo en los distintos países, esta dependerá de la situación financiera, la deuda externa y el cumplimiento de la misma en cada uno de ellos, y dará lugar a determinada prima por riesgo país. Ello explica por qué, la tasa de interés tiene que ser cuidadosamente analizada a los efectos de determinar aquella que refleje adecuadamente las condiciones del país.

La ONUDI-IDCAS sugiere, incluso, que esta tasa puede ser ajustada en dependencia de si el país presta o recibe dinero prestado. Si el país dispone de dinero para prestar, es lógico suponer que los proyectos de inversión internos son, en general, más seguros que los ejecutados en el exterior, exigiéndoseles una rentabilidad inferior.

Por tanto, si se le llama  $r_s$  a la tasa de interés a largo plazo en el mercado de capitales, y TSD a la tasa social de descuento, se tendría en estos países que:

$$TSD < r_s$$

Constituyendo  $TSD - r_s$  una especie de premio para la inversión interna, más controlada y segura. El recíproco de lo anterior, es que si el país recibe o necesita recibir prestado, entonces:  $TSD > r_s$ .

Lo anterior se comprende pues el país está obligado a rechazar muchos proyectos por falta de divisas, es decir, su capacidad de inversión puede ser mayor que sus posibilidades de crédito, por tanto, admitir que  $TSD = r_s$  podría significar aceptar proyectos menos eficientes que los posibles.

Por supuesto que también hay que considerar la política económica del país, pues si se postula una alta tasa de crecimiento, esto requerirá entre otros factores, de un alto nivel de acumulación y, por tanto, de incrementar el número de proyectos de inversión a ejecutar, lo que se puede lograr reduciendo la TSD (manteniendo otros factores constante), por lo que la TSD se puede constituir en un importante instrumento para la toma de decisiones de inversión. No obstante, en su determinación es preciso tomar en consideración que, si la TSD es demasiado baja, la demanda de recursos de inversión pública será superior a la oferta, pues un alto número de proyectos serían eficientes, mientras que, si la TSD se establece a un nivel muy alto, muy pocos proyectos lograrían una eficiencia igual o superior a la TSD.

De estas consideraciones se puede concluir que, en principio, la TSD debe ser seleccionada de forma tal que permita balancear la demanda de inversión pública, con la oferta nacional de inversión pública más el financiamiento externo.

Resulta también importante destacar que, la TSD, corresponde a cálculos gruesos que cuantifiquen un cierto nivel de aproximación a la eficiencia social exigida del proyecto, según las particularidades y expectativas del país, aspecto que señala la ONUDI, pero en el que también coinciden otros autores como Irvin A. Sirken, del Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial, cuando señala “después de examinar una vasta literatura llego al criterio de que el costo de oportunidad del capital es más un concepto ideal que un concepto preciso”.<sup>47</sup>

Realmente la experiencia muestra que basta con seleccionar una tasa de descuento que esté en el entorno del costo de oportunidad, pues de ser necesario posteriormente se pueden efectuar análisis de sensibilidad que muestren las bondades del proyecto al respecto, incluso, si se estuvieran comparando varios proyectos, dadas las facilidades que hoy ofrece la programación electrónica.

## **2.3- La tasa de cambio**

La necesidad de ajustar el costo financiero de la tasa de cambio está dictada por una situación muy común en los países subdesarrollados. Se trata de la severa escasez de divisas, situación que se expresa en la subvaloración del costo de la divisa, o en otras palabras, la Tasa de Cambio Oficial (TCO) no se corresponde, en general, con el costo de la divisa para la economía, siendo la situación más frecuente que la TCO no refleje totalmente la escasez de este factor y, por tanto, esté subvalorada. Una evidencia al respecto es la existencia de un mercado de divisas, legal o ilegal, en que esta se cotiza a precios superiores a la TCO.

---

<sup>47</sup> Irvin A. Sirken, Instituto de Desarrollo Económico, Banco Mundial, 1979.

En general, la Tasa de Cambio Ajustada (TCA) para la evaluación de proyectos, está asociada a la situación de la balanza de pagos del país, en particular, la situación pronosticada, por lo que en países sin déficit en la balanza de pagos, la TCO sería adecuada como expresión de su valor social.

La TCA, al igual que la TDS, es generalmente determinada centralmente por alguna institución gubernamental. En rigor, la tasa de cambio debe estar determinada por el costo marginal de producir una unidad de divisas, sin embargo, se comprende que este es un cálculo sumamente complejo, pues implicaría determinar el costo en recursos nacionales de producir un dólar adicional<sup>48</sup> para un país determinado, por lo que, en la práctica, se trabaja con métodos menos exactos aunque menos complejos, como el costo medio de generar una unidad de divisa, distinguiéndose al respecto el método costo nacional de generar una unidad de divisas neta.

Cuando se utiliza el método del costo de generar una unidad de divisas netas, la TCA se calcula como el cociente entre el costo nacional de todos los productos exportados, entre el total de los ingresos netos en divisas obtenidos por estas exportaciones.

Este método, aunque más simple que el del costo marginal, no deja de ser un método complejo, pues no siempre se dispone de la información necesaria, sobre todo en cuanto al costo de producción y su componente importado, no obstante, su cálculo es factible, en particular, a nivel central por alguna agencia gubernamental en que, incluso, podrían ser válidas aproximaciones como: proceder a estimaciones de los costos, trabajar solo con los principales productos exportables hasta cubrir un porcentaje significativo de las exportaciones, etcétera.

Otro método más sencillo es el propuesto por la ONUDI-IDCAS. En el mismo se toma en consideración no solo la situación presente de la balanza de pagos, sino también los cambios esperados como consecuencia de los programas de desarrollo y de la política económica y fiscal del país. A ese respecto, la TCA se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TCA = TCO \left( 1 + \frac{P - E}{E} \right) = TCO \left( P / E \right)$$

donde:

TCA = Tasa de Cambio Ajustada

TCO = Tasa de Cambio Oficial

P = Pagos (visibles e invisibles) expresados en moneda interna

E = Entradas (visibles e invisibles) expresados en moneda interna

---

<sup>48</sup> Suponiendo que la divisa fuera el dólar, pero, también pudiera ser el euro o cualquier otra moneda.

Esta fórmula puede ser complementada agregándole al numerador otros ingresos en divisas recibidos del exterior, como donaciones y créditos blandos, de forma tal de dejar reflejada la capacidad real de intercambio con el extranjero.

Estos cálculos pueden ser efectuados en base a los datos de los últimos 5 años, aunque de ser posible lo mejor sería proyectar los próximos cinco años, es decir, los cambios en la oferta y demanda de divisas que tendrá el país en el futuro, que es cuando operará el proyecto.

La racionalidad de este método de cálculo de la TCA subyace en que si se espera un déficit en la balanza de pagos, habrá una gran demanda de divisas que no está reflejada en la tasa de cambio oficial, por lo que la TCO deberá ser ajustada añadiéndole una determinada prima, cuya magnitud será P/E.

En ocasiones, sin embargo, cuando el país no puede importar por un valor mucho mayor que el que generen sus exportaciones, este método de ajuste según el déficit de la balanza de pagos es insuficiente, por ejemplo, en el caso de la economía cubana se trabaja con una TCO de un peso por dólar, y un mercado legal de divisas en que la tasa ha oscilado entre 20 a 25 pesos por dólar en los últimos años. Esta última tasa no se diferencia esencialmente de la del mercado negro, y constituye obviamente una tasa de cambio relativamente alta, al no tener acceso a este mercado el sistema empresarial, sino que es un mercado determinado por la oferta y la demanda de divisas de la población y el turismo.

En este contexto, si se aplica el método de déficit en la balanza de pagos, el ajuste a la TCO implicaría incrementos inferiores al 100 %, es decir, una TCA inferior a 2 pesos por dólar, evidentemente muy baja, mientras que, una TCA que refleje las condiciones reales de la economía, debe estar entre los límites extremos de 25 y un peso por dólar, no es difícil presumir que se encuentre algo alejada de estos extremos, por tanto, varias veces superior a la TCO.

No obstante, la experiencia muestra que al igual que en la TSD, la tasa de cambio es una magnitud aproximada, por lo que se puede trabajar con la tasa de cambio oficial y, posteriormente, realizar un análisis de sensibilidad sobre el impacto que su variación tendrá en el proyecto, y, si estas variaciones lo harían o no inviable, utilizando para estos análisis valores que estén en el entorno que el conocimiento del país permita estimar para la TCA, teniendo como límites extremos la TCO y la tasa con que trabaja el mercado negro.

## **2.4- El Valor Agregado Actualizado Neto ( VAAN )**

El VAAN constituye el indicador esencial de la metodología CIN, al permitir calcular el valor actual de la contribución del proyecto a la renta nacional, ya que -como se ha señalado-, se sustenta en que el crecimiento económico se mide por los aumentos del ingreso nacional, esto es: el Producto Interno Bruto (PIB) o el Producto Nacional Bruto (PNB).

El PIB es la suma del valor agregado por los agentes económicos dentro de las fronteras del país, mientras que el PNB es la suma del valor agregado por los agentes que son nacionales del país, independientemente de su localización. Si al PIB, se le deducen los insumos se obtiene el Valor Agregado (Va).

El Valor Agregado (Va) es, por tanto, la diferencia entre el precio de los bienes y servicios producidos (P) y el costo del consumo intermedio (Is) utilizado durante el proceso de producción, de donde:  $Va = P - Is$ .

Según su origen, el Va mide la riqueza que se crearía al realizarse un nuevo proyecto, es decir, el valor que se agrega al valor inicial de los insumos consumidos para la obtención del nuevo bien o servicio. El Va también se puede analizar según su destino, consistiendo en este caso en la suma de los ingresos correspondientes a los trabajadores, a las instituciones de crédito, al gobierno y a las empresas. De forma analítica se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$Va = S + i + t + B$$

donde:

S = Salarios

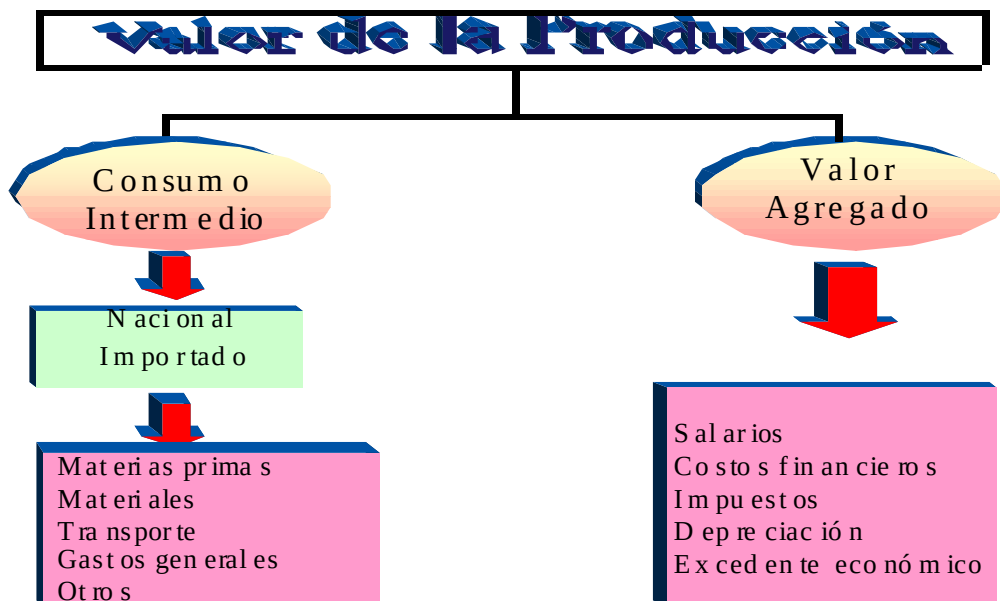
I = Intereses

T = Impuestos

B = Excedente económico bruto (incluye la depreciación)

En el siguiente Gráfico se resumen los diferentes componentes del Producto Interno Bruto.

GRÁFICO 22





Al igual que se hace la distinción entre el PIB y el PNB, se requiere diferenciar el Valor Agregado Interno (Val) que incluye todos los agentes económicos y el Valor Agregado Nacional (VaN) que se refiere solo a los agentes nacionales, por lo que la diferencia entre el Val y el VaN viene determinada por: los salarios pagados a trabajadores extranjeros, los costos financieros pagados a las instituciones extranjeras de crédito y los beneficios pagados a empresas extranjeras. Se entiende, por tanto, la importancia de calcular tanto el Val como el VaN, para evaluar los efectos del proyecto cuando se efectúa la evaluación social, en particular, cuando los ingresos extranjeros son repatriados hacia el exterior.

Finalmente, además de las empresas que participan directamente en el proyecto, otros agentes económicos también contribuyen al crecimiento del ingreso nacional, estos son las empresas proveedoras y receptoras de los diversos insumos y productos, que tendrán que aumentar su producción para satisfacer la demanda adicional creada por el proyecto, acrecentando de este modo el valor agregado derivado de la decisión de inversión.

### El cálculo del Valor Agregado Actualizado Neto

A partir de los conceptos antes expuestos el modelo para el cálculo del Valor Agregado Actualizado Neto se puede expresar de la forma siguiente:

$$VAAN = \sum_{j=1}^n [In_j - (I_j + Is_j + Ir_j)] a_j$$

donde:

VAAN = Valor Agregado Actualizado Neto<sup>49</sup>

$In_j$  = Ingresos proyectados año  $j$

$I_j$  = Costo de Inversión año  $j$

$Is_j$  = Costo proyectado de los insumos materiales y los servicios comprados año  $j$

$Ir_j$  = Ingresos repatriados año  $j$

$a_j$  = Factor de actualización

$n$  = Años de vida útil

El valor agregado neto de un proyecto comprende:

- El valor agregado directo: se refiere al producido por el proyecto.
- El valor agregado indirecto: el generado por otros proyectos tecnológica y económicamente relacionados con el proyecto, y que no se hubiera obtenido sin el mismo.

Cuando los efectos indirectos sean muy difíciles de medir, o su magnitud no sea significativa, se trabajará solo con el efecto directo.

### Criterio de selección del VAAN

<sup>49</sup> Se refiere al valor agregado nacional neto, pues para su cálculo se han deducido los ingresos repatriados.

Al considerar el contenido económico del criterio VAAN, se requiere de dos indicadores de decisión a los efectos de evaluar un proyecto de inversión. Estos indicadores son:

a)  $VAAN > 0$

b)  $E = VAAN - \sum_{j=1}^n S_j \geq 0$

donde:

E = Excedente económico

$S_j$  = Salarios año j

n = Vida útil económica del proyecto

Dado que el VAAN se refiere al valor agregado nacional neto, los salarios considerados no incluirán los repatriados. Como se comprenderá el primer indicador  $VAAN > 0$ , constituye la primera condición para la aceptación del proyecto, por lo que de esta no cumplirse el proyecto debe ser rechazado. No obstante, esta primera evaluación constituye una condición necesaria pero no suficiente, requiriéndose del segundo indicador  $E \geq 0$  como condición de suficiencia, dado que este presupone que:

$$VAAN \geq \sum_{j=1}^n S$$

pues de lo contrario se podría tener un proyecto en que el  $VAAN > 0$ , pero en el que no se recuperarían los salarios pagados. En resumen:

- $E > 0$ , es la condición de eficiencia del proyecto desde el punto de vista social, pues el valor agregado producido por el proyecto no solo permite recuperar los salarios pagados en su operación, sino que además genera un excedente económico que permitirá incrementar tanto el consumo presente, como garantizar la expansión de la economía.
- $E = 0$ , esta indicando que a falta de otro proyecto superior, el proyecto podría ser aceptable en casos excepcionales, como por ejemplo regiones muy deprimidas en que el incremento del empleo sea un importante objetivo social, pues se lograría al menos financiar este objetivo.
- $E < 0$ , significa que el proyecto no permite ni al menos pagar los salarios pagados, por lo que no es aceptable.

### Eficiencia relativa del VAAN

Como se ha señalado, una de las particularidades que caracteriza a los países subdesarrollados es la escasez de recursos, en particular, la escasez de capital, por lo que al igual que en la evaluación financiera, en que al comparar entre varios proyectos, el criterio de Rentabilidad Absoluta VAN, pudiera ser insuficiente, utilizándose indicadores de rentabilidad relativa como el RVAN; en la evaluación social, también se pueden utilizar indicadores que permitan maximizar el VAAN por unidad de recursos. Así, para situaciones de escasez de capital, la eficiencia relativa del capital será:

$$E_I = \text{VAAN} / \text{CAI}$$

donde:

$E_I$  = Eficiencia relativa del capital

VAAN = Valor Agregado Actualizado Neto

CAI = Costo actualizado de inversión

Pongamos un ejemplo, si el valor del VAAN para un proyecto "X" fuera de \$20 millones y el CAI de \$4 millones, mientras que para un proyecto "Y" el VAAN fuera de \$28 millones y el CAI de \$7 millones, esto significa que:

$$E_{Ix} = 20 / 4 = 5$$

$$E_{Iy} = 28 / 7 = 4$$

lo que está expresando que, por cada peso de inversión, el proyecto "X" permite obtener un valor actual de cinco pesos, mientras que, el proyecto "Y" permite obtener solo 4 pesos, seleccionándose el proyecto "X" en lugar del proyecto "Y" a pesar de que este último tiene un mayor VAAN, pues dado que el capital es un factor escaso, no interesaría maximizar el VAAN, sino el VAAN producido por cada peso de inversión.

Este criterio también puede ser aplicado a otros factores escasos como la fuerza de trabajo o la divisa, así para estas situaciones de escasez se tendría:

$$E_{FT} = \text{VAAN} / \text{CAFT}$$

$$E_D = \text{VAAN} / \text{CAD}$$

donde:

$E_{FT}$  = Eficiencia relativa de la fuerza de trabajo

CAFT = Costo actualizado de la fuerza de trabajo

$E_D$  = Eficiencia relativa de la divisa

CAD = Costo actualizado de la divisa

Obviamente, que  $E_D$  solo puede ser calculada en proyectos que impliquen erogación de divisas, pues no sería aplicable a proyectos en que su ingreso en divisas

sea mayor que su costo en divisas, pues estos no estarían haciendo uso de este factor escaso, sino que estarían contribuyendo a su aumento.

### **3. ESTUDIO DE CASO: PROYECTO PLANTA PROCESADORA DE FRIJOL DE SOJA**

Para proceder a la evaluación social de este proyecto se dispone; además, de la siguiente información:

#### *Estudio de Caso: Evaluación Social de la Planta Procesadora de Frijol de Soja*

A los efectos de ejecutar el proyecto de inversión en la planta procesadora de frijol de soja antes estudiado, las autoridades locales están contemplando la creación de una Sociedad Anónima (Empresa Mixta) entre la Corporación de Alimentos S.A. y la empresa gubernamental “Inversiones para el Desarrollo” en la cual participarán con el 20 % de las acciones. Esta alternativa se sustenta además de los ingresos que pueda generar esta planta, en las expectativas de que impactará muy favorablemente en el desarrollo de la región.

Ud. trabaja como economista en la dirección de inversiones regional, y se le pide evaluar esta alternativa, con vista a verificar si con criterios de rentabilidad nacional se satisfacen estas expectativas. A tales efectos, Ud. profundiza en las particularidades del proyecto y obtiene la siguiente información adicional:

- 1.- La harina de soja para el consumo humano y la soja texturizada, constituyen nuevas ofertas. De estas ofertas la harina de soja para el consumo humano podrá colocarse en el mercado interno, no así la soja texturizada, que se exportará en su totalidad. La harina de soja para el consumo humano tiene un subsidio de 30 dólares por tonelada.
- 2.- El 80 % del costo de inversión es importado. La totalidad de los equipos de transporte y la inversión indirecta son importados.
- 3.- El frijol de soja será producido nacionalmente, mientras que el exano y los sacos multicapas son de importación.
- 4.- La tasa oficial de cambio esta subvalorada, siendo esta realmente de 6 pesos por dólar.
- 5.- Dos de los técnicos empleados en la planta son extranjeros y sus ingresos serán repatriados al país de origen.
- 6.- El crédito se obtendrá en el país.
- 7.- El proyecto tendrá los efectos indirectos siguientes:

UM: Miles de Pesos

| Ingresos                      | <u>Año 1</u> | <u>Años 2 al 10</u> |
|-------------------------------|--------------|---------------------|
| Agricultura (Frijol de Soja)  | 36180        | 72360               |
| Industria (H. Soja C. Humano) | 8820         | 16640               |
| Insumos Materiales            |              |                     |
| Agricultura                   | 16180        | 32360               |
| Industria                     | 6820         | 12640               |
| Salarios                      |              |                     |
| Agricultura                   | 15000        | 30000               |
| Industria                     | 1000         | 2000                |

8.- El efecto indirecto de los salarios se expresa en los nuevos empleos y costo de inversión siguientes:

A ñ o s d e l 2 a l 10

|                                   | <i>Nuevas Oportunidades de Trabajo<br/>Trabajadores<br/>Calificados</i> | <i>Trabajadores<br/>No Calificados</i> | <i>Costo de<br/>Inversión<br/>Miles de Pesos</i> |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Proyectos que suministran insumos | 2500                                                                    | 500                                    | 20000                                            |
| Proyectos que usan la producción  | 60                                                                      | 40                                     | 2000                                             |

9.- La tasa social de descuento es 12 %.

10.- De los 7 trabajadores fijos del proyecto 5 son calificados.

11.- Uno de los propietarios de la Corporación de Alimentos S.A., trabaja en el proyecto, recibiendo un salario anual de \$60 mil pesos.

12.- El 20 % de los obreros no calificados provienen de otras regiones del país.

13.- El 10 % de los impuestos pagados corresponde al gobierno local.

14.- La Balanza de Pagos del país se ha venido comportando en el último quinquenio de la forma siguiente:

Millones de \$US

| <u>Año</u> | <u>E N T R A D A S</u> |                   |              | <u>P A G O S</u>   |                   |              |
|------------|------------------------|-------------------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|
|            | <u>Exportación</u>     | <u>Invisibles</u> | <u>Total</u> | <u>Importación</u> | <u>Invisibles</u> | <u>Total</u> |
| 1          | 4500                   | 100               | 4600         | 5400               | 200               | 5600         |
| 2          | 4500                   | 100               | 4600         | 5400               | 200               | 5600         |
| 3          | 4500                   | 100               | 4600         | 5400               | 200               | 5600         |
| 4          | 5500                   | 100               | 5600         | 6400               | 200               | 6600         |
| 5          | 5500                   | 100               | 5600         | 6400               | 200               | 6600         |

- 15.- Se pagarán dividendos por 4 millones de pesos anuales, a partir del año 2 hasta el 4. Del año 5 al 10 estos se incrementarán a 9 millones de pesos anuales.

Se le pide :

1.- Evaluar el proyecto atendiendo a:

- a) VAAN .- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios de Mercado
- b) VAAN.- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios Ajustados
- c) VAAN.- Considerando Efectos Directos e Indirectos
- d) Efectos del Proyecto en el Empleo Directo e Indirecto
- e) Efectos del Proyecto en la Distribución del Ingreso
- f) Efectos del Proyecto en el Ingreso Neto en Divisas
- g) Competitividad Internacional del Proyecto

2.- Efectuar el mismo análisis anterior, pero considerando que el crédito se obtiene en el exterior.

3.- Cuál sería el resultado del análisis anterior, considerando la Corporación de Alimentos S.A., como una empresa extranjera y que el crédito se obtendrá en el exterior.

4.- Efectuar análisis de sensibilidad, considerando adicionalmente que la Empresa Mixta estará integrada por la Corporación de Alimentos S.A. y la empresa nacional Inversiones para el Desarrollo, con un 50 % de las acciones cada una.

5.- Analice las diferencias entre las tres variantes.

Solución:

### **3.1- El cálculo del VAAN**

Como se señaló anteriormente, todo proyecto debe ser evaluado tanto desde el punto de vista financiero como desde el punto de vista social, esto obedece además de las razones apuntadas, al hecho de que la evaluación social según el Método Criterio del

Ingreso Nacional, requiere de la evaluación financiera como un primera etapa para la realización de la evaluación social, al proveer la información básica a partir de la cual se realiza la evaluación social.

### 3.1.1- Información financiera básica

A partir de los resultados de la evaluación financiera de este proyecto, obtenidos en el capítulo VI, cuadros 6.2 al 6.12, la información financiera básica para iniciar la evaluación social se puede agrupar en los dos Cuadros que se presentan a continuación:

CUADRO 8.1- INFORMACIÓN FINANCIERA BÁSICA

| UM: Miles de Pesos               |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                  | Año 0        | Año 1        | Año 2        | Año 3        | Año 4        | Año 5 AL8    | Año 9        | Año 10       |
| 1.-Inversión Total               | <b>50144</b> |              |              |              |              |              | 2500         |              |
| 2.-Costo de Producción           |              | <b>46623</b> | <b>83643</b> | <b>83305</b> | <b>82967</b> | <b>82629</b> | <b>82629</b> | <b>82629</b> |
| Gastos de Operación              |              | 42356        | 79376        | 79376        | 79376        | 79376        | 79376        | 79376        |
| Depreciación                     |              | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         |
| Intereses                        |              | 1014         | 1014         | 676          | 338          |              |              |              |
| 3.-Ingreso Total                 |              |              |              |              |              |              |              | 121519       |
| Ventas                           |              | 50700        | 101400       | 101400       | 101400       | 101400       | 101400       | 101400       |
| V. Residual                      |              |              |              |              |              |              |              | 20119        |
| 4.-Ingresos Netos en Efectivo    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Utilidad Imponible               |              | 4077         | 17757        | 18095        | 18433        | 18772        | 18772        | 18772        |
| Menos Impuesto (30 % Util.)      |              | 1223         | 5327         | 5429         | 5530         | 5631         | 5631         | 5631         |
| Utilidad N. Después de Imp.      |              | 2854         | 12430        | 12667        | 12903        | 13140        | 13140        | 13140        |
| Más Intereses                    |              | 1014         | 1014         | 676          | 338          |              |              |              |
| Util. N. antes Int. y desp. Imp. |              | 3868         | 13444        | 13343        | 13241        | 13140        | 13140        | 13140        |
| Más depreciación                 |              | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         | 3253         |
| Menos: Saldo C. Cobrar y Pagar   |              | 1210         | 1210         | 0            | 0            | 0            | 0            | -2420        |
| <b>Total</b>                     |              | 5911         | 15487        | 16595        | 16494        | 16393        | 16393        | 18813        |
| 5.-Flujo Neto de Caja (4-1)      | -50144       | 5911         | 15487        | 16595        | 16494        | 16393        | 13893        | 38931        |
| 6.-Fuentes Financieras           | 50144        |              |              |              |              |              |              |              |
| 6.1.- Capital Social             | 40000        |              |              |              |              |              |              |              |
| 6.2.- Préstamo Externo           | 0            |              |              |              |              |              |              |              |
| 6.3.- Préstamo Nacional          | 10144        |              |              |              |              |              |              |              |
| 7.-Obligaciones Financieras      |              | 1014         | 8396         | 8057         | 7719         | 9000         | 9000         | 9000         |
| 7.1.- Reembolso del Crédito      |              |              | 3381         | 3381         | 3381         |              |              |              |
| 7.2.- Intereses                  |              | 1014         | 1014         | 676          | 338          |              |              |              |
| 7.3.- Dividendos                 |              |              | 4000         | 4000         | 4000         | 9000         | 9000         | 9000         |
| 8-Flujo de Caja(5+6-7)           |              | 4897         | 7091         | 8538         | 8775         | 7393         | 4893         | 29931        |
| 9.-Flujo de Caja Acumulado       |              | 4897         | 11988        | 20526        | 29300        | 58871        | 63763        | 93694        |

---

**CUADRO 8.2- INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO**


---

UM: Miles de Pesos

|                                        | Año 0  | Año 1 | Año 2 | Año 3-8 | Año 9  | Año 10 |
|----------------------------------------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|
| 1.-Ingresos en Efectivo                |        | 46475 | 97175 | 101400  | 101400 | 129969 |
| 1.1 Exportaciones                      |        | 14025 | 29325 | 30600   | 30600  | 33150  |
| 1.2 Sust. de Importaciones             |        | 27500 | 57500 | 60000   | 60000  | 65000  |
| Aceite C. de Soja*                     |        | 12375 | 25875 | 27000   | 27000  | 29250  |
| Harina de Soja                         |        | 15125 | 31625 | 33000   | 33000  | 35750  |
| 1.3 Mercado Interno                    |        | 4950  | 10350 | 10800   | 10800  | 11700  |
| 1.4 Valor Residual                     |        |       |       |         |        | 20119  |
| 2.- Pagos por Insumos Materiales       | 50144  | 38165 | 74345 | 77360   | 79860  | 83390  |
| 2.1 Inversiones                        | 50144  |       |       |         | 2500   |        |
| 2.1.1 Importación                      | 40115  |       |       |         | 2500   |        |
| 2.1.2 Producción Nacional              | 10029  |       |       |         |        |        |
| 2.2 M. Primas y Materiales             |        | 38165 | 74345 | 77360   | 77360  | 83390  |
| 2.2.1 Importación                      |        | 1540  | 3220  | 3360    | 3360   | 3640   |
| 2.2.2 Producción Nacional              |        | 31625 | 66125 | 69000   | 69000  | 74750  |
| 2.2.3 Gastos Indirectos                |        | 5000  | 5000  | 5000    | 5000   | 5000   |
| 3.-Valor Agregado Interno Neto (1 – 2) | -50144 | 8310  | 22830 | 24040   | 21540  | 46579  |
| 4.- Ingresos Repatriados               |        | 120   | 120   | 120     | 120    | 120    |
| 4.1 Salarios                           |        | 120   | 120   | 120     | 120    | 120    |
| 4.2 Intereses                          |        |       |       |         |        |        |
| 4.3 Dividendos                         |        |       |       |         |        |        |
| 4.4 Préstamos                          |        |       |       |         |        |        |
| 5.-Valor Agregado Nacional N. (3 – 4)  | -50144 | 8190  | 22710 | 23920   | 21420  | 46459  |
| 5.1 Salarios                           |        | 1056  | 1896  | 1896    | 1896   | 1896   |
| 5.2 Excedente Económico                | -50144 | 7134  | 20814 | 22024   | 19524  | 44563  |

\* Se ha estimado un comportamiento similar para cada producto o insumo en cuanto a la norma de 30 días para cuentas a cobrar y a pagar.

### 3.1.2- Cálculo del VAAN a precios de mercado

Tal como se señaló anteriormente, en primer lugar se procederá al cálculo del VAAN a precios de mercado, es decir, partiendo del supuesto de que no hay distorsiones de precio, ni de la tasa de cambio oficial. Bajo estos supuestos el cálculo del VAAN se expone en el Cuadro 8.3.



| 8.3- CALCULO DEL VAAN (RENTABILIDAD FINANCIERA)     |        |       |        |          |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|-------|--------|----------|--------|--------|
| (a precios de mercado)                              |        |       |        |          |        |        |
| UM: Miles de Pesos                                  |        |       |        |          |        |        |
|                                                     | Año 0  | Año 1 | Años 2 | Años 3-8 | Año 9  | Año 10 |
| 1.-Ingresos                                         |        | 46475 | 97175  | 101400   | 101400 | 129969 |
| 2.-Insumos Materiales                               | 50144  | 38165 | 74345  | 77360    | 79860  | 83390  |
| 3.-Valor Agregado Interno Neto (1-2)                | -50144 | 8310  | 22830  | 24040    | 21540  | 46579  |
| 4.-Ingresos Repatriados                             |        | 120   | 120    | 120      | 120    | 120    |
| 5.-Valor Agregado Nacional Neto (3-4)               | -50144 | 8190  | 22710  | 23920    | 21420  | 46459  |
| 5.1.- Salarios                                      |        | 1056  | 1896   | 1896     | 1896   | 1896   |
| 5.2.- Excedente Económico                           | -50144 | 7134  | 20814  | 22024    | 19524  | 44563  |
| 6.- Valor Agregado Actualizado Neto ( VAAN al 12 %) |        |       | 76356  |          |        |        |
| 6.1.- Valor Presente de los Salarios                |        |       | 9963   |          |        |        |
| 6.2.- Valor Presente del Excedente Económico        |        |       | 66393  |          |        |        |

Una vez obtenido el Valor Agregado Nacional Neto y su estructura en salarios y excedente económico, se obtiene el VAAN, el valor presente de los salarios y el valor presente del excedente económico, simplemente actualizando al 12 % estos valores:

| Año            | Valor Agregado Nacional Neto | Salarios | Excedente Económico | Factor de Actualización | Valor Agregado Actualizado Neto | Valor Presente de los Salarios | Valor Presente del Excedente Económico |
|----------------|------------------------------|----------|---------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 0              | -50144                       |          |                     | 1                       | -50144                          |                                | -50144                                 |
| 1              | 8190                         | 1056     | 7134                | 0,892857143             | 7313                            | 943                            | 6370                                   |
| 2              | 22710                        | 1896     | 20814               | 0,797193878             | 18104                           | 1511                           | 16593                                  |
| 3              | 23920                        | 1896     | 22024               | 0,711780248             | 17026                           | 1350                           | 15676                                  |
| 4              | 23920                        | 1896     | 22024               | 0,635518078             | 15202                           | 1205                           | 13997                                  |
| 5              | 23920                        | 1896     | 22024               | 0,567426856             | 13573                           | 1076                           | 12497                                  |
| 6              | 23920                        | 1896     | 22024               | 0,506631121             | 12119                           | 961                            | 11158                                  |
| 7              | 23920                        | 1896     | 22024               | 0,452349215             | 10820                           | 858                            | 9963                                   |
| 8              | 23920                        | 1896     | 22024               | 0,403883228             | 9661                            | 766                            | 8895                                   |
| 9              | 21420                        | 1896     | 19524               | 0,360610025             | 7724                            | 684                            | 7041                                   |
| 10             | 46459                        | 1896     | 44563               | 0,321973237             | 14959                           | 610                            | 14348                                  |
| <b>Totales</b> |                              |          |                     |                         | <b>76356</b>                    | <b>9963</b>                    | <b>66393</b>                           |

Como se aprecia en el Cuadro, al examinar los resultados del cálculo del VAAN a precios de mercado se tiene que se cumplen las dos condiciones de eficiencia requeridas, pues:

$VAAN > 0$ , al ascender este a 76356 miles de pesos

$$E = VAAN - \sum_{j=1}^n S_j \geq 0, \text{ pues } E = 76356 - 9963 = 66393 \text{ miles de pesos}$$

En otras palabras, si no hay distorsiones de precio, el proyecto ofrece un excedente económico de 66,4 millones de pesos y un VAAN de 76,4 millones de pesos, es decir, un valor muy superior al VAN, el que como se recordará ascendió a 39,4 millones de pesos para el inversionista.

A qué se debe esta diferencia con la evaluación financiera de la empresa? Esta es debida a que, tal como se explicó anteriormente, el VAAN incluye no solo el ingreso de los empresarios, sino también el ingreso de los trabajadores, el ingreso de las instituciones de crédito y los ingresos del gobierno, por lo que si se actualizan los intereses y los impuestos pagados a la tasa de actualización del 12 % utilizada, se tiene:

|              | <u>Valor Actual</u> |
|--------------|---------------------|
| Salarios     | 10,0                |
| Intereses    | 2,4                 |
| Impuestos    | <u>27,3</u>         |
| <b>Total</b> | <b>39,7</b>         |

Cantidad esta que si se deduce del VAAN obtenido debiera dar el VAN del proyecto, sin embargo, este ofrece un resultado inferior pues  $76,4 - 39,7 = 36,7$  millones, mientras que el VAN ascendió a 39,5, es decir, una diferencia de 2,8 millones de pesos.

Por qué se produce esta diferencia? Una explicación estrictamente financiera nos conduce al diferente tratamiento dado al costo de inversión, pues como se observa en el Cuadro 6.3, en la evaluación social se consideró como costo de inversión el monto total invertido (50144 miles de pesos), y no el egreso por concepto de capital social (40000 miles de pesos) que fue el considerado en la evaluación desde el punto de vista del inversionista al evaluar el proyecto.

Aquí se requiere recordar que, al evaluar el proyecto desde el punto de vista empresarial, existen diferentes procedimientos para determinar la tasa de descuento al considerar el apalancamiento financiero. Son estos:

- Descontar con una tasa de descuento ajustada, por ejemplo, el costo promedio ponderado.- En este caso se considera el costo total de inversión al evaluar el proyecto y se proyectan los flujos de caja sin considerar el pago del principal y los intereses, pues el ajuste por el impacto del crédito ya está en la tasa.
- Descontar con el costo de oportunidad para el inversionista (capital propio).- En este caso se considera en el costo de inversión el capital social (es decir, solo el egreso en efectivo del inversionista por concepto de inversión), mientras que los egresos por el pago del principal y los intereses se consideran de forma explícita al calcular los flujos de caja.

No obstante, el lector podrá preguntarse ¿Por qué se ha considerado en la evaluación social el costo total de inversión, sin que la tasa de descuento social se haya calculado como el costo ponderado del capital para el país? Esto es debido a que desde el punto de vista del país es indiferente si los recursos provienen de una empresa pública, una empresa privada o un banco, es decir, para la evaluación con un criterio de rentabilidad nacional todos estos son recursos nacionales, capital social del país.<sup>50</sup>

Es por esta razón que, en el Cuadro 6.3, se considera como egreso por concepto de inversión 50144 miles de pesos, monto que corresponde a la inversión total, mientras que, no se considera el pago del principal en los flujos de caja, pues el egreso de 10144 por concepto del crédito ya fue considerado en el año 0, tampoco se considera el pago de los intereses pues estos constituyen una transferencia de fondos de la empresa a los bancos, que como se explicó anteriormente se expresan en un incremento del excedente económico.

Por tanto, en la evaluación financiera (empresarial) hay un ingreso de efectivo por crédito que implica una deducción del costo de inversión por 10144 miles de pesos, mientras que, de otra parte, el pago del principal a partir del segundo año representa un valor actual de 7252 miles de pesos, esto significa una diferencia de  $10,1 - 7,3 = 2,8$  millones de pesos, exactamente la misma que se presentó anteriormente y que como se ha explicado corresponde al diferente tratamiento del costo de inversión.

En síntesis, el tratamiento del costo de inversión al efectuar la evaluación social, cuando el crédito es nacional, implica considerar como egreso el costo total de inversión y no considerar ni el reembolso del principal ni el pago de intereses en los flujos de caja. Esto significa, en la práctica, que el pago que la empresa hace por intereses se considera como una transferencia de la empresa a los bancos y se refleja como parte del excedente económico.

Ahora bien, ¿Cuál debería ser el tratamiento del costo de inversión en el caso que el crédito sea externo? Si se continuara con el razonamiento estrictamente financiero, pudiera pensarse que debiera ser el mismo método que cuando se evalúa el proyecto desde el punto de vista del inversionista. O en otras palabras, se debe considerar el egreso real que tiene el país al llevar a cabo el proyecto, es decir, el costo total de inversión menos el ingreso que representa para el país el crédito recibido del exterior. Sin embargo, no hay que olvidar que en la evaluación social según el método CIN, lo que se está calculando es el valor agregado nacional neto, por tanto, esto presupone deducir del valor agregado nacional bruto el costo de inversión, sin hacer distinción de cómo será financiado este último, si es con crédito nacional implicará una transferencia de fondos, como ya se explicó, si es con un crédito externo, se reflejará en la balanza de pagos, tal como se tratará posteriormente.<sup>51</sup>

<sup>50</sup> Significa que el crédito y los intereses no representan recursos reales, sino el traspaso de derechos de un agente a otro.

<sup>51</sup> Este es el tratamiento que sigue IDCAS-ONUDI. Otros autores consideran que en la evaluación social (método ABC) el gobierno ha garantizado explícita o implícitamente el crédito, por lo que no se considera este como un ingreso, ni tampoco el pago de los intereses, es decir, que se le daría el mismo tratamiento que cuando el crédito es nacional. Para más detalles, ver Glen P. Jenkins y Arnold C. Harberger: ob. cit., pp. 19-34.

### 3.1.3- Cálculo del VAAN a precios ajustados

Una vez calculado el VAAN a precios de mercado, corresponde determinar si hay distorsiones de precios a los efectos de calcular el VAAN a precios ajustados. En el Estudio de Caso sobre el Frijol de Soja se presentan varias distorsiones. Estas son:

- La tasa de cambio oficial de 5 pesos por dólar está subvalorada, debiendo ascender la tasa de cambio social a 6 pesos por dólar.
- El aceite y la harina de soja, tienen un precio de mercado de 500 y 200 dólares por TM respectivamente, pero al constituir producciones que permiten la sustitución de importaciones, deben ser valorados al costo CIF de 530 y 215 dólares por TM.
- La harina de soja para el consumo humano se debe valorar a su precio interno más el subsidio, pues este último es un costo social, de esta forma su precio es igual a su costo CIF, que representa lo que le costaría al país de no producirse nacionalmente y tenerse que importar.

Sin embargo, en cuanto al Frijol de Soja es un insumo del proyecto, que puede ser importado o producido nacionalmente, en este caso, según los criterios antes discutidos para el ajuste de precios debe ser valorado, al costo de importación CIF o al precio interno, el menor. Su precio CIF es de 250 dólares y su precio interno de 230 dólares, por lo que debe ser valorado a este último precio. Situación similar se presenta en cuanto al precio de la soja texturizada, el que no sufre cambio, pues al estar destinado a la exportación se valorará a su precio FOB, ya que es precisamente al que se está comercializando en el mercado interno. Considerando estos ajustes el cálculo del VAAN se presenta en el Cuadro 8.4.

Para realizar estos ajustes se procede del siguiente modo, por ejemplo, para calcular el valor de las exportaciones de soja texturizada a precios ajustados, será necesario considerar cómo influye el ajuste en la tasa de cambio. Si a tal efecto se toman las exportaciones de este producto en el año 1, según la información del Cuadro 8.2, se tiene que éstas ascienden a 14025 miles de pesos a la tasa de cambio oficial de 5 pesos por dólar, lo que quiere decir que su valor en dólares ascendió a 2805 miles de dólares:

$$14025/5 = 2805$$

pero como la tasa de cambio ajustada es de 6 pesos por dólar, el valor real de estas exportaciones es de 16830 miles de pesos:

$$2805 * 6 = 16830$$

Cálculo este que también pudo ser realizado determinando el coeficiente de ajuste de la tasa de cambio:

$$6 / 5 = 1,2$$

Coeficiente que aplicado al valor de las exportaciones a precio de mercado, daría directamente el valor ajustado de las exportaciones por este concepto:

$$1,2 * 14025 = 16830$$

CUADRO 8.4- CALCULO DEL VAAN  
(a precios ajustados)

| UM: Miles de Pesos                                         |        |       |               |         |        |        |
|------------------------------------------------------------|--------|-------|---------------|---------|--------|--------|
|                                                            | Año 0  | Año 1 | Año 2         | Año 3-8 | Año 9  | Año 10 |
| 1.- Ingresos                                               |        | 58418 | 122147        | 127458  | 127458 | 158198 |
| 1.1.-Exportaciones                                         |        | 16830 | 35190         | 36720   | 36720  | 39780  |
| 1.2.-Sustitución de Importaciones                          |        | 35252 | 73709         | 76914   | 76914  | 83324  |
| Aceite C. de Soja                                          |        | 15741 | 32913         | 34344   | 34344  | 37206  |
| Harina de Soja                                             |        | 19511 | 40796         | 42570   | 42570  | 46118  |
| 1.3.-Mercado Interno                                       |        | 6336  | 13248         | 13824   | 13824  | 14976  |
| 1.4.-Valor Residual                                        |        |       |               |         |        | 20119  |
| 2.-Insumos Materiales                                      | 58167  | 38473 | 74989         | 78032   | 81032  | 84118  |
| 2.1.-Inversiones                                           |        |       |               |         |        |        |
| 2.1.1.- Importación                                        | 48138  |       |               |         | 3000   |        |
| 2.1.2.- Producción Nacional                                | 10029  |       |               |         |        |        |
| 2.2.-Materias Primas y Materiales                          |        | 38473 | 74989         | 78032   | 78032  | 84118  |
| 2.2.1.- Importación                                        |        | 1848  | 3864          | 4032    | 4032   | 4368   |
| 2.2.2.- Producción Nacional                                |        | 31625 | 66125         | 69000   | 69000  | 74750  |
| 2.2.3 Gastos Indirectos                                    |        | 5000  | 5000          | 5000    | 5000   | 5000   |
| 3.-Valor Agregado Interno Neto (1-2)                       | -58167 | 19945 | 47158         | 49426   | 46426  | 74080  |
| 4.-Ingresos Repatriados                                    |        | 144   | 144           | 144     | 144    | 144    |
| 4.1.- Salarios                                             |        | 144   | 144           | 144     | 144    | 144    |
| 4.2.- Intereses                                            |        |       |               |         |        |        |
| 4.3.- Dividendos                                           |        |       |               |         |        |        |
| 4.4.- Préstamos                                            |        |       |               |         |        |        |
| 5.-Valor Agregado Nacional Neto (3-4)                      | -58167 | 19801 | 47014         | 49282   | 46282  | 73936  |
| 5.1.- Salarios                                             |        | 1056  | 1896          | 1896    | 1896   | 1896   |
| 5.2.- Excedente Económico                                  | -58167 | 18745 | 45118         | 47386   | 44386  | 72040  |
| <b>6.- Valor Agregado Actualizado Neto ( VAAN al 12 %)</b> |        |       | <b>199014</b> |         |        |        |
| <b>6.1.- Valor Presente de los Salarios</b>                |        |       | <b>9963</b>   |         |        |        |
| <b>6.2.- Valor Presente del Excedente Económico</b>        |        |       | <b>189051</b> |         |        |        |

Ahora bien, para los productos aceite y harina de soja la situación es algo más compleja, al tener precios de mercado inferiores a los precios internacionales a los cuales el país los ha importado, por lo que se precisa considerar además del ajuste de la tasa de cambio, el ajuste de precios. Así, por ejemplo, si se toma del Cuadro 8.2 el valor de la producción de aceite de soja en el año 2, para ajustar este habría que considerar:

Coeficiente de ajuste de precio 530/500 = 1,06  
 Coeficiente de ajuste de la tasa de descuento = 1,2  
 Producción de aceite de soja a precios de mercado = 25875 miles de pesos

el valor de la producción de aceite de soja a precios ajustados ascenderá, por tanto, a:

$$25875 * 1,06 * 1,2 = 32913 \text{ miles de pesos}$$

Ajustes similares se hacen para la harina de soja y para todos los años del período proyectado, según se aprecia en el Cuadro 8.4.

En dicho Cuadro se puede ver que a precios ajustados el VAAN asciende a 199014 miles de pesos, mientras que el valor actualizado de los salarios se mantiene en 9963 millones de pesos, pues estos no son modificados por ajustes de precios. Obviamente, aquí también se cumplen las dos condiciones básicas para la selección del proyecto, pues:

$$VAAN = 199014 \text{ miles de pesos} \therefore VAAN > 0$$

$$E = 199014 - 9963 = 189051 \text{ miles de pesos} \therefore VAAN > \sum_{j=1}^n s_j$$

Se concluye que, desde el punto de vista de su contribución al ingreso nacional el proyecto no solo sigue siendo aceptable sino que mejora significativamente su impacto al considerar los precios ajustados, pues al comparar las evaluaciones a precios de mercado y a precios ajustados, se aprecia que el VAAN pasa de un valor de 76,4 millones de pesos a 199,0 millones de pesos, en otras palabras, el VAAN se incrementa en 122,6 millones de pesos por concepto de excedente económico.

Por qué se produce este incremento del excedente económico? La respuesta sería que esto es debido a que el ajuste de precios y de la tasa oficial, tuvo un efecto positivo como resultado de mayores precios de venta, los que más que compensaron el crecimiento de los precios de los insumos y de los ingresos repatriados.

En síntesis, solo considerando los efectos directos, el impacto real del proyecto sobre la economía asciende a 199,0 millones de pesos y el excedente económico a 189,1 millones de pesos, cantidad esta última que al ser comparada con el VAN (39,4 millones de pesos) implica una diferencia de 149,7 millones de pesos.

### 3.1.4- Eficiencia relativa del VAAN

Como ha sido señalado, el cálculo de la rentabilidad relativa del VAAN para un determinado proyecto, consiste en la evaluación de los recursos escasos del proyecto a partir de calcular cuál es la cantidad de VAAN por unidad de recurso escaso, de donde

se obtienen coeficientes de eficiencia que son de utilidad cuando se están comparando recursos.

En el caso que nos ocupa, si este proyecto se estuviera comparando con otros proyectos alternativos y estos fueran también eficientes en términos absolutos, quizás no fuera suficiente determinar solo el de mayor VAAN absoluto, sino además; evaluar el proyecto mediante Criterios de Eficiencia Relativa. Esta evaluación sería, según fuera el recurso escaso, de la manera siguiente:

- Para escasez de capital :  $E_I = VAAN/CAI \therefore E_I = 199014 / 58167 = 3,42$
- Para escasez de fuerza de trabajo calificada :  $E_{FT} = VAAN / CAFT$   
 $\therefore E_{FT} = 199014 / 7604 = 26,2$

Como se aprecia, se trabaja con valores a precios ajustados, por ser estos los representativos del impacto real del proyecto en la economía del país, a partir de los datos del Cuadro 8.4. En lo que se refiere al valor actual de los salarios por concepto de la fuerza de trabajo calificada, este se obtiene de la información para la evaluación financiera y los datos adicionales que se brindan para la evaluación social, presentándose su cálculo como sigue:

#### *Fondo de Salario Anual*

UM: Miles de Pesos

|                      | <u>Cantidad</u> | <u>Salario Anual</u> | <u>Año 1</u> | <u>Años 2-10</u> |
|----------------------|-----------------|----------------------|--------------|------------------|
| Técnicos             | 8               | 60                   | 240          | 480              |
| Obreros Calificados  | 20              | 36                   | 360          | 720              |
| F. Trabajo Indirecta | 5               | 48                   | 240          | 240              |
| <b>Totales</b>       |                 |                      | <b>840</b>   | <b>1440</b>      |

$$\begin{aligned}
 \text{Valor actual} &= 840 * 0.8929 + 1440 (a_{10|12} - a_{1|12}) \\
 &= 840 * 0.8929 + 1440 (5,65 - 0,89) \\
 &= 750 + 1440 * 4,76 = 7604
 \end{aligned}$$

La evaluación relativa de este proyecto indica que, se obtienen 3,42 pesos de valor agregado actualizado por peso de inversión, sí por ejemplo, existiera otra alternativa donde  $E_I = 2$ , y, de ser el capital el recurso escaso, se escogería el proyecto bajo estudio.

Mientras que, si el recurso escaso fuera la fuerza de trabajo calificada, el proyecto en estudio ofrece un índice de eficiencia relativa de 26,2 pesos de valor agregado por

cada peso de gasto en fuerza de trabajo calificada, por lo que sería seleccionado en relación a cualquier otro proyecto que diera un índice inferior.

### **3.1.5- El cálculo del VAAN incluyendo los efectos indirectos**

Hasta ahora se ha efectuado la evaluación social del proyecto tomando en cuenta solo sus efectos directos, sin embargo, al evaluar con criterio social, se requiere valorar el efecto total del proyecto, es decir, incluir también los efectos indirectos, en los casos que estos sean cuantificables y sobre todo significativos.

Los efectos indirectos son otro aspecto de la evaluación de inversiones que es en general ignorado desde el punto de vista de la evaluación financiera, o dicho de otro modo, no son tomados en cuenta desde el punto de vista de la evaluación empresarial, a no ser en los aspectos en que normas legales exijan lo contrario, sin embargo, pueden asumir gran importancia desde el punto de vista social.

Al respecto, cuando se evalúa un proyecto desde el punto de vista social es necesario tomar en consideración:

- Si el proyecto generara el establecimiento de otros nuevos proyectos, la modernización de otras capacidades existentes o el aprovechamiento de capacidades subutilizadas.
- Beneficios al resto del área producidos por la infraestructura del proyecto.
- Impactos ambientales, contaminación del agua; el suelo; el aire, ruido, aumentos o disminuciones de rendimientos agrícolas, afectación a la pesca, etcétera.

Por supuesto que, estos efectos indirectos se tomarán en cuenta solo si son significativos, claramente establecidos y que ocurran como resultado del proyecto en estudio.

En lo que se refiere a los impactos ambientales, su evaluación económica puede comportar complejidades adicionales, por lo que se ha venido publicando una copiosa literatura dirigida a su estudio. Entre los métodos empleados que pueden utilizarse al ser consistentes con el CIN, por cuanto permiten cuantificar el efecto en el ingreso nacional del impacto ambiental, se encuentran:

Valoración de los cambios en la producción.- Estos cambios pueden ser producidos en situaciones como: disminución o aumento de las disponibilidades de agua potable o de agua para riego; disminución de los volúmenes de pesca; disminución de rendimientos agrícolas, por erosión, salinidad del suelo; aumento de los rendimientos agrícolas, debido a la polinización (apicultura); la contaminación de un río y su impacto en la reducción de los rendimientos agrícolas, al no poderse continuar utilizando sus aguas para regadío, etcétera.



Determinación de los costos de restitución.- Los que consisten en el costo de restituir el efecto del impacto ambiental, por ejemplo, costo en fertilizantes para restituir las afectaciones a la calidad del suelo, o de tratamientos dirigidos a reducir su salinidad, etcétera.

Gastos preventivos.- Bajo este rubro se agrupan aquellos gastos dirigidos a evitar o reducir el impacto ambiental, como plantas de tratamiento de aguas residuales, dispositivos para evitar la contaminación del aire, etcétera.

Una vez señaladas algunas situaciones típicas y principales métodos para medir el impacto ambiental, es oportuno pasar a examinar el procedimiento general a seguir para medir los efectos indirectos, los que como se explicó abarcan otros aspectos además de los impactos ambientales. Este procedimiento se puede sintetizar como sigue:

1. Evaluar el proyecto determinando su VAAN y el valor presente de los salarios, sin incluir los efectos indirectos.
2. Establecer los principales efectos hacia delante o hacia atrás del proyecto y a partir de estos calcular su valor agregado neto, a tal fin se requiere determinar:
  - Si genera nuevos proyectos: ingresos, costos, inversiones y beneficios repatriados.
  - Si genera la modernización o ampliación de otros proyectos: calcular sus flujos de caja incrementales, es decir, el incremento generado en los ingresos, costos, inversiones y beneficios repatriados.
  - Si permite aumentar (o disminuir) el nivel de aprovechamiento de las capacidades en otras actividades: calcular el incremento (o decremento) en los ingresos, costos y beneficios repatriados.
  - Si produce impactos ambientales cuantificables, valorar los mismos por el método más idóneo en cada caso.
3. Adicionar el valor de los efectos indirectos a los efectos directos y actualizar los resultados.
4. Calcular el VAAN, valor de los salarios actualizados y el excedente económico del efecto total del proyecto.

Como el lector puede apreciar, el caso que se viene estudiando también tiene determinados efectos indirectos, tanto hacia atrás (agricultura) como hacia delante (en la industria). Es decir, la construcción de la planta procesadora de frijol de soja, crea determinada demanda de frijol de soja a satisfacer por la agricultura y a su vez se produce harina de soja consumo humano, que constituye una materia prima para el incremento de la producción industrial.

El Cuadro 8.5, presenta el cálculo del VAAN añadiendo los efectos indirectos como resultado del impacto del proyecto tanto en la industria como en la agricultura. Así, para incluir los efectos indirectos se procede del siguiente modo, por ejemplo, en el año 0 se tiene una inversión indirecta de 22000 miles de pesos, que es totalmente importada, por lo que los egresos por este concepto se calculan del siguiente modo:

Inversión Indirecta en la Agricultura = 20000 miles de pesos  
 Inversión indirecta en la Industria = 2000 miles de pesos  
 Total 22000 miles de pesos

Coeficiente de ajuste de la tasa de cambio = 1,2

Inversión Indirecta 22000 \* 1,2 = 26400 miles de pesos

CUADRO 8.5- VALOR AGREGADO ACTUALIZADO NETO  
 (efectos directos e indirectos)

| UM: Miles de Pesos              |               |        |        |           |        |        |
|---------------------------------|---------------|--------|--------|-----------|--------|--------|
|                                 | AÑO 0         | AÑO 1  | AÑO 2  | AÑO 3 - 8 | AÑO 9  | AÑO 10 |
| 1.- Ingresos                    |               | 103418 | 211147 | 216458    | 216458 | 247198 |
| Directos                        |               | 58418  | 122147 | 127458    | 127458 | 158198 |
| Indirectos                      |               | 45000  | 89000  | 89000     | 89000  | 89000  |
| 2.- Insumos Materiales          | 84567         | 61473  | 119989 | 123032    | 126032 | 129118 |
| Directos                        | 58167         | 38473  | 74989  | 78032     | 81032  | 84118  |
| Indirectos                      | 26400         | 23000  | 45000  | 45000     | 45000  | 45000  |
| 3.-Valor Agregado Interno Neto  | -84567        | 41945  | 91158  | 93426     | 90426  | 118080 |
| Directo                         | -58167        | 19945  | 47158  | 49426     | 46426  | 74080  |
| Indirecto                       | -26400        | 22000  | 44000  | 44000     | 44000  | 44000  |
| 4.- Ingresos Repatriados        |               | 144    | 144    | 144       | 144    | 144    |
| Directos                        |               | 144    | 144    | 144       | 144    | 144    |
| 5.-Valor Agregado Nacional Neto | -84567        | 41801  | 91014  | 93282     | 90282  | 117936 |
| Directo                         | -58167        | 19801  | 47014  | 49282     | 46282  | 73936  |
| Salarios Directos               |               | 1056   | 1896   | 1896      | 1896   | 1896   |
| Indirecto                       | -26400        | 22000  | 44000  | 44000     | 44000  | 44000  |
| Salarios Indirectos             |               | 16000  | 32000  | 32000     | 32000  | 32000  |
| <b>6.- VAAN</b>                 | <b>401581</b> |        |        |           |        |        |
| <b>Directo</b>                  | <b>199014</b> |        |        |           |        |        |
| <b>Salarios Directos</b>        | <b>9963</b>   |        |        |           |        |        |
| <b>Indirecto</b>                | <b>202567</b> |        |        |           |        |        |
| <b>Salarios Indirectos</b>      | <b>166521</b> |        |        |           |        |        |

Mientras que, para el año 1, los efectos indirectos están determinados por el aumento de los ingresos, los insumos y los salarios de actividades dependientes del proyecto en la agricultura y en la industria, los que ascienden a :

Ingresos = 36180 + 8820 = 45000 miles de pesos  
 Insumos = 16180 + 6820 = 23000 miles de pesos  
 Salarios = 15000 + 1000 = 16000 miles de pesos  
 procedimiento similar se seguiría para calcular los efectos indirectos del año 2 al 9.

Como se pone de manifiesto en el Cuadro 8.5, al abarcar los efectos directos e indirectos, el VAAN del proyecto asciende a 401581 miles de pesos, lo que significa que no solo sigue cumpliendo sus pruebas de eficiencia o rentabilidad absoluta, sino que su resultado es significativamente superior a cuando se consideró solo sus efectos directos, pues:

$$VAAN = 401581 > 199014$$

∴ los efectos indirectos ⇒ un incremento del VAAN de  $401581 - 199014 = 202567$  miles de pesos.

En cuanto al excedente económico:

$$E = VAAN - \sum_{j=1}^n S_j \geq 0$$

$$E = 401581 - (9963 + 166521)$$

$$E = 401581 - 176484 = 225097 \text{ miles de pesos}$$

Se pone aquí de manifiesto el fuerte impacto del proyecto en el empleo, el que había pasado inadvertido al calcular solo los efectos directos, dado que los salarios indirectos ascienden a 166521 miles de pesos, 17,7 veces más que cuando solo se consideraron los salarios directos.

De otra parte, ahora el excedente económico asciende a 225097 miles de pesos, también superior a cuando se consideraron solo los efectos directos:

$$225097 > 189051 \Rightarrow 225097 - 189051 = 36046 \text{ miles de pesos, por concepto de Excedente Económico Indirecto.}$$

En resumen, el proyecto analizado ofrece resultados sumamente relevantes para el país, al ascender el VAAN a 401581 miles de pesos, cifra esta mucho más expresiva que los 39,4 millones obtenidos cuando se realizó solo la evaluación financiera, es decir, se evaluó el proyecto solo desde el punto de vista empresarial. Es evidente, por tanto, la importancia de efectuar la evaluación social, también se han puesto de relieve las bondades de la metodología aplicada a la evaluación de este proyecto, al permitir

calcular el impacto del mismo en términos comparables con las estadísticas nacionales, cuantificando su contribución al incremento del ingreso nacional.

### **3.2- Criterios complementarios al VAAN**

Generalmente el criterio básico no basta para abarcar un objeto tan complejo y multifacético como es la evaluación de un proyecto con un enfoque de rentabilidad nacional, de eficiencia social, dado los múltiples objetivos a lograr que presupone el proceso de desarrollo socioeconómico de cualquier país. Esta necesidad adquiere particular relevancia en el caso de los países subdesarrollados, caracterizados por altos niveles de desempleo, serios problemas en su balanza de pagos, baja competitividad de sus productos de exportación y marcadas desigualdades en la distribución del ingreso nacional, tanto entre los diferentes grupos sociales, como entre las diferentes regiones del país, incluso del país en relación con otros países que son fuente de financiamiento o inversión extranjera.

Es por estas razones que como criterios complementarios al VAAN, se consideran los siguientes:

- Efecto del proyecto en el empleo.
- Efecto del proyecto en la distribución del ingreso.
- Efecto del proyecto en el ingreso neto en divisas.
- Competitividad internacional de las exportaciones del proyecto.

Estos criterios son generalmente necesarios y, por tanto, recomendables cuando se evalúa un proyecto de inversión en un país subdesarrollado. Por supuesto, ya en el caso de países desarrollados o con abundante disponibilidad de ciertos recursos, todos estos criterios no tienen que ser forzosamente ni simultáneamente aplicados a un mismo proyecto, lo que dependerá de cada situación socioeconómica en particular.

#### **3.2.1- Efecto del proyecto en el empleo**

Al evaluar el efecto del proyecto en el empleo es conveniente considerar no solo el empleo directo sino también el indirecto cuando este sea significativo. Es importante; además, incluir la demanda de fuerza de trabajo calificada, al constituir esta generalmente un recurso escaso.

En el cálculo del efecto indirecto se tomará en cuenta el incremento o decremento que se produzca realmente, o dicho en otras palabras, si la actividad está subutilizada y el incremento de la producción no requiere incremento del empleo, este no será considerado. Igualmente si el proyecto implica la disminución del empleo en empresas competidoras, esta disminución deberá ser considerada.

En el Cuadro 8.6, se presenta la demanda de fuerza de trabajo, tanto directa como indirecta generada por el proyecto, su estructura de calificación y la inversión directa e indirecta requerida.

CUADRO 8.6- OPORTUNIDADES TOTALES DE NUEVOS EMPLEOS

| LOCALIZACIÓN DEL EFECTO                      | TRABAJADORES   |                          | TOTAL | COSTO DE INVERSIÓN<br>(Miles de Pesos) |
|----------------------------------------------|----------------|--------------------------|-------|----------------------------------------|
|                                              | NO CALIFICADOS | TRABAJADORES CALIFICADOS |       |                                        |
| En el proyecto                               | 22             | 33                       | 55    | 50144                                  |
| En proyectos que suministran insumos         | 2500           | 500                      | 3000  | 20000                                  |
| En proyectos que usan la producción obtenida | 60             | 40                       | 100   | 2000                                   |
| Total                                        | 2582           | 573                      | 3155  | 72144                                  |

A partir de los datos que se presentan en el Cuadro 8.6 se pueden calcular los siguiente indicadores:

a) Efecto total en el empleo por unidad de inversión

Para este fin se utilizará la siguiente fórmula :

$$Z_t = E_t / I_t$$

donde:

$Z_t$  = Número de empleos creados por unidad de inversión

$E_t$  = Número total de oportunidades de empleo creadas

$I_t$  = Inversiones totales

$$\therefore Z_t = 3155 / 72,144 = 43,73$$

Esto significa que, se crearán 43,73 empleos por cada millón de pesos de inversión o su inverso, que se requiere invertir 23 mil pesos por cada nuevo empleo creado (72144 / 3155).

b) Efecto en el empleo directo por unidad de inversión

Se calcula a partir de:

$$Z_d = E_d / I_d$$

donde:

$Z_d$  = Número de empleos directos creados por unidad de inversión

$E_d$  = Número total de oportunidades de empleo directo creadas

$I_d$  = Inversiones directas

$$\therefore Z_d = 55 / 50,144 = 1,10$$

Significa que se crearán 1,1 empleos por cada millón de pesos de inversión o su inverso, que se requiere invertir 990,1 mil pesos por cada nuevo empleo creado.

### c) Efecto en el empleo indirecto por unidad de inversión

Para este fin se utilizará la siguiente fórmula :

$$Z_i = E_i / I_i$$

donde:

$Z_i$  = Número de empleos indirectos creados por unidad de inversión

$E_i$  = Número total de oportunidades de empleo indirecto creadas

$I_i$  = Inversiones indirectas

$$\therefore Z_i = 3100 / 22,0 = 141$$

Por tanto, se crearán 141 empleos por cada millón de pesos de inversión o su inverso, que se requiere invertir 7,09 mil pesos por cada nuevo empleo creado.

El análisis del efecto del proyecto en el empleo pone de nuevo en evidencia, el alto impacto del proyecto en el empleo indirecto al generar 3100 nuevos empleos por este concepto, pero no solo esto sino con un costo de inversión de solo 7,09 miles de pesos por cada empleo generado, mientras que el empleo directo, cada puesto de trabajo creado cuesta cerca de un millón de pesos, al corresponder a una tecnología mucho más exigente en término de dotación de capital por trabajador.

### 3.2.2- Efecto del proyecto en la distribución

El efecto en la distribución puede ser analizado desde el punto de vista de los diferentes grupos sociales, la distribución entre las diferentes regiones del país y la distribución entre los ingresos que permanecen en el país y los que son repatriados, según sean las particularidades del proyecto.

La distribución del ingreso corresponde esencialmente a la forma en que esté organizada una sociedad dada, lo que condicionará su política económica y en particular la política social, la política fiscal y la política de precios, instrumentos estos

últimos que son utilizados por la generalidad de los países para la redistribución del ingreso. Sin embargo, en este contexto es de utilidad conocer como se distribuirán los beneficios de los nuevos proyectos de inversión y en que medida están en correspondencia con la política de desarrollo económico y social del país, así como, determinar la conveniencia de introducir alguna modificación en la distribución de los beneficios esperados de un proyecto en particular, por ejemplo, reducir la repatriación de beneficios hacia el exterior.

El análisis del efecto en la distribución se realiza a precios de mercado y para un año que se considere normal y, por tanto, representativo del impacto del proyecto. A continuación se efectúa este análisis para el Estudio de Caso Planta Procesadora de Aceite de Soja, seleccionando como normal el año 5to y mediante información que es básicamente proveniente de los Cuadros 8.1, 8.2 y 8.3.

#### CUADRO 8.7- DISTRIBUCIÓN DE LOS BENEFICIOS NETOS POR GRUPOS SOCIALES

UM: Miles de Pesos

|                                                                | AÑO NORMAL<br>5 <sup>TO</sup> |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.- Valor Agregado Interno Bruto (Cuadro 6.3, fila 3 )         | 24040                         |
| Depreciación Anual*                                            | 3253                          |
| 2.- Valor Agregado Interno Neto                                | 20788                         |
| Ingresos Repatriados (Cuadro 6.3, fila 4 )                     | 120                           |
| 3.- Valor Agregado Nacional Neto                               | 20668                         |
| 4.- Salarios y Otros Beneficios                                | 1836                          |
| Salarios (Cuadro 6.3, fila 5,1) - fila 5,3                     | 1836                          |
| Otros Beneficios                                               |                               |
| 5.- Ganancias de la Empresa                                    | 7260                          |
| 5.1.- Dividendos de los Accionistas (Cuadro 6.1, fila 7,3 )    | 7200                          |
| 5.2.- Intereses Capital Privado                                | 0                             |
| 5.3.- Salarios Recibidos por Empresarios                       | 60                            |
| 6.- Gobierno                                                   | 7431                          |
| 6.1.- Impuestos                                                | 5631                          |
| 6.2.- Intereses por préstamos bancos públicos                  | 0                             |
| 6.3.- Ganancias (Dividendos por acciones propiedad del estado) | 1800                          |
| 7.- No Distribuido                                             | 4140                          |

\*En el caso de trabajar con un año solamente la depreciación debe deducirse

A partir de los datos del Cuadro 8.7 se pueden calcular los indicadores siguientes:

### 1.- Distribución de los ingresos a los obreros y empleados

$$D_{as} = VA_{as} / VANN$$

donde:

$D_{as}$  = Porcentaje de los ingresos recibidos por los obreros y empleados

$VA_{as}$  = Salarios recibidos por los obreros y empleados

VANN = Valor Agregado Nacional Neto

$$\therefore D_{as} = 1836 / 20668 = 9 \%$$

### 2.- Distribución de los ingresos a la empresa

$$D_{emp} = VA_{emp} / VANN$$

donde:

$D_{emp}$  = Porcentaje de los ingresos recibidos por la empresa

$VA_{emp}$  = Ingresos recibidos por la empresa

VANN = Valor Agregado Nacional Neto

$$\therefore D_{emp} = 7260 / 20668 = 35 \%$$

### 3.- Distribución de los ingresos al estado

$$D_e = VA_e / VANN$$

donde:

$D_e$  = Porcentaje de los ingresos recibidos por el estado

$VA_e$  = Ingresos recibidos por el estado

VANN = Valor Agregado Nacional Neto

$$\therefore D_e = 7431 / 20668 = 36\%$$

Como se aprecia, de los ingresos del proyecto corresponde el 9 % a los obreros y empleados, el 35 % a la empresa y el 36 % al estado, quedando un 20 % no distribuido, al no pagarse como dividendo todo el valor creado por el proyecto, aunque es preciso tener presente que estos resultados se refieren solo a los efectos directos del proyecto, pues como se conoce si se consideraran los efectos indirectos aumentaría sensiblemente el porcentaje de los obreros y empleados.



A partir de los datos del Cuadro 8.7, se puede analizar cómo se distribuye el Valor Agregado Interno Neto (ver Cuadro 8.8).

CUADRO 8.8- DISTRIBUCIÓN DEL VALOR AGREGADO INTERNO

|                                                    | UM: Miles de Pesos               |                 |              |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|--------------|
|                                                    | UN AÑO NORMAL (5 <sup>to</sup> ) |                 |              |
|                                                    | USADO EN<br>EL PAÍS              | REPA-<br>TRIADO | TOTAL        |
| 1.- Salarios (Cuadro 6.2, filas 4,1 y 5,1)         | 1836                             | 120             | 1956         |
| 2.- Intereses por préstamos (Cuadro 6.2, fila 4,3) |                                  | 0               | 0            |
| 3.- Dividendos (Cuadro 6.1, fila 7,3 )             | 9000                             | 0               | 9000         |
| 4.- Impuestos sobre las ganancias                  | 5631                             |                 | 5631         |
| 5.- Rentas (Salarios empresarios)                  | 60                               |                 | 60           |
| 7.- Ganancias no distribuidas                      | 4140                             |                 | 4140         |
| <b>Totales</b>                                     | <b>20668</b>                     | <b>120</b>      | <b>20788</b> |

A su vez, los datos del Cuadro 8.8 permiten calcular los indicadores siguientes:

- 1.- Participación del capital extranjero en los beneficios.
- 2.- Participación del país en los beneficios.

A tal fin se utilizan las fórmulas siguientes:

$$D_{\text{ex}} = \text{IR} / \text{VAIN}$$

$$D_{\text{país}} = \text{VANN} / \text{VAIN}$$

donde:

$D_{\text{ex}}$  = Porcentaje de los ingresos repatriados hacia el exterior

$D_{\text{país}}$  = Porcentaje del país en los beneficios

IR = Ingresos repatriados hacia el exterior

VAIN = Valor Agregado Interno Neto

$$\therefore D_{\text{ex}} = 120 / 20788 = 1 \%$$

$$D_{\text{país}} = 20668 / 20778 = 99 \%$$

Dado que se trata de una empresa nacional, la totalidad de los ingresos quedan prácticamente en el país, pues solo va a el exterior los salarios repatriados de dos técnicos extranjeros.

En cuanto a la distribución regional de los beneficios, a partir de la información brindada se puede preparar el Cuadro siguiente:

CUADRO 8.9- DISTRIBUCIÓN DE LOS BENEFICIOS PARA LA REGIÓN

UM: Miles de Pesos

|                                               | Un Año<br>Normal (5 <sup>to</sup> ) |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.- Salarios de los trabajadores de la región | 1740                                |
| 2.- Dividendos de las empresas locales        | 7200                                |
| 3.- Intereses pagados a bancos locales        | 0                                   |
| 4.- Impuestos pagados al gobierno local       | 563                                 |
| 5.- Salario empresarios                       | 60                                  |
| Total                                         | 9563                                |

A partir de los datos del Cuadro 6.9 se puede calcular el indicador siguiente:

- Distribución de los ingresos a la región

$$D_r = VA_r / VANN$$

donde:

$D_r$  = Porcentaje de los ingresos recibidos por la región

$VA_r$  = Ingresos recibidos por la región

$VANN$  = Valor Agregado Nacional Neto

$$\therefore D_r = 9563 / 20668 = 46,2 \%$$

Por tanto, el proyecto contribuirá significativamente a los ingresos regionales, pues un 46,2 % del valor agregado nacional neto producido quedará en la región.

De otra parte, es de subrayar la utilidad de estos indicadores en la toma de decisiones, pues si, por ejemplo, el objetivo de la política económica es promover el desarrollo de una región atrasada, los proyectos con un mayor  $D_r$  tendrían una mayor prioridad, o si la política fuera favorecer tecnologías fuerza de trabajo intensivas, en determinadas ramas tendrían prioridad los proyectos con un mayor  $D_{as}$ .

### 3.2.3- Efecto del proyecto en el ingreso neto en divisas

Este constituye un indicador de importancia económica para cualquier país y es generalmente de gran relevancia en las economías subdesarrolladas.

El análisis del efecto neto en divisas se calcula en dólares a la tasa de cambio oficial y puede realizarse solo para un año típico o normal, que se considere representativo del comportamiento del proyecto, también puede llevarse a cabo considerando efectos directos e indirectos. En el estudio de caso que se viene solucionando, se partió del criterio de que no se disponía de información suficiente para calcular los efectos indirectos, aunque si se calculó el ingreso neto en divisas para todos los años del período.

Los resultados del Cuadro 8.10, (que fueron calculados a partir de la tasa de cambio oficial de 5 pesos por dólar y los datos del cuadro 8,2), evidencian que el proyecto es sumamente ventajoso desde el punto de vista de su contribución a la balanza de pagos del país, al ascender a 19,774 millones de dólares el valor actual del flujo neto en divisas producido. No obstante, su efecto mayor no es por concepto de exportaciones, pues cuando se adiciona al flujo neto en divisas el efecto de la sustitución de importaciones la contribución del proyecto a la balanza de pagos del país asciende a un valor actual de 81,696 millones de dólares.

CUADRO 8.10- INGRESO NETO EN DIVISAS

UM: Miles de Dólares

|                                           | AÑO 0        | AÑO 1       | AÑO 2        | AÑOS 3-8 | AÑO 9 | AÑO 10       |
|-------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|----------|-------|--------------|
| 1.- Ingresos en Divisas                   | 0            | <b>2805</b> | <b>5865</b>  | 6120     | 6120  | <b>6630</b>  |
| Capital en Acciones                       | 0            |             |              |          |       |              |
| Crédito                                   | 0            |             |              |          |       |              |
| Exportaciones                             |              | <b>2805</b> | <b>5865</b>  | 6120     | 6120  | <b>6630</b>  |
| 2.- Salida de Divisas                     | 8023         | <b>332</b>  | <b>668</b>   | 696      | 1196  | <b>752</b>   |
| Inversiones                               | 8023         |             |              |          | 500   |              |
| Insumos Importados                        |              | 308         | 644          | 672      | 672   | 728          |
| Reembolso del Crédito                     |              |             |              | 0        |       |              |
| Intereses                                 |              |             | 0            | 0        |       |              |
| Salarios Repatriados                      |              | 24          | 24           | 24       | 24    | 24           |
| Dividendos Repatriados                    |              |             | 0            | 0        | 0     | 0            |
| 3.- Flujo Neto en Divisas                 | -8023        | 2473        | 5197         | 5424     | 4924  | 5878         |
| 4.- Sustitución de Importaciones          |              | <b>5500</b> | <b>11500</b> | 12000    | 12000 | <b>13000</b> |
| 5.- Efecto Neto en Divisas                | -8023        | 7973        | 16697        | 17424    | 16924 | 18878        |
| <b>Flujo Neto en Divisas Actualizado</b>  | <b>19774</b> |             |              |          |       |              |
| <b>Efecto Neto en Divisas Actualizado</b> | <b>81696</b> |             |              |          |       |              |

### 3.2.4.- Competitividad internacional de las exportaciones del proyecto

Este análisis está dirigido a evaluar en que medida los productos del proyecto, destinados a la promoción de exportaciones son competitivos internacionalmente. Para lograr este objetivo se compara el valor actual del beneficio neto obtenido por exportaciones, valorado a precios ajustados, con el valor actual del costo de los recursos nacionales requeridos para la producción de estas exportaciones, valoradas a precios de mercado. En otras palabras, se calcula el valor neto en divisa obtenido por cada unidad de moneda nacional. Para este cálculo se procede como sigue:

- Las exportaciones se valoran a precios FOB.
- Los insumos importados utilizados en las exportaciones, a precios CIF.
- Se usa la tasa de cambio ajustada.
- Los insumos nacionales utilizados en las exportaciones, a precios de mercado interno.

Y el modelo para el cálculo de la competitividad internacional sería el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n (I_D - G_D)_j a_j}{\sum_{j=1}^n (G_N)_j a_j} > 1$$

donde:

$C_i$  = Coeficiente de competitividad internacional

$I_D$  = Ingreso en divisas por exportaciones en el año  $j$

$G_D$  = Gasto en divisas por exportaciones en el año  $j$

$a_j$  = Factor social de actualización

$G_N$  = Gastos de insumos nacionales utilizados en el año  $j$

El proyecto es competitivo internacionalmente si  $C_i > 1$ , por lo que desde este punto de vista se considera un proyecto conveniente para el país, con independencia de los precios o de la tasa de cambio oficial, pues  $C_i > 1$  significa que el ingreso real por exportaciones expresado en moneda nacional es mayor que el valor de los recursos nacionales requeridos para su obtención. De existir varios proyectos obviamente se seleccionaría el que tuviera el mayor valor de  $C_i$ , es decir, que el criterio de selección será:

$$C_i = \text{Max.}$$

La información para el cálculo de este indicador en el estudio de caso objeto de estudio se presenta en los Cuadros 8.11 y 8.12. A tal efecto, se requiere calcular el flujo de caja correspondiente a las exportaciones del proyecto, las que corresponden a la

soja texturizada por ser el único producto exportable, ya que como se recordará el resto de la producción es destinada al mercado interno. Por tanto, lo primero es determinar la proporción de las exportaciones en los ingresos totales, así por ejemplo, para los años 1 y 2 se tiene según los datos del Cuadro 8.4:

$$\text{Año 1} \Rightarrow \text{Exportaciones} / \text{Ingresos} = 16830 / 58418 = 0,2881$$

$$\text{Año 2} \Rightarrow \text{Exportaciones} / \text{Ingresos} = 35190 / 122147 = 0,2881$$

Porcentajes estos que serán aplicados a las diferentes partidas de gasto en divisa de cada año, para determinar la proporción correspondiente a las exportaciones, por ejemplo, a partir de los datos del Cuadro 8.4, para calcular el valor de los insumos en el año 1 se procederá como sigue:

$$\text{Costo en divisas de los insumos para las exportaciones} = 1848 * 0,2881 = 532$$

Con respecto a los ingresos en divisas por entrada de capital extranjero (acciones, crédito), se determinará igualmente la parte proporcional correspondiente a las exportaciones, aunque en este caso calculando el valor que las exportaciones representan como promedio durante toda la vida del proyecto y aplicando este coeficiente al ingreso recibido por concepto de capital en divisas para inversiones.

CUADRO 8.11- INGRESO NETO EN DIVISAS POR EXPORTACIONES  
(para el cálculo de la competitividad internacional)

|                                                       | UM: Miles de Pesos |               |              |          |          |              |
|-------------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------|----------|--------------|
|                                                       | AÑO 0              | AÑO 1         | AÑO 2        | AÑOS 3-8 | AÑO 9    | AÑO 10       |
| Porcentaje de las Exportaciones                       | 0,2844             | 0,288         | 0,288        | 0,288    | 0,288    | 0,25         |
| 1.- Ingresos en Divisas                               | 0                  | <b>16830</b>  | <b>35190</b> | 36720    | 36720    | <b>39780</b> |
| Capital en Acciones                                   | 0                  |               |              |          |          |              |
| Crédito                                               | 0                  |               |              |          |          |              |
| Exportaciones                                         |                    | <b>16830</b>  | <b>35190</b> | 36720    | 36720    | <b>39780</b> |
| 2.- Salida de Divisas                                 | 13692              | <b>574</b>    | <b>1155</b>  | 1203     | 2056     | <b>1135</b>  |
| Inversiones                                           | 13692              |               |              |          | 853      |              |
| Insumos Importados                                    |                    | 532           | 1113         | 1162     | 1162     | 1098         |
| Reembolso del Crédito                                 |                    |               |              | 0        |          |              |
| Intereses                                             |                    |               | 0            | 0        |          |              |
| Salarios Repatriados                                  |                    | 41            | 41           | 41       | 41       | 36           |
| Dividendos Repatriados                                |                    |               | 0            | 0        | 0        | 0            |
| 3.- Flujo Neto en Divisas                             | -13692             | 16256         | 34035        | 35517    | 34664    | 38645        |
| 4.- Factor de Descuento                               | 1                  | 0.892857      | 0.797194     | 4,074783 | 0.360610 | 0.321973     |
| 5.- Flujo Neto en Divisas Actualizado                 | -13692             | 14514         | 27133        | 144724   | 12500    | 12443        |
| <b>Flujo Neto en Divisas Actualizado, Años 0 – 10</b> |                    | <b>169308</b> |              |          |          |              |

En el estudio de caso no se presenta inicialmente esta situación, pues se considera que la empresa es 100 % nacional y también el crédito. Sin embargo, posteriormente se evalúan otras variantes en que es necesario considerar esta situación, por ejemplo, cuando se supone que el crédito es externo, el ingreso en divisas por este concepto ascendería a:

$$\text{Coeficiente} = [(0,2881 * 9) + 0,2514] / 10 = 0,28443$$

$$\text{Crédito} = 10144 * 1,2 = 12173$$

$$\text{Ingreso en divisas para inversión} = 12173 * 0,28443 = 3462 \text{ miles de pesos}$$

En lo que se refiere al egreso en divisas por inversión para la exportación, se sigue el mismo procedimiento, por lo que a partir de los datos del Cuadro 8.4 se tiene:

$$\text{Costo importado de inversión} = 48138 * 0,28443 = 13692 \text{ miles de pesos}$$

Esto en relación al cálculo de los ingresos en divisas por exportaciones. Con respecto al cálculo del valor de los insumos nacionales, este se calcula en el Cuadro 8.12, para este fin se sigue el mismo procedimiento que para los ingresos, pero, aplicando los coeficientes al valor de los insumos nacionales. Esta información puede ser tomada de los datos del Cuadro 8.2, por ejemplo:

$$\text{Costo de Inversión Nacional} = 10029 * 0,28443 = 2852 \text{ miles de pesos}$$

$$\text{Insumos Nacionales (año 1)} = 31625 * 0,2881 = 9111 \text{ miles de pesos}$$

CUADRO 8.12- INSUMO DE RECURSOS NACIONALES

|                                          | UM: Miles de Pesos |               |          |          |          |          |
|------------------------------------------|--------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|
|                                          | AÑO 0              | AÑO 1         | AÑO 2    | AÑO 3 -8 | AÑO 9    | AÑO 10   |
| Porcentaje de las Exportaciones          | 0,2844             |               | 0,288    | 0,288    | 0,288    | 0,25     |
| 1.- Inversiones Nacionales               | 2852               |               |          |          |          |          |
| 2.- Insumos Materiales                   |                    | 9111          | 19050    | 19879    | 19879    | 18796    |
| 3.- Gastos Indirectos                    |                    | 1440          | 1440     | 1440     | 1440     | 1257     |
| 4.- Salarios nacionales                  |                    | 304           | 546      | 546      | 546      | 477      |
| 5.- Insumo Nacionales (Total)            | 2852               | 10856         | 21037    | 21865    | 21865    | 20530    |
| 6.- Factor de Descuento                  | 1                  |               | 0.892857 | 4,074783 | 0.360610 | 0.321973 |
| 7.- Valor Presente de los Insumos        | 2852               | 9693          | 16771    | 89096    | 7885     | 6610     |
| <b>Valor Presente Insumos nacionales</b> |                    |               |          |          |          |          |
| <b>Años 0 – 10</b>                       |                    | <b>115476</b> |          |          |          |          |

A partir de la información de los Cuadros 8.11 y 8.12, se está en condiciones de calcular el indicador de competitividad internacional CI, mediante la fórmula:

$$C_I = \frac{\sum_{j=1}^n (I_D - G_D)_j a_j}{\sum_{j=1}^n (G_N)_j a_j} > 1$$

El resultado del numerador ya fue obtenido en el Cuadro 8.11 y el del denominador en el Cuadro 8.12.

$$\therefore CI = 169308 / 115476 = 1,47$$

Qué significado económico tiene este valor de CI? Significa que cada peso de recursos nacionales del proyecto en estudio, debe generar divisas netas por exportaciones por 1,47 pesos a valores actualizados. Esto permite concluir que es un proyecto competitivo, pues las exportaciones realizadas permiten recuperar los recursos nacionales utilizados a este fin y además generar un excedente.

### 3.3- Análisis de las diferencias entre variantes

En el Cuadro 8.13 se presenta el resultado del cálculo de los diferentes indicadores de evaluación social para las restantes alternativas solicitadas en el estudio de caso, resultados éstos obtenidos a partir de la metodología descrita y cuyos cálculos pueden ser verificados por el lector con el programa de computación que se acompaña.

#### 3.3.1- Variante inversión nacional con crédito externo

Como se puede observar, en el Cuadro 6.13, se produce una disminución del VAAN de 2,4 millones de pesos a precios de mercado y de 2,9 millones de pesos a precios ajustados, cuando se considera el crédito externo en lugar del crédito nacional. Ello, es un resultado de la repatriación de intereses.

En cuanto a su impacto en la balanza de pagos, se tienen entradas en divisas por crédito (\$10,14 millones de pesos), y salidas por el pago del principal y los intereses, \$7,25 + \$2,41 = \$9,66 millones de pesos a valores actualizados, recibándose un beneficio de 480 mil pesos, al ser la tasa de interés del crédito (10 %) menor que la de descuento (12 %). Este aspecto se refleja en el flujo neto en divisa actualizado, el que presenta una diferencia con respecto a la variante que se ha venido solucionando, en la

que el crédito es nacional, de 96 mil dólares (19870 – 19774), diferencia esta que a la tasa oficial de 5 pesos por dólar ofrece exactamente este resultado:

$$96 * 5 = 480 \text{ mil pesos}$$

CUADRO 8.13- ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE VARIANTES

UM: Miles de Pesos

|                                                              | <i>100 %<br/>Nacional<br/>Créd. Nac.</i> | <i>100 %<br/>Nacional<br/>Crédito Ext.</i> | <i>20 %<br/>Nacional<br/>Créd. Ext.</i> | <i>50 %<br/>Nacional<br/>Créd. Ext.</i> |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>1.-Valor Agregado Nac. Neto Actualizado (R. Fin.)</b>     | 76356                                    | 73945                                      | 47931                                   | 57559                                   |
| 7.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 9963                                     | 9963                                       | 9624                                    | 9624                                    |
| 7.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 66393                                    | 63982                                      | 38307                                   | 47936                                   |
| <b>2.-Valor Agregado Nac. Neto Actualizado(R. Nac.)</b>      | 199014                                   | 196121                                     | 164904                                  | 176458                                  |
| 7.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 9963                                     | 9963                                       | 9624                                    | 9624                                    |
| 7.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 189051                                   | 186158                                     | 155281                                  | 166834                                  |
| <b>3.- VAAN (Efectos Directos e Indirectos)</b>              | 401581                                   | 398688                                     | 367471                                  | 379025                                  |
| 7.1.-VAAN Directo                                            | 199014                                   | 196121                                     | 164904                                  | 176458                                  |
| 7.1.1.-Salarios Directos Actualizados                        | 9963                                     | 9963                                       | 9624                                    | 9624                                    |
| 7.2.-VAAN Indirecto                                          | 202567                                   | 202567                                     | 202567                                  | 202567                                  |
| 7.2.1.-Salarios Indirectos Actualizados                      | 166521                                   | 166521                                     | 166521                                  | 166521                                  |
| <b>4.- OPORTUNIDADES TOTALES DE NUEVOS EMPLEOS</b>           |                                          |                                            |                                         |                                         |
| 4.1.-Empleo Total por Millón de \$ de Inversión              | 44                                       | 44                                         | 44                                      | 44                                      |
| 4.2.-Empleo Directo por Millón de \$ de Inversión            | 1                                        | 1                                          | 1                                       | 1                                       |
| 4.3.-Empleo Ind. por Millón de \$ de Inversión               | 141                                      | 141                                        | 141                                     | 141                                     |
| <b>5.-Indicadores de Distribución Ingresos del Proyecto</b>  | (en %)                                   |                                            |                                         |                                         |
| 5.1.-Ingresos de Obreros y Empleados                         | 0,09                                     | 0,09                                       | 0,14                                    | 0,11                                    |
| 5.2.-Ingresos de la Empresa Nac.                             | 0,35                                     | 0,35                                       | 0                                       | 0,00                                    |
| 5.3.-Ingresos del Estado                                     | 0,36                                     | 0,36                                       | 0,55                                    | 0,63                                    |
| 5.4.-Ingresos de la Región                                   | 0,47                                     | 0,47                                       | 0,17                                    | 0,14                                    |
| 5.5.-Ingresos Nacionales                                     | 0,99                                     | 0,99                                       | 0,64                                    | 0,77                                    |
| 5.6.-Ingresos Repatriados                                    | 0,01                                     | 0,01                                       | 0,36                                    | 0,23                                    |
| <b>6.- Flujo Neto en Divisas Actualizado</b>                 | 19774                                    | 19870                                      | 21068                                   | 20593                                   |
| <b>7.- Efecto Neto en Divisas Actualizado</b>                | 81696                                    | 81793                                      | 82990                                   | 82516                                   |
| <b>8.- Competitividad Internacional de las Exportaciones</b> |                                          |                                            |                                         |                                         |
| Exportaciones por Peso de Recursos Nacionales                | 1,47                                     | 1,47                                       | 1,49                                    | 1,48                                    |



### 3.3.2- Variante 20 % de inversión nacional con crédito externo

Al analizar la variante en que la Empresa Corporación de Alimentos S.A., es una empresa extranjera y el crédito se obtiene en el exterior, dado que dicha empresa participa con el 80 % de las acciones, se está evaluando una variante en que el 20 % de la inversión es nacional con crédito externo.

Al comparar esta variante con la que se ha venido analizando, en que tanto la inversión como el crédito es nacional se pone de manifiesto que hay una reducción del VAAN en términos absolutos de 28425 miles de pesos, al pasar este desde 76356 a 47931 miles de pesos, debido a que se reduce el excedente económico en 28086 y los salarios nacionales en 339 miles de pesos.

No obstante, aunque una reducción del valor absoluto del VAAN de 28,5 millones de pesos resulta significativa, esta asciende solo al 37,2 % en términos relativos:

$$28425 / 76356 = 37,2 \%$$

Al respecto, llama la atención como a pesar de participar el país con solo el 20 % de las acciones, recibe el 62,8 % del VAAN, lo que evidencia tanto las bondades del proyecto, como de la metodología utilizada, al poner este impacto de manifiesto.

A qué se debe este hecho? Esencialmente, a que esta empresa permite que el país obtenga un ingreso fiscal por 27,3 millones de pesos a valores actuales, al pago de salarios por 10 millones y a los ingresos retenidos y no distribuidos.

Resulta también de mucho interés comparar estas variantes cuando se consideran los ajustes de precio y se incluyen los efectos indirectos del proyecto. Así, cuando se analiza el VAAN a precios ajustados esta diferencia es porcentualmente menos significativa al ascender al 17,1 %, pues:

$$\begin{aligned} 199014 - 164904 &= 34110 \\ 34110 / 199014 &= 17,1\% \end{aligned}$$

Cifra esta que se reduce al 8,5 % cuando se incluye en el análisis los efectos indirectos del proyecto:

$$\begin{aligned} 401581 - 367471 &= 34110 \\ 34110 / 401581 &= 8,5 \%$$

En otras palabras, el país recibe el 91,5 % del VAAN total generado por el proyecto, mientras solo el 8,5 % se va al exterior.

Si el análisis se realiza en divisas, o dicho de otra manera, considerando el impacto del proyecto en la balanza de pagos del país, se obtiene un incremento de 1,3 millones de dólares (6,5 %) en el valor actual del flujo neto en divisas, comparado con la variante de inversión nacional con crédito nacional.

$$21068 - 19774 = 1294$$

$$1294 / 19774 = 6,5 \%$$

Hacia el exterior va el pago del principal, los intereses del crédito y los dividendos, mientras que en el país queda, el crédito, el monto de la inversión realizada por la empresa extranjera (su participación en el capital social) y todo el efecto del proyecto.

En cuanto a la distribución de los ingresos, sí se observan ciertas variaciones, lo que es consecuente con el cambio de la participación nacional en el capital social, pues al aumentar los ingresos repatriados disminuye el valor agregado nacional neto, aumentando la participación relativa en el mismo de los ingresos del gobierno, los obreros y empleados, además; estas variaciones serán menos significativas si se consideraran los efectos indirectos del proyecto.

En conclusión, se pone de manifiesto que la inversión extranjera puede ser de suma importancia, aunque esto deberá ser determinado para cada proyecto en particular, al tiempo de considerar que dicha inversión no presuponga supeditación política, ocupe ramas estratégicas, tenga una posición monopólica, etcétera.

### **3.3.3- Variante 50 % de inversión nacional con crédito externo**

Si la inversión extranjera fuera del 50 %, los datos del Cuadro 6.13 muestran que no cambian sensiblemente las conclusiones anteriores, pues quedaría en el país:

|                                       |                   |           |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|
| VAAN (Rentabilidad Financiera)        | = 57559 / 76356   | = 75,4 %  |
| VAAN (Rentabilidad Nacional)          | = 176458 / 199014 | = 88,7 %  |
| VAAN ( Efectos directos e indirectos) | = 379025 / 401581 | = 94,4 %  |
| Flujo Neto en Divisas                 | = 20593 / 19774   | = 104,1 % |
| Ingreso neto en Divisas               | = 82516 / 81696   | = 101,0 % |

En cuanto a la distribución de los ingresos, las variaciones están en correspondencia con el 50 % de participación extranjera en el capital social, y el aumento de la participación del estado del 20 al 50 %, aunque estas variaciones también deben reducirse sensiblemente si se consideraran los efectos indirectos del proyecto.

Finalmente, es de subrayar que los resultados a que se arriba siempre dependerán de las particularidades del proyecto, y el caso presentado ha sido concebido a propósito para poner de manifiesto como un proyecto puede ser de fuerte impacto social en sentido positivo. Obviamente, otros proyectos también lo podrán ser en menor magnitud o en sentido negativo, lo que no se podrá determinar sino se calcula cómo el proyecto puede contribuir al incremento del ingreso nacional del país. En síntesis, se

comprueba la importancia de la evaluación social y en particular la que se logra a partir de la presente metodología.

### **3.4- Algunas reflexiones sobre el tratamiento metodológico del capital extranjero**

Como se comprende el tratamiento metodológico del capital extranjero dependerá de las condiciones en que este opere en el país. Los cálculos anteriores obedecen al supuesto de que toda empresa al invertir en un país causa erogaciones por concepto de los dividendos y salarios repatriados hacia el exterior.

De otra parte, según sea la modalidad de participación del capital extranjero o lo que se especifique en el acta de constitución al crearse una empresa mixta, las remesas al exterior podrían ser el porcentaje que le corresponda de las utilidades según su participación en el capital social o cualquier otra modalidad.

En este sentido, al considerar que se repatría hacia el exterior el porcentaje de los dividendos que le corresponde al capital extranjero, quedará en el país la parte del ingreso no distribuido, el cual se genera por concepto de retención de utilidades, que fue contabilizada como beneficios de la inversión extranjera, por ser la práctica más frecuente internacionalmente. No obstante, pudiera surgir la interrogante de cual sería el resultado de la participación del capital extranjero en la hipótesis de que el porcentaje correspondiente al socio extranjero del total de las utilidades, sea repatriado

En el Cuadro 8.14 se presenta el resultado de las diferentes variantes según este último criterio, a los efectos de ofrecer al lector el rango de variantes en las que se podría mover esta evaluación y que tal como se expresó deberán conformarse en última instancia según sea la modalidad específica de participación del capital extranjero en el proyecto objeto de estudio. Estos resultados al igual que en las variantes anteriores, puede ser verificado su cálculo con los programas de computación que se adjuntan.

Como se puede observar, se producen disminuciones importantes en el VAAN a precios de mercado en cualquiera de las dos variantes analizadas, al compararlas con la variante 100 % nacional, lo que es natural, pues se está considerando que se repatría hacia el exterior una mayor cantidad de efectivo. Esto significa que, al repatriar el 50 % de las utilidades, se está deduciendo del valor agregado interno una cantidad de efectivo muy superior a los dividendos considerados en las variantes anteriores.

Sin embargo, resulta significativo que en la variante en que la inversión es 20 % nacional con crédito externo, el VAAN asciende solo a 22,4 millones de pesos, cuando conocemos que el valor actual de los impuestos y los salarios asciende a 37,3 millones de pesos, es decir, que el valor del VAAN no debe ser inferior a esta última cifra, pues se estaría repatriando más del 100 % de los beneficios (en este caso 14,9 millones de pesos (37,3 - 22,4).

Por qué sucede esto? Esta situación se presenta debido a que para el cálculo de las utilidades se parte de la depreciación. No obstante, el total de depreciación considerada como costo a los efectos de calcular las utilidades, es inferior al costo total de inversión, pues una parte del mismo queda como valor residual, y no interviene en el cálculo de las utilidades.

CUADRO 8.14- DIFERENCIAS ENTRE VARIANTES  
(Repatriación 50 % utilidades)

UM: Miles de Pesos

|                                                                    | <i>100 %<br/>Nacional<br/>Créd. Nac.</i> | <i>20 %<br/>Nacional<br/>Créd. Ext.</i> | <i>50 %<br/>Nacional<br/>Créd. Ext.</i> |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>1.-Valor Agregado Nac. Neto Act. (Ren. Financiera)</b>          | 76356                                    | 22401                                   | 41603                                   |
| 1.1.- Valor Presente de los Salarios                               | 9963                                     | 9624                                    | 9624                                    |
| 1.2.- Valor Presente del Plusproducto                              | 66393                                    | 12777                                   | 31979                                   |
| <b>2.-Valor Agregado Nac. Neto Act. (Rent. Nacional)</b>           | 199014                                   | 134268                                  | 157310                                  |
| 2.1.- Valor Presente de los Salarios                               | 9963                                     | 9624                                    | 9624                                    |
| 2.2.- Valor Presente del Plusproducto                              | 189051                                   | 124622                                  | 147687                                  |
| <b>3.- VAAN (Efectos Directos e Indirectos)</b>                    | 401581                                   | 336835                                  | 359877                                  |
| 3.1.-VAAN Directo                                                  | 199014                                   | 134268                                  | 157310                                  |
| 3.1.1.-Salarios Directos Actualizados                              | 9963                                     | 9624                                    | 9624                                    |
| 3.2.-VAAN Indirecto                                                | 202567                                   | 202567                                  | 202567                                  |
| 3.2.1.-Salarios Indirectos Actualizados                            | 166521                                   | 166521                                  | 166521                                  |
| <b>4.- OPORTUNIDADES TOTALES DE NUEVOS EMPLEOS</b>                 |                                          |                                         |                                         |
| 4.1.-Empleo Total por Millón de \$ de Inversión                    | 44                                       | 44                                      | 44                                      |
| 4.2.-Empleo Directo por Millón de \$ de Inversión                  | 1                                        | 1                                       | 1                                       |
| 4.3.-Empleo Ind. por Millón de \$ de Inversión                     | 141                                      | 141                                     | 141                                     |
| <b>5.-Indicadores de Distribución de los Ingresos del Proyecto</b> | (en %)                                   |                                         |                                         |
| 5.1.-Ingresos de Obreros y Empleados                               | 0,09                                     | 0,18                                    | 0,13                                    |
| 5.2.-Ingresos de la Empresa Nac.                                   | 0,51                                     | 0,00                                    | 0,00                                    |
| 5.3.-Ingresos del Estado                                           | 0,40                                     | 0,82                                    | 0,87                                    |
| 5.4. No Distribuido                                                | 0,00                                     | 0,00                                    | 0,00                                    |
| 5.5.-Ingresos de la Región                                         | 0,62                                     | 0,23                                    | 0,16                                    |
| 5.6.-Ingresos Nacionales                                           | 0,99                                     | 0,49                                    | 0,68                                    |
| 5.7.-Ingresos Repatriados                                          | 0,01                                     | 0,51                                    | 0,32                                    |
|                                                                    | 19774                                    | 15961                                   | 17402                                   |
| <b>6.- Flujo Neto en Divisas Actualizado</b>                       |                                          |                                         |                                         |
| <b>7.- Efecto Neto en Divisas Actualizado</b>                      | 81696                                    | 77884                                   | 79324                                   |
| <b>8.- Competitividad Internacional de las Exportaciones</b>       |                                          |                                         |                                         |
| Exportaciones por Peso de Recursos Nacionales                      | 1,47                                     | 1,42                                    | 1,44                                    |

De otra parte, este cálculo de la depreciación no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, por tanto, si se calcula el valor actual de toda la depreciación esta asciende a 18,4 millones, cifra inferior en 31,7 millones de pesos a los 50,1 millones a que asciende el valor actual de la inversión.<sup>52</sup>

Si en correspondencia con el razonamiento anterior, se calcula el valor actual de las utilidades generadas por el proyecto, se observa que estas ascienden a 64 millones de pesos, sin embargo, el VAAN cuando el proyecto es nacional y el crédito es externo ascendió a 73,945 millones de pesos, pero, si a esta cantidad se le deducen los 37,3 millones de pesos por concepto del valor actual de los impuestos y los salarios, quedaría un saldo de 36,645 millones de pesos, muy inferior al valor de las utilidades calculas.

Es por este motivo que, cuando se repatría el 80 % de las utilidades, su monto asciende a unos 51,205 millones de pesos, 14,560 millones más que el valor de los beneficios (saldo) que en términos actuales genera el proyecto. Si a esta cantidad se le añaden los 340 mil pesos del valor actual del salario del propietario extranjero, se llega a los 14,9 millones de beneficios repatriados en exceso, antes calculados.

Aunque se ha presentado una situación extrema en cuanto al alto porcentaje de participación del socio extranjero y de repatriación de recursos, la misma ha puesto de relieve algunas aristas de la inversión extranjera que pueden ser de interés para los países receptores, al negociar los términos de la misma y los montos de los beneficios repatriados.

Sin embargo, aún en las condiciones antes analizadas el impacto es mucho menos significativo cuando se analiza el VAAN a precios ajustados y el VAAN considerando efectos directos e indirectos, según se aprecia en los datos que aparecen a continuación en que se calcula el porcentaje que representa el resultado de cada una de estas variantes en comparación con el caso base de una empresa 100 % nacional:

|                                    | <i>Variante 20 %</i> | <i>Variante 50 %</i> |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                    | <u>Nacional</u>      | <u>Nacional</u>      |
| VAAN a precios de mercado          | 29,3 %               | 54,5 %               |
| VAAN a precios ajustados           | 67,7%                | 79,0 %               |
| VAAN efectos directos e indirectos | 83,9 %               | 89,7 %               |
| Flujo Neto en Divisas Actualizado  | 80,7 %               | 88,0 %               |
| Efecto Neto en Divisas Actualizado | 95,3 %               | 97,1 %               |

<sup>52</sup> Se requiere tener presente que la metodología utilizada calcula el valor agregado actualizado neto, como la diferencia entre el valor agregado actualizado bruto durante toda la vida del proyecto y el costo actual de inversión. Este procedimiento difiere del seguido en la contabilidad, en que la parte correspondiente al costo de inversión se calcula anualmente mediante la depreciación y aunque la suma del total de la depreciación anual y el valor residual debe dar en general el costo total de inversión, las partidas difieren anualmente, además de no estar actualizadas, produciendo una diferencia importante entre el criterio económico seguido en esta metodología y el procedimiento contable.

Como se puede apreciar, aún en esta hipótesis extrema de repatriación de ingresos, cuando se analiza el VAAN a precios de mercado, en el país queda el 29,3 % de los ingresos para la variante en que la inversión nacional es de solo el 20 %, porcentaje este que aumenta a valores entre el 68 % y el 84 % cuando se consideran los ajustes de precios y los efectos indirectos. Para la variante en que la inversión nacional es del 50 %, el VAAN a precios de mercado asciende al 54,5 % de los resultados de la inversión 100 % nacional y los restantes indicadores toman valores de entre el 79 y el 90 %.

No obstante, en relación con la contribución a la balanza de pagos, se produce una reducción del flujo neto en divisas en todas las variantes, con respecto a la inversión 100% nacional, la que llega a ser de 3,813 millones de dólares, 19,3 % cuando la inversión es 80 % extranjera. En esta situación, a diferencia de cuando se consideró la repatriación de dividendos, es muy superior la salida de divisas por concepto de repatriación de utilidades, salarios e intereses, que el ingreso por crédito externo y aporte de capital del socio extranjero. Sin embargo, este porcentaje del 19,3 % se reduce hasta el 4,7 y 2,9 % respectivamente cuando se considera el efecto neto en divisas total del proyecto

En resumen, bajo esta óptica se manifiestan las bondades y los posibles impactos negativos del proyecto, pero fundamentalmente la importancia de la evaluación social, pues el porcentaje de ingresos que permanece en el país en cualquiera de las variantes aumenta sistemáticamente en la medida que se van incorporando los diferentes impactos, incluso se reduce significativamente la cantidad que porcentualmente se repatría hacia el exterior.

### **3.5- Una reflexión final sobre la evaluación de la inversión extranjera**

En adición a los aspectos analizados en la presente metodología, al evaluar inversiones en que participe el capital extranjero, es preciso determinar cuál es el costo del mismo para el país, es decir, cuál es la tasa interna de retorno del ingreso por concepto de capital recibido del exterior en relación con los ingresos repatriados por el proyecto, a los efectos de establecer si este costo esta en correspondencia con los diferentes beneficios que el capital extranjero pudiera proporcionar y entre los cuales los más frecuentes son:

- Desarrollo Tecnológico.
- Mercados.
- Capacidad de Gestión Empresarial.
- Capital.

Este análisis reviste especial importancia pues de ser solo el capital el aporte de la inversión extranjera, habría que comparar su costo con el de otras fuentes, por ejemplo, el costo del capital extranjero para el país, cuando la inversión es 50% nacional -en el Estudio de Caso- es el siguiente:

1. Variante de Repatriación del 50% de los dividendos (en miles de pesos)

- Ingresos por inversión recibida del exterior: \$ 20 000
- Egresos anuales por repatriación de dividendos y salarios: Año 1 = \$60, años 2 al 4 = \$ 2060, años 5 al 10 = \$4560
- TIR = 8 %

2. Variante de Repatriación del 50% del total de utilidades (en miles de pesos)

- Ingresos por inversión recibida del exterior: \$ 20 000
- Egresos por repatriación de utilidades y salarios: Año 1 = \$ 1487, año 2 = \$ 6275, año 3 = \$ 6393, año 4 = \$ 6512 , años 5 al 10 = \$ 6630
- TIR = 24 %

Dado que el costo del crédito extranjero es del 10 %, si la inversión extranjera solo aportara capital, obviamente que la primera variante sería una solución muy buena, sin embargo, la segunda sería bastante costosa, al representar en la práctica una tasa de interés del 24 %, justificándose sólo si el país no tiene acceso a otra fuente de financiamiento más económica.

A manera de conclusión general de este Capítulo se puede afirmar que, la metodología y estudio de caso presentados ha permitido una aproximación a la complejidad y diversidad que puede alcanzar un proyecto de inversión, requiriendo para su adecuado tratamiento de técnicas que rebasan las posibilidades de la evaluación financiera, por tanto, se evidenció la necesidad e importancia de la evaluación social. Se puso de manifiesto; además, la riqueza analítica que posibilita la utilización de la metodología CIN, al generar información de mucha utilidad para la toma de decisiones de inversión sólidamente fundamentadas.

## 4. ESTUDIOS DE CASO

En el presente capítulo, se finalizan los casos iniciados en el capítulo II, adicionándose la información requerida para poder realizar la evaluación social .

### 4.1. ESTUDIO DE CASO.- FÁBRICA DE CEMENTO, INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL

A los efectos de proceder a la evaluación social de la Fábrica de Cemento, Ud. conoce adicionalmente que:

La demanda de cemento corresponde tanto a las necesidades internas como a la exportación al Área del Caribe, destinándose a este último fin 400 mil toneladas anuales.

El precio internacional del cemento es el siguiente:

|     |                        |
|-----|------------------------|
| CIF | \$105 dólares por T.M. |
| FOB | 95 dólares por T.M.    |

Las Maquinarias y Equipos, los Equipos de Transporte y Otros ( Equipos de Computación, impresoras, etcétera) son importados. El 80 % del costo de la energía eléctrica y de los materiales de mantenimiento es importado. El 50% del costo del combustible es importado.

La tasa oficial de cambio esta subvalorada estimándose que esta debe ascender a 5 pesos por dólar.

El 80% de la fuerza de trabajo es calificada.

La creación de este proyecto permitirá incrementar la utilización de las capacidades en la industria de la construcción. Del análisis de los datos de producción en el sector de la construcción Ud. conoce que se producirá el siguiente incremento anual como consecuencia del proyecto :

|                         | <u>Millones de Pesos</u> |
|-------------------------|--------------------------|
| Ventas                  | 10                       |
| Costo de los Insumos    | 4                        |
| Costo Fuerza de Trabajo | 2                        |



Esta producción adicional de otra parte genera 400 nuevos empleos, de los que corresponden 100 a trabajadores calificados y 300 a trabajadores no calificados.

Se pagarán como dividendos anuales, el 70% de las utilidades en el periodo 2006-2010 y el 100% de las utilidades en el periodo 2011 -2020

La tasa social de descuento se estima en el 12%

Se le pide :

1.- Evaluar el proyecto atendiendo a:

- a) VAAN .- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios de Mercado
- b) VAAN.- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios Ajustados
- c) VAAN.- Considerando Efectos Directos e Indirectos
- d) Efectos del Proyecto en el Empleo Directo e Indirecto
- e) Efectos del Proyecto en la Distribución del Ingreso
- f) Efectos del Proyecto en el Ingreso Neto en Divisas
- g) Competitividad Internacional del Proyecto

2.-Efectuar el mismo análisis anterior, pero considerando que el crédito se obtiene en el exterior.

3.-Efectuar análisis considerando que esta es una Empresa Mixta integrada por un Socio Extranjero y la empresa nacional, Inversiones para el Desarrollo S. A., con un 50% de las acciones cada una. Para esta variante considere que el crédito se obtiene en el exterior y que el impuesto sobre utilidades para empresas mixtas es del 30%.

4.-Efectuar análisis considerando que esta es una Empresa Mixta integrada por un Socio Extranjero y la Empresa Nacional Inversiones para el Desarrollo, con un 50% de las acciones cada una. Para esta variante considere igualmente que el crédito se obtiene en el exterior, que el impuesto sobre utilidades para empresas mixtas es del 30%, pero que existe un factor de corrección de 2,4 a 1 en el costo de los salarios nacionales por considerar que estos en el país son muy inferiores al área de competencia.

5.-Analice las diferencias entre las variantes

#### **4.2. ESTUDIO DE CASO.- PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE VEGETAL, INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL**

Proceda a la Evaluación Social del Estudio de Caso, Planta Extractora de Aceite Vegetal a partir de la información adicional siguiente:

- La tasa de cambio subvalora el valor de la divisa, siendo esta realmente de 8 pesos por dólar
- Existe demanda externa para los aumentos de la producción de Frijol de Soja que el país pueda realizar

- El crédito es obtenido en un banco nacional en pesos
- La tasa social de descuento es del 15%
- El 50% de las ventas de harina de soja es con destino a la exportación
- El precio FOB de la Harina de Soja es de \$180 dólares
- Se pagarán dividendos por 15 millones de pesos anuales del año 2 al 5 y por 20 millones de pesos anuales del año 6 al 10
- El componente importado del costo de los materiales es del 70%.
- El componente importado del costo de inversión es del 80%. Los equipos de transporte son importados.

Se le pide Evaluar el proyecto atendiendo a:

- VAAN .- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios de Mercado
- VAAN.- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios Ajustados
- Efectos del Proyecto en la Distribución del Ingreso
- Efectos del Proyecto en el Ingreso Neto en Divisas
- Competitividad Internacional del Proyecto

#### **4.3. ESTUDIO DE CASO.- PLANTA DE ADITIVOS PARA HORMIGÓN, INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL**

A los efectos de proceder a la evaluación social de la planta de aditivos, Ud. conoce adicionalmente que:

La demanda de aditivo corresponde tanto a las necesidades internas como a la exportación al Área del Caribe, destinándose a este último fin 300 mil TM anuales.

El precio internacional del Aditivo es el siguiente:

|            |        |
|------------|--------|
| CIF        | \$1,56 |
| FOB Caribe | 1,45   |

La Materia Prima “A” es importada y su precio CIF es de \$ 0,50 dólares por litro

Las Maquinarias y Equipos, la Asistencia Técnica y los Equipos de Transporte y Computación son importados. Los incrementos en capital de trabajo considérelas en moneda nacional.

La creación de este proyecto permitirá incrementar la utilización de las capacidades en la industria química dado el crecimiento de la demanda de la materia prima “B”. Del análisis de los datos de producción de la Materia Prima “B” Ud. conoce:

|                         | <u>Litro</u> |
|-------------------------|--------------|
| Precio de Venta         | \$ 0.2359    |
| Precio de los Insumos   | 0.1059       |
| Costo Fuerza de Trabajo | 0.0300       |

Esta producción adicional de otra parte genera 8 nuevos empleos, de los que corresponden 3 a trabajadores calificados y 5 a trabajadores no calificados.

Se pagarán como dividendos anuales, el 70% de las utilidades en el periodo 2001-2004 y el 100% de las utilidades en el periodo 2005 –2008

La tasa social de descuento se estima en el 12%

Se le pide :

1.- Evaluar el proyecto atendiendo a:

VAAN .- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios de Mercado

VAAN.- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios Ajustados

VAAN.- Considerando Efectos Directos e Indirectos

Efectos del Proyecto en el Empleo Directo e Indirecto

Efectos del Proyecto en la Distribución del Ingreso

Efectos del Proyecto en el Ingreso Neto en Divisas

Competitividad Internacional del Proyecto

2.-Efectuar el mismo análisis anterior, pero considerando que el crédito se obtiene en el exterior.

3.-Efectuar análisis considerando que esta es una Empresa Mixta integrada por un Socio Extranjero y la empresa nacional, Inversiones para el Desarrollo S. A., con un 50% de las acciones cada una. Para esta variante considere que el crédito se obtiene en el exterior y que el impuesto sobre utilidades para empresas mixtas es del 30%.

4.-Efectuar análisis considerando que esta es una Empresa Mixta integrada por un Socio Extranjero y la Empresa Nacional Inversiones para el Desarrollo, con un 50% de las acciones cada una. Para esta variante considere igualmente que el crédito se obtiene en el exterior, que el impuesto sobre utilidades para empresas mixtas es del 30%, pero que existe un factor de corrección de 2,4 a 1 en el costo de los salarios nacionales por considerar que estos en el país son muy inferiores al área de competencia.

5.-Analice las diferencias entre las variantes.

#### **4.4. ESTUDIO DE CASO.- HOTEL LOS CAYOS, INFORMACIÓN PARA EVALUACIÓN LA SOCIAL**

A los efectos de la Evaluación Social del proyecto de inversión del Hotel Los Cayos Ud. adicionalmente conoce:

### Costo de Inversión

El 30 % del costo de la construcción de edificios es importado.

El 100 % del costo de los equipos es importado.

El 70 % de los muebles y enseres son importados.

El 80 % de los gastos de documentación técnica y pre-operación son nacionales.

El 50 % del capital de trabajo es en dólares.

Otros componentes del costo de inversión son todos importados.

### INGRESOS

Todo el ingreso del hotel se refiere a turismo internacional.

### GASTOS

El 50 % de los gastos por concepto de hospedaje, comestibles, bebidas y administración son importados.

El 75 % del costo de las mercancías vendidas en las tiendas es importado.

Dado su alto componente en divisas se considera que los gastos de electricidad, combustible, agua, gas, promoción y mantenimiento tienen un 100 % de componente importado.

### EFFECTOS INDIRECTOS

Se requieren inversiones indirectas por 1500 miles de dólares para satisfacer los incrementos de la demanda de comestibles y se produce un incremento de la utilización de la capacidad instalada de los productos nacionales consumidos por el hotel, por concepto de alojamiento, bebidas y tiendas.

Los productos nacionales consumidos por el hotel para su producción, tienen el siguiente consumo material en relación al precio de venta.

|             | %  |
|-------------|----|
| Alojamiento | 50 |
| Comestibles | 30 |
| Bebidas     | 20 |
| Tiendas     | 20 |

En cuanto los salarios indirectos, estos tienen el siguiente comportamiento en relación al precio de venta:

|             | %  |
|-------------|----|
| Alojamiento | 10 |
| Comestibles | 30 |
| Bebidas     | 10 |
| Tiendas     | 40 |

Por este concepto se emplean unos 180 trabajadores indirectos como promedio, de los cuales, 120 son calificados y 60 no calificados.

En los años del 2 al 7, se distribuirán anualmente como dividendos el 70 % de las utilidades netas, y, a partir del año 8, se distribuirá el 100 % de las utilidades netas.

La tasa de descuento social es del 15 %.

La tasa de cambio ajustada es de 5 pesos por dólar.

El 15 % de los obreros y trabajadores de servicio no son calificados.

Se le pide:

1.- Evaluar el proyecto atendiendo a:

- a) VAAN.- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios de Mercado.
- b) VAAN.- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios Ajustados.
- c) VAAN.- Considerando Efectos Directos e Indirectos.
- d) Efectos del Proyecto en el Empleo Directo e Indirecto.
- e) Efectos del Proyecto en la Distribución del Ingreso.
- f) Efectos del Proyecto en el Ingreso Neto en Divisas.
- g) Competitividad Internacional del Proyecto.

2.-Efectuar el mismo análisis anterior, pero, considerando que el crédito se obtiene en el exterior.

3.- Efectuar análisis considerando que existe un Contrato de Administración con una Cadena de Hoteles de España. Según este contrato dicha cadena recibirá un 30 % de las utilidades. Para esta variante considere igualmente que el crédito se obtiene en el país, pero, que existe un factor de corrección de 1,5 en el costo de los salarios nacionales, debido a que los salarios en el país son inferiores al área de competencia.

4.- Efectuar análisis considerando que existe un Contrato de Administración con una Cadena de Hoteles de España. Según este contrato dicha cadena recibirá un 50 % de las utilidades. Para esta variante considere igualmente que el crédito se obtiene en el país, pero, que existe un factor de corrección de 1,5 en el costo de los salarios nacionales, debido a que los salarios en el país son inferiores al área de competencia.

#### **4.5. ESTUDIO DE CASO.- HOTEL CAYO FLAMENCO, INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL**

A los efectos de la Evaluación Social del proyecto de inversión del Hotel Los Cayos Ud. adicionalmente conoce:

## COSTO DE INVERSIÓN

El 30 % del costo de la construcción de edificios es importado.

El 100 % del costo de los equipos es importado.

El 70 % de los muebles y enseres son importados.

El 80 % de los gastos de documentación técnica y pre-operación son nacionales.

El 50 % del capital de trabajo es en dólares.

Otros componentes del costo de inversión son todos importados.

## INGRESOS

Todo el ingreso del hotel se refiere a turismo internacional.

## GASTOS

El 50 % de los gastos por concepto de hospedaje, comestibles, bebidas y administración son de origen nacional.

El 25 % del costo de las mercancías vendidas en las tiendas son nacionales.

Dado su alto componente en divisas se considera que los gastos de electricidad, combustible, agua, gas, promoción y mantenimiento tienen un 100 % de componente importado.

## EFFECTOS INDIRECTOS

Se requieren inversiones indirectas por 1500 miles de dólares para satisfacer los incrementos de la demanda de comestibles y se produce un incremento de la utilización de la capacidad instalada de los productos nacionales consumidos por el hotel, por concepto de alojamiento, bebidas y tiendas.

Los productos nacionales consumidos por el hotel para su producción, tienen el siguiente consumo material en relación al precio de venta.

|             | %  |
|-------------|----|
| Alojamiento | 50 |
| Comestibles | 30 |
| Bebidas     | 20 |
| Tiendas     | 20 |

En cuanto los salarios indirectos, estos tienen el siguiente comportamiento en relación al precio de venta:

|             |    |
|-------------|----|
|             | %  |
| Alojamiento | 10 |
| Comestibles | 30 |
| Bebidas     | 10 |
| Tiendas     | 40 |

Por este concepto se emplean unos 180 trabajadores indirectos como promedio, de los cuales, 120 son calificados y 60 no calificados.

En los años del 2 al 7, se distribuirán anualmente como dividendos el 70 % de las utilidades netas, y, a partir del año 8, se distribuirá el 100 % de las utilidades netas.

La tasa de descuento social es del 15 %.

La tasa de cambio ajustada es de 5 pesos por dólar.

El 15 % de los obreros y trabajadores de servicio no son calificados.

Se le pide:

1.- Evaluar el proyecto atendiendo a:

- a) VAAN .- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios de Mercado.
- b) VAAN.- Rentabilidad Absoluta y Relativa a Precios Ajustados.
- c) VAAN.- Considerando Efectos Directos e Indirectos.
- d) Efectos del Proyecto en el Empleo Directo e Indirecto.
- e) Efectos del Proyecto en la Distribución del Ingreso.
- f) Efectos del Proyecto en el Ingreso Neto en Divisas.
- g) Competitividad Internacional del Proyecto.

2.-Efectuar el mismo análisis anterior, pero, considerando que el crédito se obtiene en el exterior.

3.- Efectuar análisis considerando que existe un Contrato de Administración con una Cadena de Hoteles de España. Según este contrato dicha cadena recibirá un 30 % de las utilidades. Para esta variante considere igualmente que el crédito se obtiene en el país, pero, que existe un factor de corrección de 1,5 en el costo de los salarios nacionales, debido a que los salarios en el país son inferiores al área de competencia.

4.- Efectuar análisis considerando que existe un Contrato de Administración con una Cadena de Hoteles de España. Según este contrato dicha cadena recibirá un 3% de las ventas y un 20 % de las utilidades. Para esta variante considere igualmente que el crédito se obtiene en el país, pero, que existe un factor de corrección de 1,5 en el costo de los salarios nacionales, debido a que los salarios en el país son inferiores al área de competencia.

## **CAPÍTULO 9: PRINCIPIOS EN QUE SE SUSTENTAN LOS MÉTODOS ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO (ABC) Y LMST. DIFERENCIAS CON EL CIN**

Al llegar a este Capítulo ya el lector habrá podido apreciar que, aunque su nombre parece indicar lo contrario, la evaluación social se basa en indicadores económicos, no obstante, ya no es la utilidad privada el objetivo perseguido, sino que lo relevante es el beneficio del proyecto de acuerdo a determinados parámetros de interés nacional. En este contexto, el método ABC tiene como objetivo reflejar las condiciones de la economía y de la política económica, en el marco del equilibrio general, o en otras palabras, el método ABC se sustenta en los principios básicos de la teoría neoclásica del equilibrio general, considerando precios que reflejen el grado de escasez de los recursos y que pueden afectar la valoración de los salarios, las divisas, los insumos y productos.

El método ABC es Economía del Bienestar aplicada, es decir, abarca la aplicación de los principios de la economía del bienestar a la evaluación de una actividad en específico, pues la economía del bienestar se centra en el problema de cómo la sociedad puede asignar sus recursos escasos para maximizar el bienestar social.

El problema de determinar si desde el punto de vista económico la sociedad mejora o empeora, se puede dividir en dos partes: la eficiencia económica y la distribución de los ingresos. Desde el punto de vista de la eficiencia económica se dice que una actividad contribuye al bienestar de la sociedad si la misma permite un incremento en el valor de los bienes y servicios producidos en el conjunto de la economía.

El valor de los bienes y servicios es medido por la disposición a pagar por estos bienes y servicios, es decir, la demanda económica. Al respecto es bueno recordar que la disposición a pagar tiene ciertas características importantes:

- Asume que las personas conocen lo que es bueno para ellos.
- Es un criterio directamente relacionado con la distribución de los ingresos.

Sin embargo, todos conocemos que hay muchas personas dispuestas a pagar un alto precio por productos tan perjudiciales como las drogas, mientras que quizás no le asignen mucho valor a la educación, la recreación, la salud, etcétera, por tanto, no se debe dejar todo al mercado sin ningún tipo de regulación.

En cuanto a la distribución de los ingresos, un cambio en el peso relativo de dicha distribución, cambiará la disposición a pagar por los diferentes bienes, pues si la mayor parte de los ingresos está concentrada en una pequeña parte de la población, de cambiar esta distribución habría una mayor parte de la población con posibilidad de consumir bienes y servicios a los que antes no tenía acceso. No obstante, resulta bastante difícil medir la disposición a pagar si otra distribución de los ingresos es adoptada, por lo que en la práctica se usa la distribución existente. Se concluye, por tanto, que a pesar de estas limitaciones,



muchos economistas aceptan el criterio de que los individuos son los mejores jueces de su satisfacción, y que la distribución de los ingresos existentes puede ser aceptada como base para el análisis económico, supuestos estos de que parte el método ABC.

Al considerar el criterio de la disposición a pagar, es preciso tener en cuenta que no hay mercado para los bienes públicos, los que tienen la particularidad de que aunque una persona los use o consuma no excluyen a otros. Así, las personas pueden tener una alta disposición a pagar por el aire puro, por un bajo nivel de ruido, por disfrutar de un bello paisaje, sin embargo, estos no se comercializan en el mercado, requiriéndose otros criterios a veces difíciles, complejos y en ocasiones cuestionables, para determinar una medida del valor económico de estos factores y de los que también hace uso el ABC, para poder dar una medida de la conveniencia desde el punto de vista social de un determinado proyecto.

Dado que el criterio básico a satisfacer desde el punto de vista del Análisis Beneficio-Costo es incrementar el valor de los bienes y servicios producidos, es preciso determinar cuáles y cuántos bienes y servicios serán obtenidos como resultado del proyecto en estudio y, después valorar estos correctamente para calcular los ingresos. A los efectos de alcanzar estos ingresos es necesario transferir recursos de otros usos productivos, los que adecuadamente valorados representarán los costos del proyecto y obviamente los ingresos deberán ser superiores a los costos.

Lo antes expuesto significa que si el proyecto es ejecutado, el valor neto de los bienes y servicios producidos en la economía se incrementará y, aunque hay ciertos individuos que estarán peor, existe potencialmente la posibilidad de hacer que todo el mundo esté mejor si los beneficios del proyecto son adecuadamente distribuidos. Este postulado se corresponde con el criterio de Hicks-Kaldor u optimalidad potencial de Pareto, el que plantea que ocurre un incremento del bienestar general, cuando los que son más ricos debido al proyecto pueden compensar plenamente a los que están peor y se logre cierto incremento del bienestar.

Al respecto, es útil recordar que según Pareto se logra una eficiente asignación de recursos cuando no hay otra asignación que pueda hacer otra persona más rica, sin hacer a otra exactamente más pobre.

Los fundamentos de este enfoque tienen bastante similitud con la evaluación privada, la diferencia esencial es que esta última se realiza con precios de mercado, mientras que la evaluación social según el método ABC, usa los precios sociales o precios sombra. Precios éstos mediante los cuales trata de corregir las imperfecciones del mercado. Una empresa está básicamente interesada en los aspectos que afectan sus ingresos y sus costos, el análisis ABC lo está en el valor social de los bienes y servicios producidos y consumidos, sin considerar los aspectos financieros. Ambos análisis son iguales en los métodos utilizados, VAN, TIR, una vez que los beneficios y costos hayan sido medidos, aunque diferentes en la forma en que éstos fueron medidos.

Como el objetivo del ABC consiste en comparar los beneficios de un proyecto con los costos necesarios para llevarlo a la práctica, el indicador utilizado para determinar la rentabilidad del proyecto es el beneficio-costo, por lo que la idea de eficiencia es el objetivo

esencial, pues la relación beneficio-costos es una variante del VAN, en que en lugar de restar los costos actualizados de los beneficios actualizados, éstos se relacionan, por lo que la diferencia esencial con la evaluación privada es la consistente en el ajuste de precios, de los productos, insumos, salarios, divisas y tiempo.

El ABC es una herramienta para tomar decisiones sobre el uso eficiente de los recursos, que no implica siempre la alternativa más rentable, por tanto, mientras el ABC muestra los beneficios y costos para la sociedad de un determinado proyecto, sus estimados de beneficios no pueden ser usados sin modificaciones, como un estimado de los ingresos, ni los costos sociales como un estimado del dinero que el gobierno o las empresas tienen que gastar en el proyecto.

No obstante, en la determinación de los precios sociales existen varios enfoques según sea el numerario o unidad monetaria a utilizar, consumo, divisas o ingreso nacional. En relación con el ingreso nacional, éste fue discutido ampliamente en el Capítulo anterior al estudiar el método CIN, sin embargo, según se consideren precios de consumo o precios en divisas existen dos enfoques del ABC.

**Método de las Distorsiones.-** Es el enfoque clásico del ABC o enfoque ONUDI, el que establece una diferencia entre precios de mercado y precios sociales, para lo que introduce correcciones por una serie de factores como: impuestos, subsidios, efectos externos, condiciones de monopolio, etcétera, que distorsionan el libre funcionamiento del mercado en la asignación de los precios de los insumos y los productos.

**Método LMST.-** Este método se sustenta en el uso de los precios internacionales para valorar el proyecto, considerando que estos permiten una adecuada valoración de sus resultados para la sociedad. El mismo fue desarrollado por Ian M.D. Little, I.A. Mirrlees, Lyn Squire y Herman Van Tak, estando conformado su nombre con la inicial del apellido de dichos autores. Este método valora los costos del proyecto a partir de lo que le costaría al país importar el bien o servicio o lo que ganaría al exportarlo.

En ambos casos los precios sociales obtenidos, también llamados precios sombra, precios de cálculo o precios ajustados, constituyen precios de eficiencia, al representar la satisfacción del consumidor o el valor real de los recursos. Una crítica importante es que el ABC se limita solo a la asignación de recursos y no considera otros fines de la política económica, en particular, el antes señalado referente a la distribución del ingreso.

## **1. MÉTODO ABC DE LAS DISTORSIONES O DE LOS PRECIOS DE CUENTA**

El método ABC, también denominado método de los precios de cuenta o de las distorsiones, es ampliamente utilizado por muchos organismos internacionales e instituciones de carácter multilateral, agencias de financiamiento, etcétera y es de uso frecuente en muchos países latinoamericanos. El mismo tal como ha sido apuntado está dirigido a establecer los costos y beneficios del proyecto en término de valor para la sociedad en su conjunto.

En el ABC existen dos tipos de evaluaciones en lo que se refiere a la identificación y medida de todas las ganancias y pérdidas causadas por un proyecto: la metodología basada en el Equilibrio General y la del Equilibrio Parcial. La metodología del equilibrio general considera todos los beneficios directos e indirectos, es decir, el máximo que todos los beneficiarios están dispuestos a pagar por las ventajas que ofrece el proyecto, mientras que los costos comprenden el mínimo con que habría que compensar a los afectados para que mantengan el mismo nivel de bienestar que ellos tenían antes del proyecto.

La metodología del equilibrio parcial, por su parte, se refiere a la disposición a pagar por la producción directa del proyecto y, en cuanto a los costos, estos serían medidos por la cantidad total que la gente estaría dispuesta a pagar por los bienes y servicios que se obtendría con estos recursos en el uso de donde fueron retirados (costo de oportunidad).

La principal diferencia entre las dos metodologías es que el equilibrio parcial centra su atención solamente en los efectos directos del proyecto, mientras que el equilibrio general considera todos los efectos, es decir, tanto los directos como los indirectos.

No obstante, en la práctica de muchos proyectos ambas metodologías brindan la misma información sustancial, pues se producen efectos indirectos de signos diferentes que llegan a cancelarse, por lo que se recomienda trabajar en principio solo con los efectos directos (equilibrio parcial) y considerar los efectos indirectos solo cuando éstos son significativos. Esto último, sucede cuando los efectos indirectos no se cancelan y se presentan situaciones en que dada su importancia, estos tienen que ser considerados como en el caso de: la subutilización de los recursos y las externalidades.

En este sentido, si hay recursos subutilizados o diferencias en el empleo de los recursos entre las diferentes regiones, los beneficios indirectos no tendrán un valor neto de cero. Por ejemplo, si un proyecto es construido en una región con desempleo, esta expansión de la producción no implicará forzosamente una disminución de la producción por traslado de fuerza de trabajo. Al respecto, hay que tener presente que cuando existe pleno empleo de los recursos, al utilizar éstos en el proyecto se obtendrá un incremento de producción, pero esto a su vez implica una disminución de la producción en las actividades de donde fueron extraídos, por lo que bajo este supuesto no habría efectos netos.

Algo similar ocurre con las externalidades, las que consisten en aquellos beneficios o costos que no son reconocidos por los agentes que los producen, pues no aparecen como un costo o beneficio del que las produce ni del que las recibe, la externalidad es, por tanto, una distorsión del mercado. Así, por ejemplo, en la construcción de una planta de cemento, el cemento producido no puede valorarse socialmente con independencia de donde se localice esta planta, pues esta producción estará acompañada por un determinado nivel de contaminación del aire, que implicará un efecto diferente según sea el lugar donde se construya.

El ABC requiere, para su empleo, de tres transformaciones básicas en relación con el enfoque seguido en el análisis financiero o empresarial. Son estas:<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup>FAO: ob. cit., pp. 44-45.

1. La asignación de un valor de utilización a los bienes y servicios, con independencia de que no se coticen en el mercado, si estos tienen un valor productivo real. Por ejemplo, el valor para la sociedad de elevar la calificación de la fuerza de trabajo, la producción de autoconsumo de los campesinos, etcétera.
2. Ajustar los precios de mercado de los productos y/o servicios y los insumos del proyecto, cuando estos no representen los verdaderos valores para la economía. Por ejemplo, el precio de un insumo exportable si las divisas constituyen un factor escaso y la tasa de cambio oficial esta subvalorada, el costo de la fuerza de trabajo no calificada en situación de desempleo total o parcial.
3. Exclusión de aquellos pagos por los que no se recibe ningún bien o servicio y que son conocidos como “transferencias”.

En relación a la exclusión del pago de transferencias puede surgir la duda de cuál es la razón por la que éstos se excluyen, cuando constituyen una salida de efectivo. A ese respecto, hay que tener presente que éstos pagos abarcan rubros como: impuestos, subsidios, intereses, etcétera, que no representan el uso de recursos reales, por lo que no constituyen costos y beneficios desde el punto de vista social, al representar solo el traspaso de los derechos sobre un recurso de un agente a otro, sin que esto modifique el ingreso nacional del país.

Se comprende, por tanto, que el objetivo de determinar los precios sombra, es el ajuste de precios cuando existan imperfecciones del mercado o la valoración de insumos y productos, como los bienes públicos, que no cuentan con un valor de mercado.

Las imperfecciones del mercado pueden obedecer no solo al pago de transferencias, sino también a la existencia de monopolios o intervenciones gubernamentales como: licencias, contratos, regulaciones de precios, cuotas fijas de importación, tasas de cambio oficiales, etcétera, que entorpecen el libre juego de la oferta y la demanda, por tanto, según la lógica del método ABC, deben ser ajustados.

Es sumamente importante señalar que los valores a asignar a los beneficios y costos se determinan aplicando el concepto de costo de oportunidad, el que ya fue definido en la Primera Parte del presente libro, aunque tal vez sería oportuno recordar que se trata del valor que se deja de obtener en la alternativa a que se renunció por utilizar un bien o servicio en el proyecto. Este costo difiere del costo histórico, es decir, lo que costó adquirir el recurso.

La importancia del costo de oportunidad en relación con el costo histórico, es que este último no puede ser modificado por lo que no es el más conveniente para decidir con respecto al futuro. En este contexto, para establecer el costo de un recurso productivo se tomarán en cuenta las alternativas de utilización del mismo. Por ejemplo, al invertir en un negocio, usted está utilizando recursos financieros que podían tener otros usos alternativos. Si estos usos fueran tenerlos depositados en el Banco con una tasa de interés del 8 % o en otro negocio al 12 %, su mejor uso alternativo sería invertirlos al 12 % y este sería el costo de oportunidad.

La determinación del costo de oportunidad del proyecto, supone determinar el costo de oportunidad de todos los recursos a utilizar en el mismo. En cuanto a los beneficios, el valor asignado a un bien a producir por el proyecto es lo que se gana por disponer de cierta cantidad de unidades adicionales del producto o servicio, bajo el supuesto de que éste se utilizara de la mejor forma posible. Esto significa que, en el caso de los beneficios, es necesario también analizar las alternativas de utilización de los bienes que producirá el proyecto y elegir la mejor. Por ejemplo, si se produce bagazo en un central azucarero y las alternativas de utilización del bagazo son: producir energía que alcanza un valor de 40 dólares por TM, o producir madera artificial que alcanza un valor de 10 dólares por TM, el valor de la TM de bagazo será de 40 dólares.

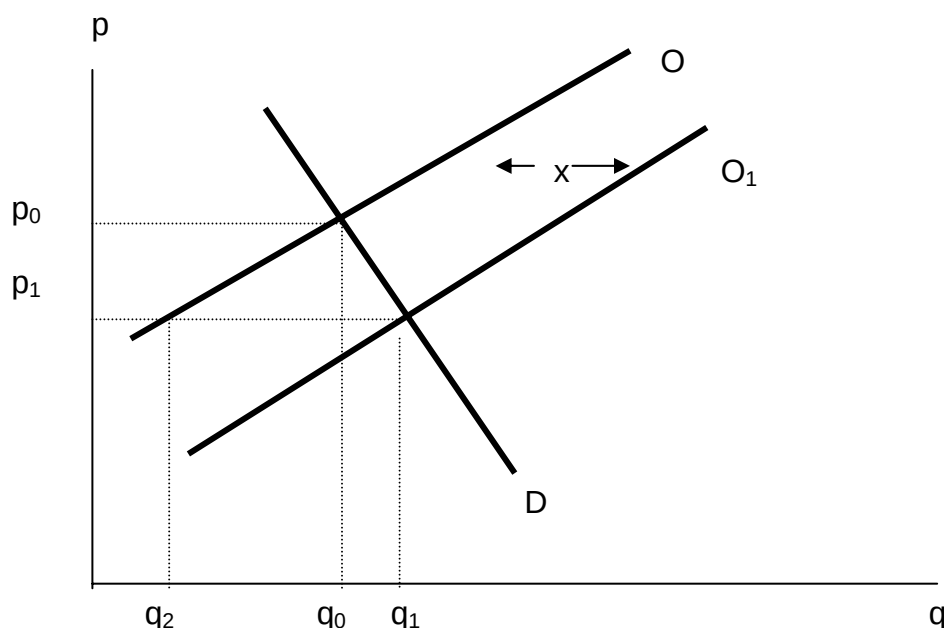
En otras palabras, el proyecto producirá bienes y servicios cuyo valor para el país dependerá de la utilización que se les de, por lo que pueden tomar lo mismo el valor de la mejor alternativa como en el caso del bagazo para la producción de energía, que su valor puede ser nulo, si nadie los desea utilizar.

### Precio Social de los Productos

Las bases conceptuales para determinar el precio social de los productos según el ABC, parten del hecho que normalmente cuando un proyecto produce un bien o servicio doméstico no transable internacionalmente, se producen dos efectos:

- Aumenta su consumo, lo mismo si se trata de un bien de consumo final que de un producto intermedio, es decir, aumenta su utilización en el país.
- Se sustituyen otros productores del mismo bien, por ser éste más barato, en otras palabras, se produce una disminución de la producción de otros productores del mismo bien, alternativa que no tiene que ser totalmente excluyente de la anterior.

Gráficamente esto puede ser representado como sigue:



Como se puede observar, en el proyecto al precio  $p_0$  los demandantes desean comprar  $q_0$ , cantidad exactamente igual a la ofrecida, al corresponder a los puntos donde se cortan las curvas de oferta y demanda. Al añadirse  $x$  unidades como consecuencia del proyecto, se desplaza la curva de oferta de  $0$  a  $0_1$  al incorporarse otro productor al mercado.

Si este incremento de la oferta no es marginal (relativamente pequeño), el proyecto al producir  $x$  unidades, genera la reducción del precio de  $p_0$  a  $p_1$ , lo que conlleva el aumento de la demanda de  $q_0$  a  $q_1$ . Sin embargo, a este menor precio los antiguos oferentes solo ofertarán  $q_2$ , es decir, reducen su producción liberando los recursos que utilizaban en producir la cantidad  $q_2 - q_0$ .

Por tanto, se produce un Beneficio Económico (social) del Proyecto (BEP) debido a estos dos efectos, en que:

BEP = Beneficio por aumento en el consumo + Beneficio por liberación de recursos.

El primer efecto (aumento en el consumo) se medirá por el área bajo la curva de la demanda  $q_1 - q_0$  y matemáticamente se puede expresar como:

$$(q_1 - q_0) (p_1 + \Delta p / 2)$$

es decir, en el Gráfico el área del rectángulo  $(q_1 - q_0) p_1$  + área del triángulo  $\Delta p (q_1 - q_0)/2$

Mientras que, el segundo efecto (liberación de recursos) se medirá bajo la curva de oferta y matemáticamente se expresaría como:

$$(q_0 - q_2) (p_1 + \Delta p / 2)$$

Por tanto, el Beneficio Económico del Proyecto será:

$$\text{BEP} = (q_1 - q_0) (p_1 + \Delta p / 2) + (q_0 - q_2) (p_1 + \Delta p / 2)$$

$$\text{BEP} = (q_1 - q_2) (p_1 + \Delta p / 2) = x (p_1 + \Delta p / 2)$$

Pero, como el precio social  $p_s$  es igual al  $\text{BEP} / x$ , se tiene que:

$$p_s = p_1 + \Delta p / 2$$

Se entiende que si el proyecto es marginal, no afecta el precio, por lo que  $\Delta p = 0$  y  $\text{BEP} = p_1 x$ . También se puede apreciar en el Gráfico, que el triángulo  $\Delta p (q_1 - q_2) / 2$  representa el excedente del consumidor, es decir, el resultado de deducir de lo que se está dispuesto a pagar lo que realmente se paga y constituye la diferencia entre el precio social, medido por la disposición a pagar, y el precio de mercado al cual realmente se adquiere la producción. En otras palabras, los ingresos privados obtenidos por la venta de la producción del proyecto, subestiman el valor social de la producción en la cantidad  $\Delta p (q_1 - q_2) / 2$ .

Los efectos de la producción del proyecto constituirán, obviamente, un beneficio para el país pues se comprende que:

- Si se trata de un producto de consumo final, esto implica el incremento de la satisfacción directa de los consumidores, de no existir externalidades negativas.
- Si es un producto intermedio esto implica el incremento de la producción de otros bienes, los que a su vez repercutirá, en última instancia, en la producción de bienes de consumo.
- Al disminuir la producción de otros productores, esto implica liberar recursos productivos que pueden ser utilizados en la producción de otros bienes, constituyendo también un beneficio del proyecto.

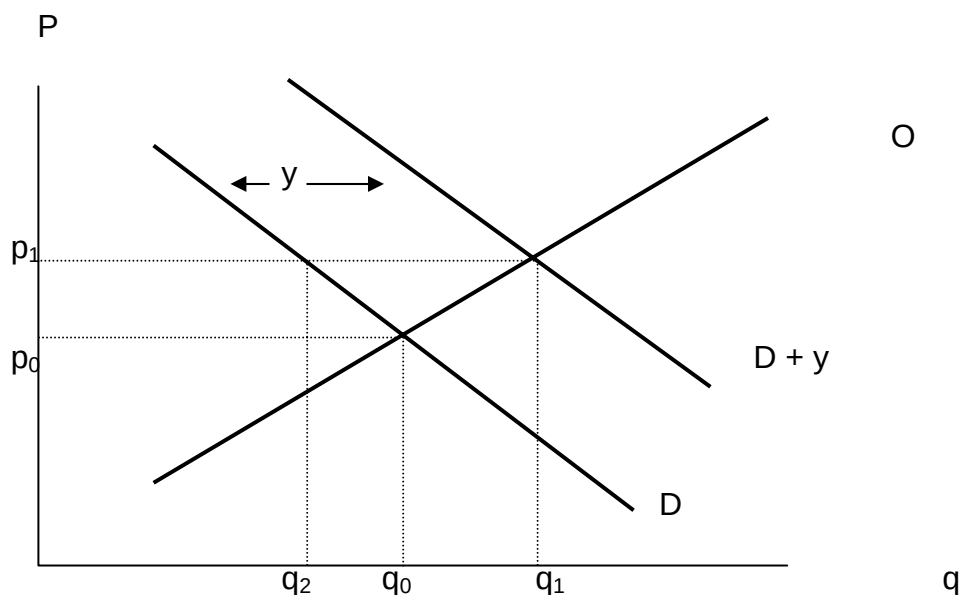
### Precio Social de los Insumos

En cuanto a los costos, el proyecto utilizará recursos productivos (insumos) como: maquinarias y equipos, materias primas, mano de obra. El valor de estos insumos, según la lógica del ABC, dependerá del uso alternativo que estos insumos tienen para el país, o dicho de otra manera, de su costo de oportunidad, lo que significa que si un recurso no tiene uso alternativo está ocioso, su valor es cero, o si está subutilizado se considerará el verdadero valor de lo que el país sacrifica para utilizarlo en el proyecto.

Cuando en el proyecto se usa un insumo doméstico (no transable o exportable) suele suceder lo siguiente:

- Una disminución de su uso en otras actividades.
- Un aumento de la producción del bien consumido por el proyecto.

Esto se puede representar gráficamente como sigue:



Como se aprecia, al proyecto demandar “y” unidades de insumo, se desplaza la curva de demanda de D a D+y, su efecto es un incremento del precio de  $p_0$  a  $p_1$ , sin embargo, a este precio los restantes consumidores están dispuestos a consumir  $q_2$ , mientras que, de otra parte, a este mayor precio se produce un incremento de la oferta de  $q_0$  a  $q_1$ .

Por tanto, el Costo Económico (social) del Insumo (CEI), viene dado por un desplazamiento del uso alternativo de  $q_0 - q_2$  unidades, por reducción del consumo, medido bajo la curva de demanda, más un aumento de la producción por  $q_1 - q_0$  unidades, medido bajo la curva de oferta, por lo que ascendería a:

$$CEI = q_0 - q_2 (p_1 - \Delta p / 2) + (q_1 - q_0)(p_1 - \Delta p / 2) = (q_1 - q_2)(p_1 - \Delta p / 2) = y (p_1 - \Delta p / 2)$$

Pero, como el precio social  $p_s$  es igual al  $CEI / x$ , se tiene que:

$$p_s = p_1 - \Delta p / 2$$

Como se pone de manifiesto, en esta situación se trata de un costo para el país, pues sucede exactamente lo contrario de cuando se midieron los beneficios, en un caso se produce una disminución directa del consumo, en el otro; se requiere aumentar la producción del insumo en cuestión, lo que implica utilizar recursos productivos que podrían utilizarse para producir otros bienes.

Al igual que en el caso anterior, si el impacto del proyecto no modifica los precios ( $\Delta p = 0$ ), por tanto,  $CEI = p_1 y$ ; lo que significa que el precio de mercado sería igual al precio social. En resumen, si los cambios son marginales, el precio de mercado es una medida apropiada de los beneficios y costos sociales, pero si los cambios no son marginales es necesario considerar los cambios en los precios de mercado y por consiguiente los cambios en el excedente del consumidor y el productor.

De existir distorsiones del mercado, las que tal como se ha venido discutiendo pueden ser múltiples: impuestos, subsidios, racionamiento, controles de precio, externalidades, monopolio, etcétera, las mismas pueden ser analizadas mediante las curvas de oferta y demanda antes explicadas y como se modifican los precios ante cada una de estas distorsiones. Al respecto, autores como Ernesto Fontaine y Raúl Castro R. y Karen Marie Mokate,<sup>54</sup> hacen una fundamentación teórica detallada de la utilización de estas curvas en el análisis de las diferentes distorsiones.

El análisis realizado se ha efectuado para los bienes o productos domésticos, si se tratara de los que son transables internacionalmente, los precios sociales vienen determinados por los precios internacionales, pues si el bien es exportable o importable, los beneficios del proyecto implicarán mayores disponibilidades de divisas para el país por exportaciones o por sustitución de importaciones, divisas adicionales que constituyen un beneficio, pues brindan poder de compra de bienes que se transan internacionalmente, mientras el recíproco de lo

<sup>54</sup> Para más detalles, ver Fontaine, Ernesto R.: ob. cit., Raúl Castro R. y Karen Marie M.: Evaluación económica de proyectos de inversión, Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá, Colombia, 1994.



anterior es válido para los costos en el caso de insumos importados o exportables, que implicarían una reducción de la disponibilidad de divisas para el país.

Estos precios internacionales, multiplicados por la tasa de cambio social, daría el valor social del producto e insumo, una vez deducido cualquier costo interno si lo hubiera, como por ejemplo, transporte interno.

## 1.1- Procedimiento general de evaluación

Tal como fue señalado anteriormente, se suele -en primer lugar- determinar los resultados directos del proyecto, mediante el análisis del efecto del proyecto en los mercados de bienes y servicios que serían directamente producidos o utilizados. Para ello, se parte de los beneficios y costos financieros o empresariales obtenidos al utilizar los precios de mercado, y luego se les corrige en función de las distorsiones existentes, con el propósito de que los precios obtenidos reflejen la verdadera valoración para el país de los bienes y servicios producidos y utilizados por el proyecto.<sup>55</sup>

Una vez estimados los efectos directos se le adicionan los no tenidos en cuenta al realizar la evaluación financiera o empresarial: efectos indirectos, externalidades, efectos intangibles.

Para calcular los beneficios directos se parte de la cantidad de bienes que producirá el proyecto por unidad de tiempo y posteriormente estas cantidades se valoran de acuerdo a los beneficios que el país obtendría al disponer de una unidad adicional de este bien. En cuanto a los costos directos, se parte igualmente de la cantidad de insumos que el proyecto utilizará por unidad de tiempo y se valora de acuerdo a lo que el país pierde por disponer de una unidad menos de estos bienes y servicios en otros usos alternativos, o dicho en otras palabras, se valoran los productos y los insumos a sus “precios sociales”.

### Efectos Directos

Los efectos directos se calcularían siguiendo la misma formulación matemática que en la evaluación financiera:

$$BNt = (\sum x_i p_i^s - \sum y_j p_j^s)$$

donde:

BNt = Beneficio neto en el año t

$x_i$  = Cantidad del bien o servicio i a producir por el proyecto

$p_i^s$  = Precio social del producto i

$y_j$  = Cantidad de insumo j a utilizar en el proyecto

$p_j^s$  = Precio social que le cuesta al país cada unidad de insumo j

---

<sup>55</sup> BID: ob. cit., pp. 9-15.

$$\therefore VANt = \sum_{t=1}^n BNT / (1+k^s)^t$$

en que  $k^s$  es la tasa social de descuento o costo de oportunidad del capital para el país.

### Efectos Indirectos

Estos obedecen al resultado del incremento de la demanda en otros sectores, como consecuencia de los productos y/o servicios comprados por el proyecto y, a la repercusión del aumento de la oferta debido al proyecto en otros sectores.

Si como resultado del efecto del proyecto en la demanda y la oferta, se modifica el precio del bien que el produce, o el insumo que utiliza, se van a obtener cambios en la demanda u oferta de los bienes relacionados. Esto puede determinar que cambien las cantidades consumidas, producidas y/o las importadas o exportadas del bien, efectos éstos que es necesario medir, si es que son significativos, tanto si consisten en pérdidas como ganancias para el país.

Por supuesto que, según la lógica del método ABC, para que existan efectos indirectos se requiere que el proyecto induzca cambios en la actividad relacionada y que esta esté distorsionada, pues si hay pleno empleo de los recursos, es decir, una eficiente asignación de recursos, se producirá un aumento de producción en diferentes sectores, lo que a su vez implicará una disminución de la producción por igual valor en otros, lo que significa que bajo este supuesto no habría efectos netos, pues éstos se compensarían tal como se discutió anteriormente.

En conclusión, para proceder al cálculo de los efectos indirectos se requiere analizar los mercados de los bienes relacionados con los productos y/o servicios e insumos del proyecto.

### Externalidades

Las externalidades se expresan en determinados efectos positivos o negativos que acompañan al proyecto y que no se producirían si este no se realiza, también cuando el proyecto es dependiente de efectos económicos no valorados por el mercado, como por ejemplo, insuficiente desarrollo de la infraestructura, como mal estado de carreteras, comunicaciones, etcétera. Ejemplos típicos de externalidades positivas es el beneficio de la polinización realizada por las abejas en un proyecto apícola, los beneficios de fijación del nitrógeno en el cultivo de leguminosas, con el consiguiente mejoramiento de los suelos agrícolas, mientras que entre las negativas se destaca la contaminación ambiental.

Así, los impactos ambientales que ha traído aparejado el desarrollo de la humanidad, revisten hoy en día proporciones universales, convirtiéndose el estudio de los problemas del desarrollo sustentable y la evaluación económica de los impactos ambientales en objetos de estudio por si solos, por lo que existen textos dedicados únicamente a estos fines.

En este sentido, son numerosos los métodos presentados en la literatura especializada para la evaluación económica de los impactos ambientales,<sup>56</sup> en que además de aquellos donde se utilizan los mercados convencionales como: los métodos de valoración de los cambios en la producción, determinación de los gastos de restitución y gastos preventivos, ya tratados al estudiar el CIN, se pueden destacar otros en que se utilizan mercados implícitos, mercados artificiales, costo de oportunidad, etcétera, como son:

a) Métodos basados en mercados implícitos, destacándose al respecto el de los precios hedónicos y el de los costos de viaje.

- Precios hedónicos.- Este método parte del criterio de que todo bien o servicio tiene determinados atributos, que de conjunto determinan su valor total, por lo que de afectarse el valor de un atributo, se reduce su valor, por tanto, cualquier afectación ambiental se refleja en que un bien sea menos apreciado. El mismo es, en cierta medida, una variante del método de valoración de las afectaciones o impacto del proyecto, cuando estas no puedan cuantificarse a precios de mercado como, por ejemplo, el valor de las viviendas al incrementarse el nivel de ruido por la construcción de un aeropuerto, o aumentar la contaminación del aire por la construcción de una fábrica. En este caso, el valor del impacto ambiental puede calcularse por el valor de las viviendas de la zona antes y después de construir el aeropuerto, o por la diferencia de precio de casas similares en lugares con y sin aeropuerto cercano, con y sin industrias cercanas, etcétera.
- El método del costo de viaje.- Es un método muy usado para la valoración de lugares turísticos, como parques naturales. Este consiste en evaluar el valor del lugar por el costo de viaje de las personas que visitan el mismo, mediante entrevistas realizadas a los visitantes para determinar la curva de demanda del centro turístico y su disposición a pagar por el disfrute de dicho bien. Información con la que se logra construir una curva de demanda en función de la distancia.

b) Métodos basados en mercados artificiales, los que abarcan principalmente la valoración contingente y el método Delphi.

- Valoración Contingente.- La valoración contingente, parte del criterio que las personas le atribuyen un valor a determinado beneficio ambiental existente o potencial, pero como para el mismo no existe un mercado, la única forma de valorarlo es mediante juegos de licitación. Estos juegos consisten en el diseño de entrevistas directas a los individuos involucrados en relación con su disposición a pagar o aceptar compensación por determinado deterioro ambiental.
- Método Delphi.- Este se sustenta en los criterios de un grupo de expertos, consistiendo el procedimiento en pedirle a cada experto que asigne el valor que considere debe tener el bien en cuestión. La información así obtenida, sin identificarla con el autor, se retroalimenta al grupo, los que de forma independiente hacen un nuevo estimado, proceso

---

<sup>56</sup> Jan Bojö, Karl Göran Mäler and Lena Unemo: *Environment and development: An economic approach*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1990, pp. 72-85.

este que se repite sucesivamente hasta que los estimados convergen alrededor de una media.

Se comprende que los métodos basados en mercados artificiales tienen importantes limitaciones pues se sustentan en un fuerte componente subjetivo. Así, por ejemplo, si se está valorando la instalación de un servicio de alcantarillado, la persona entrevistada puede estar influenciada por el precio que piensa podrán cobrarle posteriormente por el servicio y podría no dar su verdadera disposición a pagar, algo similar ocurre con el método Delphi, en que los expertos podrán llegar a un buen resultado desde un punto de vista técnico, pero difícilmente sustituir la valoración de la población implicada, no obstante, permiten en definitiva valorar situaciones que en la práctica se necesita y se toman decisiones.

c) Costos de oportunidad.- Se refieren a la valoración de la preservación de áreas naturales, sitios culturales, etcétera, que pudieran ser afectados por construcción de carreteras, presas, redes eléctricas. En estos casos, el costo de oportunidad vendría determinado por el costo adicional de la solución alternativa a esta carretera, presa, red eléctrica, etcétera, para no afectar esta área protegida.

En la literatura especializada se presentan otros métodos más rebuscados y en ocasiones cuestionados, como el costo de la afectación de la salud y de la vida humana.

### Efectos Intangibles

Se entiende por efectos intangibles aquellos aspectos cualitativos en que no existen precios para su medición por resultar imposible o muy difícil su medición, como la pureza del aire, el nivel de ruido, condiciones climáticas agradables, la belleza de un paisaje, el encanto de un paseo por el bosque, la seguridad nacional, la calidad del agua, etcétera. A este fin se trata de valorar los mismos mediante precios implícitos, utilizando técnicas como los precios hedónicos, valoración contingente, etcétera, antes explicadas.

### Precios Sociales

Para la determinación de los precios sociales se pueden utilizar dos alternativas: Modelos Globales de Producción y Método de las Distorsiones.

Los Modelos Globales de Producción, consideran las variables relevantes a maximizar, teniendo en cuenta las restricciones existentes; constituyendo los precios sociales los que hacen posible la maximización buscada. La dificultad consiste en la complejidad de estos modelos y la necesidad de trabajar con variables muy agregadas, por lo que se pierden los precios sociales de bienes específicos.

El Método de las Distorsiones -ya discutido-, parte de los precios de mercado de los bienes específicos, analizándose y cuantificándose las distorsiones existentes para calcular los precios sociales.

De no existir distorsiones importantes, los precios de mercado reflejarán, en general, los precios sociales y la evaluación financiera y social coincidirán, aunque esto no es frecuente en la práctica. Por este motivo, en los diferentes países se calculan los precios sociales, lo cual se realiza generalmente por alguna agencia gubernamental. Examinemos, por ejemplo, el caso de Bolivia, en que los factores de ajuste a los precios de mercado para su conversión en precios sociales aparecen reflejados en el Cuadro 9.1. Llama la atención, en este sentido, que utilizan una tasa social de descuento del 12,07 %, muy similar al 12 % establecido por otros países latinoamericanos.

CUADRO 9.1 FACTORES DE CONVERSIÓN A PRECIOS SOCIALES

| <i>Concepto</i>                   | <i>Factor de Ajuste</i> |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Tasa de cambio oficial            | 1,16                    |
| Mano de obra no calificada rural  | 0,64                    |
| Mano de obra no calificada urbana | 0,23                    |
| Mano de obra semicalificada       | 0,43                    |
| Mano de obra calificada           | 1,00                    |
| Tasa social de descuento          | 12,07%                  |

FUENTE: Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR): Resolución Ministerial No. 1484, Bolivia, 1998.

En el Cuadro se refleja la subvaloración de la divisa (dólares), que denota la necesidad de ajustar la tasa de cambio oficial con un factor de 1,16 para obtener la tasa de cambio social, y toma en consideración la existencia de determinados niveles de desempleo de la mano de obra no calificada y semicalificada, que implica factores de corrección inferiores a la unidad para obtener el costo de oportunidad de la misma.

En cuanto a las maquinarias y equipos, materias primas e insumos, los factores de conversión a precios sociales dependerán de la corrección de las distorsiones que introduzca el sistema impositivo vigente y el ajuste de la tasa de cambio.<sup>57</sup>

Así, por ejemplo, para el precio de los bienes nacionales, la tasa del impuesto al valor agregado que es del 13 % y el impuesto a las transacciones del 3 %, quedando el factor de ajuste al precio de mercado para obtener el precio social como  $1 / (1 + 0,13 + 0,03) = 0,862$ .

Mientras que, para los bienes de capital importado se consideró que el impuesto al valor agregado (IVA) es 14,94 %, 5 % de gravamen arancelario, 1 % de impuesto y el factor de ajuste de la tasa de cambio 1,16, por lo que el factor de ajuste será:

$$[1 / (1 + 0,1494 + 0,05 + 0,01)] * 1,16 = (1 / 1,2094) * 1,16 = 0,9591$$

<sup>57</sup> Los impuestos aquí utilizados fueron tomados de, Esteban Villena: Evaluación social del estudio de saneamiento ambiental del río Guadalquivir, Proyecto de Tesis de Maestría (inédito), Anexo 10, pp. 32-33, Tarija, Bolivia, 2002.

Para el cálculo del factor de ajuste de la materia prima e insumos importados se trabaja con iguales valores, salvo que el gravamen arancelario es del 10 %.

$$\therefore [1 / (1 + 0,1494 + 0,10 + 0,01)] * 1,16 = (1 / 1,2594) * 1,16 = 0,9211$$

## 1.2- Ejemplo ilustrativo

Utilizando los factores de conversión dados anteriormente, Ud. deberá evaluar mediante el VANS y la TIRS, un proyecto de inversión para la construcción de una Fábrica de Azúcar Refino, con destino al mercado interno y la exportación. El azúcar es un producto exportable con un precio FOB de 300 dólares por TM, para el cual el país cuenta con un amplio mercado, mientras que el precio interno es de 200 dólares, garantizándose el consumo interno mediante cuotas de exportación. A tal efecto usted dispone de la siguiente información:

| <i>COSTO DE INVERSIÓN</i>              | <i>Miles de Pesos</i> |
|----------------------------------------|-----------------------|
| Equipos importados                     | 2000                  |
| Equipos nacionales                     | 500                   |
| Fuerza de trabajo calificada           | 500                   |
| Fuerza de trabajo urbana no calificada | 200                   |
| Fuerza de Trabajo rural no calificada  | 300                   |
| Insumos nacionales                     | 1000                  |
| <b>Total</b>                           | <b>4500</b>           |

| <i>CAPITAL DE TRABAJO</i> | <i>Miles de Pesos</i> |
|---------------------------|-----------------------|
| Insumos importados        | 100                   |
| Insumos nacionales        | 400                   |
| <b>Total</b>              | <b>500</b>            |

| <i>COSTO DE OPERACIÓN ANUAL</i>        | <i>Miles de Pesos</i> |
|----------------------------------------|-----------------------|
| Materia prima e insumos nacionales     | 6000                  |
| Insumos importados                     | 500                   |
| Fuerza de trabajo calificada           | 2000                  |
| Fuerza de trabajo urbana no calificada | 700                   |
| Fuerza de trabajo rural no calificada  | 1500                  |
| <b>Total</b>                           | <b>10700</b>          |

Capacidad de producción: 10 mil TM anuales de azúcar refino

Vida útil: 10 años

Tasa de cambio oficial: 3 pesos por dólar

## Solución

Para la solución de este problema, lo primero que se requiere es convertir los valores que están a precios de mercado a precios sociales, tal como se realiza en el Cuadro 9.2:

CUADRO 9.2- FÁBRICA DE AZÚCAR REFINO  
(Valoración a precios sociales)

UM: Miles de Pesos

|                                        | <i>Costo de<br/>Mercado</i> | <i>Factor<br/>de Ajuste</i> | <i>Costo Social</i> |
|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| <b>COSTO DE INVERSIÓN</b>              |                             |                             |                     |
| Equipos importados                     | 2000                        | 0,9591                      | 1918,20             |
| Equipos nacionales                     | 500                         | 0,8620                      | 431,00              |
| Fuerza de trabajo calificada           | 500                         | 1,0000                      | 500,00              |
| Fuerza de trabajo urbana no calificada | 200                         | 0,2300                      | 46,00               |
| Fuerza de trabajo rural no calificada  | 300                         | 0,6400                      | 192,00              |
| Insumos nacionales                     | 1000                        | 0,8620                      | 862,00              |
| Total                                  | 4500                        |                             | 3949,20             |
| <b>CAPITAL DE TRABAJO</b>              |                             |                             |                     |
| Insumos importados                     | 100                         | 0,9211                      | 92,11               |
| Insumos nacionales                     | 400                         | 0,8620                      | 344,80              |
| Total                                  | 500                         |                             | 436,91              |
| <b>COSTO DE PRODUCCIÓN ANUAL</b>       |                             |                             |                     |
| Materia prima e insumos nacionales     | 6000                        | 0,8620                      | 5172,00             |
| Insumos importados                     | 500                         | 0,9211                      | 460,55              |
| Fuerza de trabajo calificada           | 2000                        | 1,0000                      | 2000,00             |
| Fuerza de trabajo urbana no calificada | 700                         | 0,2300                      | 161,00              |
| Fuerza de trabajo rural no calificada  | 1500                        | 0,6400                      | 960,00              |
| Total                                  | 10700                       |                             | 8753,55             |
| <b>VALOR DEL AZÚCAR REFINO</b>         | <b>9000</b>                 | <b>1,1600</b>               | <b>10440,00</b>     |

Dado que se trata de un producto exportable, su precio de venta será el precio FOB de 300 dólares la TM, pues el precio de 200 dólares al consumo nacional se garantiza mediante una restricción a la exportación, es decir, que a los efectos del país cada tonelada destinada al consumo interno es una tonelada de azúcar refino que se deja de exportar, consecuentemente considerando la tasa de cambio oficial, el precio de la TM de azúcar refino será:

$$300 \text{ US dólares} * 3 = 900 \text{ pesos / TM}$$

Una vez calculados estos valores se procede al cálculo del VAN social y la TIR social.

|                               | A        | Ñ        | O | S                 |
|-------------------------------|----------|----------|---|-------------------|
| Conceptos (en Miles de Pesos) | 0        | 1 al 9   |   | 10                |
| Costo de inversión            | -3949,20 |          |   |                   |
| Capital de trabajo            | -436,91  |          |   | 436,91            |
| Ingresos                      |          | 10440,00 |   | 10440,00          |
| Costos de operación           |          | -8753,55 |   | -8753,55          |
| Flujo de caja                 | -4386,11 | 1686,45  |   | 2123,36           |
| VANS al 12,07 %               |          |          |   | <b>\$ 5721,70</b> |
| TIRS                          |          |          |   | <b>37,4 %</b>     |

Dado que el proyecto ofrece un VANS positivo y una TIRS del 37,4 % muy superior a la tasa de descuento social del 12,07 %, se concluye que el proyecto es eficiente desde el punto de vista social.

Como se aprecia en este problema ilustrativo simplificado, una vez calculados los ajustes correspondientes para obtener los flujos de caja, el procedimiento de cálculo es igual que en la evaluación financiera.

Se examinará seguidamente otra situación más compleja, a tal efecto se presenta un pequeño Estudio de Caso en que no se dispone de factores de ajuste calculados centralmente, sino que se requiere calcular los precios sociales a partir de la situación concreta del proyecto.

### 1.3- Estudio de Caso: Presa Escambray

La presa Escambray es un proyecto a realizar en una región montañosa del país, con el objetivo de producir electricidad, el riego de cultivos agrícolas y la explotación turística del lugar. Esta inversión se estructura en:

UM: Miles de Pesos

| <i>COSTO DE INVERSIÓN</i>      | <i>Maquinarias y Equipos</i> | <i>Fuerza T. Calificada</i> | <i>Fuerza T. No Calificada</i> | <i>Total</i> |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| Construcción de la presa       | 1000                         | 300                         | 700                            | 2000         |
| Estaciones y sistemas de riego | 3000                         | 400                         | 100                            | 3500         |
| Instalaciones turísticas       | 1150                         | 200                         | 100                            | 1450         |
| Planta hidroeléctrica          | 2700                         | 800                         | 400                            | 3900         |
| Total                          | 7850                         | 1700                        | 1300                           | 10850        |

Las maquinarias y equipos son importados, de estos los equipos para instalaciones turísticas incluye un arancel a la importación del 15 %, mientras que el costo del equipamiento de la planta hidroeléctrica esta beneficiado por un subsidio a la importación del 10 %.



### Sistema de Riego

En la actualidad existen 1000 Has. cultivadas mediante irrigación en la región, las que se riegan usando aguas subterráneas, extraídas mediante turbinas por la Empresa Nacional de Riego a un costo de 700 pesos anuales por Ha. y vendidas a un precio de 900 pesos por Ha. Al crearse la presa los costos de operación del sistema de regadío ascenderán a 100 pesos por Ha. y se proyecta un precio de venta de 500 pesos por Ha., el que se considera debe permitir recuperar la inversión realizada y garantizar una eficiencia adecuada a esta inversión. La reducción del costo del riego debe repercutir, además; en el incremento a 1500 Has. del área a irrigar.

Los costos de operación por Ha. se estructuran como sigue:

| <i>Costo de Operación del Sistema de Riego</i> | <i>Pesos</i> |
|------------------------------------------------|--------------|
| Energía                                        | 40           |
| Fuerza de trabajo calificada                   | 20           |
| Fuerza de trabajo no calificada                | 30           |
| Otros                                          | 10           |
| Total                                          | 100          |

Costo de Operación Anual =  $1500 * 100 = 150$  miles de pesos

### Actividad Turística

El análisis y proyección de la demanda turística ha permitido pronosticar un arribo de 100 mil visitantes anualmente, con un gasto medio por turista de 10 pesos, mientras que los gastos de operación del total de la actividad turística se elevan a 700 mil pesos anuales:

| <i>Costo de Operación del Turismo</i> | <i>Miles de Pesos</i> |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Mantenimiento                         | 150                   |
| Mercancía comprada                    | 300                   |
| Energía                               | 50                    |
| Fuerza de trabajo calificada          | 90                    |
| Fuerza de trabajo no calificada       | 100                   |
| Otros                                 | 10                    |
| Total                                 | 700                   |

Aunque de inicio no está proyectado cobrar la entrada al lugar, encuestas realizadas sobre la disposición a pagar en otro sitio muy semejante al proyectado indican que se puede estimar el siguiente comportamiento de la demanda:

| <i>Costo de la Entrada</i> | <i>Número de Visitantes Anuales</i> |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 0 peso                     | 100 mil                             |
| 1 peso                     | 80 mil                              |
| 2 pesos                    | 60 mil                              |
| 3 pesos                    | 30 mil                              |
| 4 pesos                    | 0                                   |

### Planta Hidroeléctrica

La energía eléctrica a producir por esta instalación será de 9 millones de kw/hora anuales y se venderá al sistema energético nacional a un precio de 6 centavos el kw/hora. Esta cantidad a pesar de ser pequeña en relación al total de la producción del país, reviste importancia, dado el incremento que significa de la oferta en la hora pico. Los costos de operación anual de esta planta ascienden a 50 mil pesos:

| <i>Costo de Operación del Sistema Eléctrico</i> | <i>Miles de Pesos</i> |
|-------------------------------------------------|-----------------------|
| Mantenimiento                                   | 30                    |
| Fuerza de trabajo calificada                    | 20                    |
| Total                                           | 50                    |

### Impacto Ambiental

En la región se producen frecuentes inundaciones, a pesar de que se toman medidas de protección que implican un costo de 200 mil pesos anualmente. Sin embargo, cada vez que se producen inundaciones las pérdidas ascienden a 2 millones de pesos anuales, con una probabilidad anual de ocurrencia del 20 %. Se estima que la construcción de la presa erradicará el problema de las inundaciones.

### Otras Actividades

- Debido a las perspectivas del arribo de turistas se trasladará al lugar un establecimiento portátil de venta de alimentos ligeros, esta espera aumentar sus utilidades en 2 mil pesos anuales en relación al sitio anterior.
- Una empresa deportiva que opera en una playa cercana trasladará sus actividades referentes al esqui-acuático, al brindar mejores posibilidades para aprender a esquiar la tranquilidad de las aguas de la presa. Esta empresa tenía por esta actividad ingresos por 20 mil pesos anuales, mientras sus costos de operación anuales ascienden a 12 mil pesos, estimándose que mantendrá un comportamiento similar en la presa.

Ud. conoce además que:

Tasa social de descuento = 12 %

Tasa de cambio oficial 1 peso = 1 dólar

Tasa de cambio social = 1,2 pesos por dólar

Nivel de desempleo de la fuerza de trabajo no calificada = 50 %

Vida útil = 15 años

Se pide:

Calcular el VANS para un periodo de 15 años, conociendo que en esta fecha el proyecto tiene un valor residual del 30 % de su costo de inversión inicial.

### SOLUCIÓN

Considerando la información que brinda el proyecto se procederá a calcular a precios sociales los costos de inversión, los costos de operación y los beneficios del proyecto.

Para el cálculo de los costos de inversión es preciso considerar que estos están afectados por las transferencias, la tasa de cambio social y el costo de oportunidad de la fuerza de trabajo no calificada.

En cuanto a las transferencias se necesita ajustar el valor de los equipos para el turismo y de los equipos eléctricos. En el caso de los equipos para el turismo estos están afectados por un arancel de importación del 15 %, sin embargo, este no es un costo real para el país, pues se trata de una transferencia del sector turístico al Ministerio de Finanzas, por lo que al realizar el ajuste correspondiente se tiene:

$$1150 / 1,15 = 1000 \text{ miles de dólares}$$

En el caso de los equipos eléctricos se produce una situación contraria, pues su valor está afectado por un subsidio del 10 %, por lo que estos le cuestan realmente al país:

$$2700 / 0,9 = 3000 \text{ miles de dólares.}$$

Dado que la tasa de cambio social es un 20 % superior a la tasa de cambio oficial, existe una subvaloración de la divisa que debe ser corregida, requiriéndose modificar el valor de las maquinarias y equipos de la forma siguiente:

| <i>Maquinarias y Equipos</i>   | <i>Miles de<br/>Dólares</i> | <i>Tasa de Cambio Social</i> | <i>Costo Social<br/>(Miles de Pesos)</i> |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Construcción de la presa       | 1000                        | 1,2                          | 1200                                     |
| Estaciones y sistemas de riego | 3000                        | 1,2                          | 3600                                     |
| Instalaciones turísticas       | 1000                        | 1,2                          | 1200                                     |
| Planta hidroeléctrica          | 3000                        | 1,2                          | 3600                                     |
| Total                          | 8000                        | 1,2                          | 9600                                     |

Finalmente, como la fuerza de trabajo no calificada está desempleada en un 50 %, esto significa que se le imputará al proyecto solo el 50 % de los costos por este concepto, partiendo del criterio que la fuerza de trabajo que estaba desempleada no deja de producir nada al incorporarse al proyecto.<sup>58</sup>

Considerando estas distorsiones los costos sociales quedarían como sigue:

CUADRO 9.3- COSTO SOCIAL DE INVERSIÓN  
PRESA ESCAMBRAY

UM: Miles de Pesos

| <i>COSTO DE INVERSIÓN</i>      | <i>Maquinarias y Equipos</i> | <i>Fuerza T. Calificada</i> | <i>Fuerza T. No Calificada</i> | <i>Total</i> |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| Construcción de la presa       | 1200                         | 300                         | 350                            | 1850         |
| Estaciones y sistemas de riego | 3600                         | 400                         | 50                             | 4050         |
| Instalaciones turísticas       | 1200                         | 200                         | 50                             | 1450         |
| Planta hidroeléctrica          | 3600                         | 800                         | 200                            | 4600         |
| Total                          | 9600                         | 1700                        | 650                            | 11950        |

En cuanto al ajuste de los costos de operación, es preciso tomar en cuenta que los costos de operación anuales del sistema de riego incluyen costos de fuerza de trabajo no calificada ascendentes a 30 pesos por Ha, pero su costo de oportunidad es de 15, lo que significa una disminución en el costo anual de operación de 22,5 miles de pesos (15\*1500 Has), mientras que en el turismo el costo de oportunidad de la fuerza de trabajo no calificada sería de 50 mil pesos. Al considerar estas distorsiones el costo de operación anual a precios sociales sería de:

CUADRO 9.4- COSTO SOCIAL DE OPERACIÓN ANUAL  
PRESA ESCAMBRAY

UM: Miles de Pesos

| <i>Costo de Operación Anual</i> | <i>Financiero</i> | <i>Social</i> |
|---------------------------------|-------------------|---------------|
| Sistemas de riego               | 150               | 127,5         |
| Turismo                         | 700               | 650,0         |
| Hidroeléctrica                  | 50                | 50,0          |
| Total                           | 900               | 827,5         |

<sup>58</sup> Aunque este es un supuesto extremo, se ha utilizado como criterio simplificador en la presentación y solución del estudio de caso, pues es aceptado que la fuerza de trabajo desempleada tiene un costo de oportunidad superior a 0.

## Beneficios del Proyecto

Dadas sus particularidades se requiere analizar cada uno de los beneficios del proyecto:

### Sistema de Riego

Al respecto se producen dos tipos de beneficios: la sustitución de las turbinas de riego estacionario y el incremento de la superficie bajo riego.

Con las turbinas de riego estacionario se riegan en la actualidad 1000 Has. con un costo de 700 pesos por Ha, es decir, 700 mil pesos anuales, cantidad esta que representa bienes y servicios utilizados por la Empresa Nacional de Riego y que ahora pueden ser transferidos a otros usos, donde deben producir valores iguales constituyendo un beneficio del sistema de riego de la presa, pues sustituye el servicio de turbinas estacionarias.

Se podría argumentar que los servicios de la Empresa Nacional de Riego tienen un valor de 900 mil pesos, pues esta cobra 900 pesos por cada Ha. regada, la que al cesar sus actividades en esta región pierde los 200 mil pesos que tenía de ganancias anuales, sin embargo, este valor constituye a su vez una ganancia para los agricultores, por tanto, representa una transferencia de 200 mil pesos de la Empresa Nacional de Riego a los consumidores, lo que significa que la ganancia neta para la sociedad sean los 700 mil pesos liberados para otros fines.

En cuanto al incremento de la superficie bajo riego, esta aumenta de 1000 a 1500 Has, mientras su precio disminuye de 900 a 500 pesos. Esto significa que, la disposición a pagar es de 900 pesos y lo que se paga realmente es de 500, para un promedio de  $(900 + 500) / 2 = 700$  pesos, los que multiplicados por el número de Has. a regar adicionales, da un valor de 350 miles de pesos.

$$500 * 700 = 350000$$

Por tanto, el valor total de la producción anual del sistema de riego es  $700000 + 350000 = 1050$  miles de pesos.

Valor que se podía obtener directamente utilizando la fórmula discutida anteriormente para el cálculo de los beneficios sociales:

$$BEP = x (p_1 + \Delta p / 2)$$

en nuestro caso:

$$x = 1500 \text{ Has}$$

$$p_1 = 500 \text{ pesos}$$

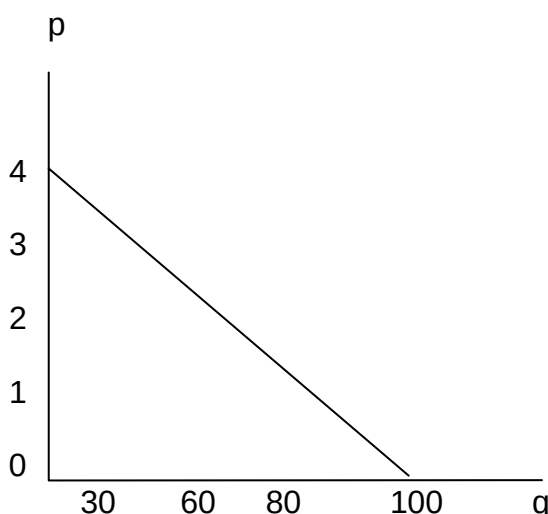
$$BEP = 1500 * [500 + (900 - 500) / 2]$$

$$BEP = 1500 * 700 = 1050 \text{ miles de pesos}$$

Al comparar los beneficios sociales y los beneficios financieros del sistema de riego, se pone de manifiesto la aseveración que se hizo al inicio del Capítulo, sobre la no coincidencia entre la rentabilidad financiera y la rentabilidad social, pues el valor financiero del sistema de riego ascendería solo a 750 mil pesos ( $1500 * 500$ ), es decir, el valor social es 300 mil pesos superior.

### Turismo

En el turismo se obtendrán ingresos por 1 millón de pesos anuales (100 mil turistas \* 10 pesos), sin embargo, si solo se considerara este ingreso, se estaría ignorando el valor de la disposición a pagar por visitar la presa, el que se puede calcular a partir de la curva de demanda, pues la misma permite cuantificar el valor de consumo que los visitantes atribuyen a la visita a la presa



Disposición a pagar por visitar la presa =  $100 * (0 + 4) / 2 = 100 * 2 = 200$  miles de pesos.

Por tanto, los beneficios sociales totales del turismo son  $1000 + 200 = 1200$  miles de pesos

### Hidroeléctrica

Considerando que la producción de la hidroeléctrica no afecta el precio de la electricidad, su valor social es igual al financiero y asciende a 540 mil pesos anuales:

$$9 \text{ millones de kw/hora} * \$0,06 = 540 \text{ mil pesos}$$

### Impacto ambiental

|                                                     |   |                      |
|-----------------------------------------------------|---|----------------------|
| Costos anuales de las medidas de protección         | = | 200 mil pesos        |
| Costo anual de las inundaciones = 2000 miles * 20 % | = | <u>400</u> mil pesos |
| Ahorro por Impacto Ambiental                        |   | 600 mil pesos        |

## Otras Actividades

La actividad de venta de alimentos ligeros produce beneficios sociales anuales por 2 mil pesos, dado que produce un beneficio superior que en su localización anterior, sin embargo, la actividad de esqui-acuático, no puede ser considerada como un beneficio social del proyecto, pues el beneficio que representa para los usuarios de la presa son exactamente iguales a los que dejó de ofertar en su anterior localización, no representando una ganancia neta en el valor de los bienes y servicios producidos, en fin se trata de un efecto indirecto que no es necesario considerar tal como fue discutido al inicio del capítulo.

CUADRO 9.5- RESUMEN DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES ANUALES  
PRESA ESCAMBRAY

UM: Miles de Pesos

|                   | <i>Beneficios<br/>Sociales</i> | <i>Costos<br/>Sociales</i> | <i>Ingreso Social<br/>Neto</i> |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Riego             | 1050,0                         | 127,5                      | 922,5                          |
| Turismo           | 1200,0                         | 650,0                      | 550,0                          |
| Hidroeléctrica    | 540,0                          | 50,0                       | 490,0                          |
| Impacto ambiental | 600,0                          |                            | 600,0                          |
| Otras actividades | 2,0                            |                            | 2,0                            |
| Totales           | 3392,0                         | 827,5                      | 2564,5                         |

## Cálculo del VANS

|                               | A        | Ñ | O       | S                |
|-------------------------------|----------|---|---------|------------------|
| Conceptos (en Miles de Pesos) | 0        |   | 1 al 14 | 15               |
| Valor social de la inversión  | -11950,0 |   |         | 3585,0           |
| Ingresos sociales             |          |   | 3392,0  | 3392,0           |
| Costos sociales               |          |   | 827,5   | 827,5            |
| Beneficios sociales netos     | -11950,0 |   | 2564,5  | 6149,5           |
| <b>VANS</b>                   |          |   |         | <b>\$ 6171,4</b> |

Como se aprecia el proyecto permite obtener un VAN social ascendente a 6171,4 miles de pesos a una tasa social de descuento del 12 %, por lo que se recomienda sea ejecutado. También es oportuno hacer notar que aunque no es el objetivo de este estudio de caso, en una situación de esta naturaleza, en que se trata de un proyecto de propósitos múltiples es conveniente analizar también de forma independiente cada propósito, pues puede suceder que el proyecto sea rentable en su conjunto, pero no lo sea en una de sus partes, lo que obligaría a considerar su rediseño.

## **2. MÉTODO LMST**

Este método parte del criterio de que los precios internacionales en divisa, constituyen una apropiada e interesante vía de valorar los resultados de un proyecto, al partir del principio de que el comercio internacional, al constituir un componente esencial de la economía en la generalidad de los países, provee de información para el cálculo de los precios sociales de los bienes producidos y consumidos por un proyecto de inversión.

La validez de este método es cada vez más evidente frente al proceso creciente de globalización de la economía mundial, justificando el que los precios de las importaciones y exportaciones constituyan un adecuado criterio de valoración de los recursos nacionales para la toma de decisiones de inversión, dado el estrecho vínculo existente entre la economía interna y el comercio internacional.

Dicho de otra manera, se considera a los efectos de la fijación de los precios del proyecto, al comercio exterior como una industria alternativa que recibe como insumo los ingresos por exportación y los convierte en los productos y servicios requeridos por el país. Ello, fundamenta que los precios CIF y FOB a que el país exporta e importa se puedan utilizar como precios para la evaluación social.

Asimismo, una ventaja de este método con el enfoque clásico del método ABC (es decir, de las distorsiones de los precios de consumo), es que permite evitar la complejidad de tener que calcular una tasa de cambio social. Mediante este método resulta muy fácil calcular los precios de todos los bienes que participan en el comercio internacional, mientras que en el caso de aquellos que no participan en el comercio internacional se le calcula su componente importado, a través de un proceso de aproximaciones sucesivas, hasta descomponerlos esencialmente en bienes importados y fuerza de trabajo nacional.

No obstante, hay que destacar que existe una relación teórica entre el método LMST y el enfoque clásico del ABC, al existir la posibilidad de determinar la relación de precios de cuenta entre uno y otros precios sociales, la que permitiría pasar del precio de cuenta en divisas al precio de cuenta del consumo mediante el correspondiente factor de conversión.

### **2.1- Procedimiento general**

En primer lugar, se requiere la clasificación de los bienes en transables (comercializados internacionalmente) y no transables. Posteriormente, se procede a determinar el componente importado de los bienes no transables, en un proceso de aproximaciones sucesivas, mientras se obtengan valores significativos, no siendo necesario en la práctica llegar más allá de un segundo nivel de agregación. Para poder proceder a este análisis, se requiere conocer las particularidades de los diferentes tipos de productos o servicios que conforman los bienes transables y no transables y poder definir el criterio de valoración más adecuado. De acuerdo a este objetivo estos bienes se estructuran de la forma siguiente:



| <i>Bienes Transables</i>     | <i>Criterio de Valoración</i>         |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Ofertados por el proyecto    |                                       |
| Exportaciones                | Precio FOB - Costo Transporte Interno |
| Sustitución de importaciones | Precio CIF + Costo Transporte Interno |
| Demandados por el proyecto   |                                       |
| Importaciones                | Precio CIF + Costo Transporte Interno |
| Reducción de exportaciones   | Precio FOB+ Costo Transporte interno* |

\* Menos costo de transporte interno al puerto de embarque, más costo de transporte interno desde el punto de producción al de consumo.

Si el proyecto está dirigido a la exportación este se valora a precio FOB, y a éste se le deduce el costo interno en divisas de su transportación y distribución hasta el lugar de embarque, es decir, el precio interno de transporte y distribución valorado a precios internacionales. Si constituye sustitución de importaciones su valor para el país corresponderá a su precio CIF más el costo interno en divisas de su transportación y distribución hasta el lugar de consumo.

En cuanto a la valoración de los insumos demandados por el proyecto este puede requerir de importaciones, o puede demandar insumos nacionales que son exportables. Cuando los insumos son importados el país tendría una salida por el precio CIF de estos bienes más el costo interno en divisas de su transportación y distribución hasta el lugar de consumo.

Mientras que, si el insumo es un producto exportable, este se valorará al precio FOB, pues constituye una reducción de la capacidad de exportación del país, no obstante, en este caso no se incurre en el transporte interno hasta el puerto de embarque, aunque sí en el costo de transporte desde el punto de producción al de consumo.

Veamos, por ejemplo, cómo determinar el precio de cálculo o precio de cuenta de la importación de motores eléctricos de 1 HP.

| <i>Concepto</i> | <i>Dólares</i> | <i>Tasa de Cambio*</i> | <i>Pesos</i> | <i>RPC**</i> | <i>Precio de Cuenta</i> |
|-----------------|----------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Precio CIF      | 100            | 5                      | 500          | 1,00         | 500                     |
| Arancel 10 %)   |                |                        | 50           | 0,00         | 0,00                    |
| Transporte      |                |                        | 25           | 0,92         | 23                      |
| Distribución    |                |                        | 20           | 0.60         | 12                      |
| <b>Total</b>    |                |                        | <b>595</b>   | <b>0.90</b>  | <b>535</b>              |

\* Tasa de cambio oficial.

\*\* Relación de Precios de Cuenta, que expresa el % de componente importado.

Siguiendo este mismo razonamiento si se está evaluando un proyecto de producción de carne de ganado vacuno, en que se utiliza miel final de la industria azucarera, la que es un producto exportable, el precio de cuenta de éste último se determinaría de la forma siguiente:

| <i>Concepto</i>            | <i>Dólares</i> | <i>Tasa de<br/>Cambio*</i> | <i>Pesos</i> | <i>RPC</i> | <i>Precio de<br/>Cuenta</i> |
|----------------------------|----------------|----------------------------|--------------|------------|-----------------------------|
| Precio FOB                 | 60             | 5                          | 300          | 1,00       | 300,0                       |
| Arancel                    |                |                            | 9            | 0,00       | 0,0                         |
| Transporte Puerto-Embarque |                |                            | -35          | 0,92       | -32,2                       |
| Transporte                 |                |                            | 10           | 0,92       | 9,2                         |
| Distribución               |                |                            | 50           | 0,60       | 30,0                        |
| Total                      |                |                            | 334          | 0,92       | 307,0                       |

\* Tasa de cambio oficial

En cuanto a los bienes no transables para su análisis se pueden clasificar como:

| <i>Bienes No Transables</i>       | <i>Criterio de Valoración</i>               |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|
| Por su naturaleza física          | Componente importado o Costo de Oportunidad |
| Por problemas de competitividad   | Componente importado o Costo de Oportunidad |
| Por restricciones Institucionales | Componente importado o Costo de Oportunidad |

Entre los bienes no transables por su naturaleza física, es clásico el caso del transporte interno, también la fuerza de trabajo cuando el país no presta servicios técnicos en el exterior utilizando su fuerza de trabajo calificada como una fuente de ingreso, la energía eléctrica en el caso de numerosos países, etcétera.

Los bienes no transables por su baja competitividad, son aquellos en que los ingresos que pudieran obtenerse de su exportación, no justifican los costos necesarios para su producción o que resultaría sumamente costosa su importación, un ejemplo elocuente es el agua potable. También se incluyen en este grupo algunos bienes con una calidad inferior a las normas existentes en los mercados internacionales.

En cuanto a las restricciones institucionales, se refieren a regulaciones gubernamentales que prohíben comercializar internacionalmente determinados bienes o utilizan procedimientos indirectos como los aranceles para restringir dicho comercio.

En general, los bienes transables se caracterizan por tener un precio interno (PI) superior al precio de exportación en el caso que pudieran exportarse, a la vez que dicho precio es menor de lo que costaría importarlo, es decir:

$$\text{Precio CIF} > \text{PI} > \text{Precio FOB}$$

En la valoración de los bienes no comercializables se pueden presentar dos situaciones: que estos sean de oferta fija, es decir, su disponibilidad esté limitada por alguna razón, o que haya una respuesta productiva a la demanda del proyecto, es decir, que el proyecto genere un incremento de producción en otros sectores que permita satisfacer la demanda de los insumos demandados.

Cuando los insumos son de oferta fija se requiere valorarlos a su costo de oportunidad, es decir, al valor en divisas del consumo sacrificado, pues esta situación supone que será necesario reducir el consumo de otros productores.

No obstante, la situación más frecuente es que exista una respuesta productiva a la demanda del proyecto, en cuyo caso los insumos requeridos para su producción se valorarían a sus respectivos precios de cuenta, en otras palabras, habría que determinar el componente importado del costo de producción o costo de producción valorado a precio de cuenta.

Para este fin, el procedimiento a seguir consiste en hallar el componente importado del costo de producción, mediante su desagregación en bienes transables y no transables. Los no transables se desagregan nuevamente en transables y no transables y así sucesivamente mientras sean significativos los valores obtenidos. Sin embargo, en la práctica generalmente no se requiere más de un segundo nivel de desagregación tal como se señaló anteriormente. Para ilustrar este procedimiento se hará uso de un pequeño ejemplo ilustrativo.

## **2.2- Ejemplo ilustrativo**

Considere Ud. la evaluación de una Planta de Cemento cuyo costo de inversión es de 30 millones de pesos, de los cuales el 70 % corresponden a maquinarias y equipos, un valor de la producción anual de 38 millones de pesos y costos de operación por 32 millones de pesos. Se le pide calcular el VANS y la TIRS para los próximos 15 años considerando una tasa social de descuento del 12 %.

### Solución

En primer lugar, se procederá al cálculo del costo de inversión a precios sociales, para lo cual se dispone de la estructura del costo de producción presentada en el Cuadro 7.6.

Como se puede apreciar, el procedimiento seguido es muy similar al usado en los ejemplos anteriores. Primeramente, se calcula el valor a precios internos de los respectivos componentes del costo, usando la tasa de cambio oficial en los casos que se requiera, pasándose posteriormente a calcular las RPC. Por ejemplo, para el rubro materiales nacionales en los costos de construcción y montaje, su costo está constituido por materiales importados calculados a partir de su precio CIF tal como se explicó antes y que tienen una RPC de 1, fuerza de trabajo con una RPC de 0,60, a partir de su costo de oportunidad, es decir, se presupone la existencia de desempleo y otros gastos cuyo factor de conversión promedio se calculó en 0,70. Aplicando estas RPC a los respectivos costos en moneda nacional, se tendría sus costos a precios de cuenta, los que sumados darían los gastos en materiales nacionales a precios de cuenta. Si estos últimos se dividen entre el valor a precios internos, se obtendría su RPC promedio.

CUADRO 9.6- COSTOS DE INVERSIÓN MEDIANTE EL METODO LMST

UM: Miles de Pesos

| <i>Conceptos</i>        | <i>Precio Interno</i> | <i>RPC</i> | <i>Precio de Cuenta</i> |
|-------------------------|-----------------------|------------|-------------------------|
| Costo de inversión      | 30000                 | 0,907      | <b>27170</b>            |
| Maquinarias y equipos   | 21000                 | 1,00       | <b>21000</b>            |
| Construcción y montaje  | 9000                  | 0,686      | <b>6170</b>             |
| Materiales importados   | 1000                  | 1,00       | <u>1000</u>             |
| Materiales nacionales   | 4000                  | 0,755      | <u>3020</u>             |
| • Materiales importados | 1500                  | 1,00       | 1500                    |
| • Fuerza de trabajo     | 2300                  | 0,60       | 1380                    |
| • Otros*                | 200                   | 0,70       | 140                     |
| Fuerza de trabajo       | 3000                  | 0,60       | <u>1800</u>             |
| Impuestos               | 500                   | 0,00       | 0,00                    |
| Gastos generales        | 500                   | 0,70       | <u>350</u>              |
| • Materiales importados | 100                   | 1,00       | 100                     |
| • Fuerza de trabajo     | 300                   | 0,60       | 180                     |
| • Otros*                | 100                   | 0,70       | 70                      |

\* Se refiere a valores poco significativos que incluyen un conjunto de bienes y servicios de poco valor que no vale la pena seguir desagregando y que se convierte mediante un factor de conversión promedio de bienes finales e intermedios.

Siguiendo el mismo procedimiento se calcularían los costos generales, y sumando posteriormente los diferentes componentes del costo de construcción y montaje a precios de cuenta, se obtendría el costo por este concepto, el que añadido finalmente al de las maquinarias y equipos permite obtener el costo de inversión a precios de cálculo.

En cuanto a los costos de operación se calcularían de la misma forma, a partir de la estructura de costo presentada en el Cuadro 9.7.

CUADRO 9.7- COSTOS DE OPERACIÓN MEDIANTE EL METODO LMST

UM: Miles de Pesos

| <i>Conceptos</i>      | <i>Precio Interno</i> | <i>RPC</i> | <i>Precio de Cuenta</i> |
|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------|
| Costos de operación   | 32000                 | 0,96       | 30802                   |
| Combustible importado | 27000                 | 1,00       | 27000                   |
| Fuerza de trabajo     | 1800                  | 0,60       | 1080                    |
| Materia prima         | 2000                  | 0,90       | 1802                    |
| Combustible           | 600                   | 1,00       | 800                     |
| Piezas de repuesto    | 400                   | 1,00       | 400                     |
| Fuerza de trabajo     | 980                   | 0,60       | 588                     |
| Otros                 | 20                    | 0,70       | 14                      |
| Transporte            | 1000                  | 0,92       | 920                     |
| Combustible           | 600                   | 1,00       | 600                     |
| Piezas de repuesto    | 200                   | 1,00       | 200                     |
| Fuerza de trabajo     | 200                   | 0,60       | 120                     |
| Impuestos             | 200                   | 0          | 0                       |

Una vez calculados estos valores a precios ajustados se puede proceder a la determinación del VAN y la TIR social, considerando que los flujos de caja anuales ascienden a 7198 miles de pesos (38000 – 30802):

$$VAN = -I + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+k)^j} = -27170 + \sum_{j=1}^{15} \frac{7198}{(1+0,12)^j}$$

VAN = 21855 miles de pesos

TIR = 26 %

En el cálculo de los precios de cuenta de los productos no transables se presentan problemas de dependencias mutuas entre los diferentes insumos, las que como se conoce, pueden ser resueltas mediante matrices de insumo producto, las que generalmente son calculadas en los diferentes países y, a pesar de su nivel agregado, permiten obtener coeficientes útiles a los efectos del cálculo de los precios de cuenta.

En cuanto al costo de la fuerza de trabajo, como se puede apreciar, se parte del criterio antes explicado de medirla según el valor sacrificado por la economía por destinar esta fuerza de trabajo al proyecto.

Finalmente, en adición a los métodos y conceptos antes discutidos para obtener la tasa social de descuento, otro criterio que se usa en la práctica es el Rendimiento Global de la Inversión Nacional.<sup>59</sup> Este valor se puede calcular a partir de las estadísticas nacionales mediante la siguiente fórmula:

$$R_g = IN - S / (A + T + I)$$

En que:  $R_g$  es el rendimiento o rentabilidad global, que se utilizaría como tasa de descuento, IN el ingreso nacional, S el fondo de salarios, mientras que en el denominador estaría el valor de todo el capital nacional, es decir, A serían los activos fijos (edificios, maquinarias y equipos), T el valor de la tierra, I valor de los inventarios, ajustados todos estos valores a precio de cuenta.

<sup>59</sup> A. Harberger y D. Wisecarver: Private and social rate of return to capital in Uruguay, *Economic Development and Cultural Change*, 1977, pp. 411-445, en Raúl Castro Rodríguez y Karen Marie Mokate: ob. cit., p. 298.

Realmente, en cuanto a tasa social de descuento y el costo social de la mano de obra, su tratamiento teórico es complejo e incluso existen diferentes enfoques, por lo que puede ser de difícil comprensión para muchos evaluadores, razón por lo que está más allá de nuestro objetivo al tratar el ABC, método del que solo se han presentado aquí los principios teóricos en que se sustenta y varios ejemplos demostrativos, sobre sus posibilidades de utilización práctica y sobre todo algunas diferencias con el método CIN que consideramos esenciales. Por este motivo, en estos casos al igual que en el ajuste de las curvas de oferta y demanda en presencia de distorsiones, se ha preferido remitir al lector interesado en su fundamentación teórica a los textos en que puede ampliar al respecto. Para más detalles, ver Glenn P. Jenkin y Arnold C. Harberger: ob. cit., pp. 217-275.

### 3. DIFERENCIAS ENTRE LOS MÉTODOS CIN Y ABC

Una vez esbozados los principios generales en que se basan los métodos ABC y LMST, se comprende que no es necesario continuar profundizando en sus diferencias, dado que éstos métodos se fundamentan en los mismos principios, por lo que conducen a los mismos resultados si se utilizan adecuadamente las relaciones de los precios de cuenta. Sin embargo, esta no es la situación del CIN por lo que podría ser de utilidad comparar el ABC y el CIN, en virtud de las diferencias existentes en las metodologías utilizadas, pues aunque ambos métodos tienen el mismo objetivo de proceder a la evaluación del proyecto desde un punto de vista social e incluso algunos elementos comunes, como es el tratamiento de las transferencias, la similitud en la determinación de los precios de los bienes transables, entre otros. Resulta de interés conocer si es indiferente utilizar uno u otro método, o si éstos podrían llevar a decisiones diferentes.

A los efectos de proceder a este análisis se utilizará un pequeño Estudio de Caso, lo más simplificado posible, pero que mediante su solución por los dos métodos permita evidenciar si hay diferencias en los resultados y por qué motivos.

#### 3.1- Estudio de Caso: Fábrica de Calzado

Existen dos alternativas para la construcción de una Fábrica de Calzado, cuyo costo de inversión a precios de mercado es:

UM: Miles de Pesos

| <u>Costo de Inversión</u>          | <u>Proyecto I</u> | <u>Proyecto II</u> |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Equipos importados                 | 300               | 80                 |
| Materias primas importadas         | 100               | 20                 |
| Arancel sobre M. primas importadas | 10                | 2                  |
| Fuerza de trabajo calificada       | 50                | 200                |
| Fuerza de trabajo no calificada    | 100               | 400                |
| Materias primas nacionales         | 100               | 100                |
| <b>Totales</b>                     | <b>660</b>        | <b>802</b>         |

En cuanto a los costos de operación anual de ambas alternativas, estos son los siguientes:

UM: Miles de Pesos

| <u>Costo de Operación</u>          | <u>Proyecto I</u> | <u>Proyecto II</u> |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Materias primas importadas         | 40,0              | 40,0               |
| Arancel sobre M. primas importadas | 4,0               | 4,0                |
| Fuerza de trabajo calificada       | 6,6               | 8,3                |
| Fuerza de trabajo no calificada    | 13,4              | 16,7               |
| Materias primas nacionales         | 50,0              | 60,0               |
| <b>Totales</b>                     | <b>114,0</b>      | <b>129,0</b>       |

- La realización de la inversión durará un año.
- La fuerza de trabajo calificada esta empleada totalmente.
- Los trabajadores no calificados están empleados productivamente en el país, 4,8 meses al año.
- La tasa de cambio oficial es de 10 pesos por dólar, aunque esta subvalorada siendo en realidad de 12 pesos por dólar.
- Los beneficios de la instalación de esta fábrica coinciden con los beneficios financieros, al ser esta producción relativamente pequeña en comparación a la producción nacional y no afectar los precios. Estos beneficios se expresan en los ingresos siguientes:

UM: Miles de Pesos

|                                                 | <u>Proyecto I</u> | <u>Proyecto II</u> |
|-------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Ingresos anuales por venta de calzado masculino | 75                | 100                |
| Ingresos anuales por venta de calzado femenino  | <u>125</u>        | <u>150</u>         |
| Total                                           | 200               | 250                |

- Tasa social de descuento 10 %.
- Vida útil del proyecto 10 años.

Se pide:

- 1.- Evaluar el proyecto según el método ABC, a precios de consumo.
- 2.- Evaluar el Proyecto según el método CIN.

### Solución según el método ABC

En el Cuadro 6.8 se ha calculado el costo de inversión a precios sociales el que asciende a 670 mil pesos en la Alternativa I y 580 mil pesos en la Alternativa II, mientras que estos valores a precios de mercado ascendían a 660 y 802 mil pesos respectivamente. Por tanto, al calcular el costo de inversión a precios sociales este se incrementa de 660 a 670 mil pesos en la alternativa I, y desciende de 802 a 580 mil en la alternativa II, esto significa que a precios de mercado la alternativa II tenía un costo de inversión mayor que la I y a precios sociales la alternativa II presenta ahora una situación inversa, pues su costo de inversión es inferior a la I.

El hecho de que, a precios sociales, la alternativa II tenga un costo de inversión inferior a la alternativa I, se explica porque esta última consume mucho más fuerza de trabajo cuyo costo real para la economía es inferior en término de precios sociales al calcularse éstos al costo de oportunidad, con un factor de conversión de 0,40 (4,8 meses / 12 meses = 0,40), por existir desempleo, mientras tiene un menor consumo de divisas, en que el precio social o precio sombra es superior (12 / 10 = 1,2).

CUADRO 9.8- FABRICA DE CALZADO, COSTO DE INVERSIÓN  
(a precios sociales)

| UM: Miles de Pesos              |               |                |
|---------------------------------|---------------|----------------|
| INVERSIÓN                       | Alternativa I | Alternativa II |
| Equipos importados              | 360           | 96             |
| Materias primas importadas      | 120           | 24             |
| Arancel sobre materias primas   | 0             | 0              |
| Fuerza de trabajo calificada    | 50            | 200            |
| Fuerza de trabajo no calificada | 40            | 160            |
| Materias primas nacionales      | 100           | 100            |
| <b>Totales</b>                  | <b>670</b>    | <b>580</b>     |

En cuanto a los costos de operación a precios sociales, estos se presentan en el Cuadro siguiente:

CUADRO 9.9- FÁBRICA DE CALZADO, COSTO DE OPERACIÓN  
(a precios sociales)

| UM: Miles de Pesos              |               |                |
|---------------------------------|---------------|----------------|
| COSTO DE OPERACIÓN ANUAL        | Alternativa I | Alternativa II |
| Materias primas importadas      | 48,0          | 48,0           |
| Arancel sobre materias primas   | 0,0           | 0,0            |
| Fuerza de trabajo calificada    | 6,6           | 8,3            |
| Fuerza de trabajo no calificada | 5,4           | 6,7            |
| Materias primas nacionales      | 50,0          | 60,0           |
| <b>Totales</b>                  | <b>110,0</b>  | <b>123,0</b>   |

Los flujos de caja serán constantes durante los 10 años de vida útil del proyecto, presentándose a continuación su valores para cada alternativa:

| UM: Miles de Pesos   |               |              |                |              |
|----------------------|---------------|--------------|----------------|--------------|
| Conceptos            | ALTERNATIVA I |              | ALTERNATIVA II |              |
|                      | Año 0         | Años 1 al 10 | Año 0          | Años 1 al 10 |
| Beneficios           |               | 200          |                | 250          |
| Costos               | - 670         | - 110        | - 580          | - 123        |
| <b>Flujo de Caja</b> | <b>- 670</b>  | <b>90</b>    | <b>- 580</b>   | <b>127</b>   |

#### Resultado Alternativa I

$$VANS = -I + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+k)^j} = -670 + \sum_{j=1}^{10} \frac{90}{(1+0,10)^j} = -116,99 \text{ miles de pesos}$$

$$TIRS = 5,8 \%$$



### Resultado Alternativa II

$$VANS = -I + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+k)^j} = -580 + \sum_{j=1}^{10} \frac{127}{(1+0,10)^j} = 200,36 \text{ miles de pesos}$$

$$TIRS = 17,5 \%$$

Por tanto, se selecciona la alternativa II al ofrecer un VANS de 200,36 miles de pesos y una TIRS del 17,5 %, superior a la tasa social de descuento del 10 %.

### Solución según el método CIN

#### a) Cálculo del VAAN (Rentabilidad financiera)

CUADRO 9.10- FABRICA DE CALZADO, VALOR AGREGADO NACIONAL NETO

UM: Miles de Pesos

|                              | <i>ALTERNATIVA I</i> |                     | <i>ALTERNATIVA II</i> |                     |
|------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|                              | <i>Año 0</i>         | <i>Años 1 al 10</i> | <i>Año 0</i>          | <i>Años 1 al 10</i> |
| Ingresos                     |                      | 200                 |                       | 250                 |
| Insumos materiales           |                      |                     |                       |                     |
| Inversiones                  | 660                  |                     | 802                   |                     |
| Importación                  | 410                  |                     | 102                   |                     |
| Producción nacional          | 250                  |                     | 700                   |                     |
| Materias primas y materiales |                      | 94                  |                       | 104                 |
| Importación                  |                      | 44                  |                       | 44                  |
| Producción nacional          |                      | 50                  |                       | 60                  |
| Valor Agregado Nacional Neto | -660                 | 106                 | -802                  | 146                 |
| Salarios                     |                      | 20                  |                       | 25                  |
| Excedente económico          |                      | 86                  |                       | 121                 |

De acuerdo a este flujo de caja el VAAN en miles de pesos a precios de mercado será:

|                                           | <i>Alternativa I</i> | <i>Alternativa II</i> |
|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Valor Agregado Nacional Neto Actualizado: | <b>-8,7</b>          | <b>95,1</b>           |
| Salarios actualizados:                    | <b>122,9</b>         | <b>153,6</b>          |
| Excedente económico actualizado:          | <b>-131,6</b>        | <b>-58,5</b>          |

## Pruebas de Eficiencia Absoluta

### Alternativa I

Primera Prueba:  $VAAN = -8,7 \Rightarrow VAAN < 0$ ,  $\therefore$  **No se cumple**

Segunda Prueba:  $E = VAAN - \sum_{j=1}^n S_j \geq 0$ , sin embargo,  $-8,7 - 122,9 = -131,6$   $\therefore$  **No se cumple**

### Alternativa II

Primera Prueba:  $VAAN = 95,1 \Rightarrow VAAN > 0$ ,  $\therefore$  **Se cumple**

Segunda Prueba:  $E = VAAN - \sum_{j=1}^n S_j \geq 0$ , sin embargo,  $95,1 - 153,6 = -58,5$   $\therefore$  **No se cumple**

Se concluye entonces que, según el VAAN a precios de mercado, ninguno de los dos proyectos es recomendable, al tener un excedente económico negativo.

### b) Cálculo del VAAN a precios ajustados

CUADRO 9.11- FABRICA DE CALZADO, VALOR AGREGADO NACIONAL NETO  
(a precios ajustados)

UM: Miles de Pesos

|                              | <i>ALTERNATIVA I</i> |                     | <i>ALTERNATIVA II</i> |                     |
|------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|                              | <i>Año 0</i>         | <i>Años 1 al 10</i> | <i>Año 0</i>          | <i>Años 1 al 10</i> |
| Ingresos                     |                      | 200                 |                       | 250                 |
| Insumos materiales           |                      |                     |                       |                     |
| Inversiones                  | 730                  |                     | 820                   |                     |
| Importación                  | 480                  |                     | 700                   |                     |
| Producción nacional          | 250                  |                     | 120                   |                     |
| Materias primas y materiales |                      | 98                  |                       | 108                 |
| Importación                  |                      | 48                  |                       | 48                  |
| Producción nacional          |                      | 50                  |                       | 60                  |
| Valor Agregado Nacional Neto | -730                 | 102                 | -820                  | 142                 |
| Salarios                     |                      | 20                  |                       | 25                  |
| Excedente económico          |                      | 82                  |                       | 117                 |

En cuanto al VAAN a precios ajustados será:

|                                           | <i>Alternativa I</i> | <i>Alternativa II</i> |
|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Valor Agregado Nacional Neto Actualizado: | <b>-103,3</b>        | <b>52,5</b>           |
| Salarios actualizados:                    | <b>122,9</b>         | <b>153,6</b>          |
| Excedente económico actualizado:          | <b>-226,2</b>        | <b>-101,1</b>         |

### Pruebas de Eficiencia Absoluta

#### Alternativa I

Primera Prueba:  $VAAN = -103,3 \Rightarrow VAAN < 0$ ,  $\therefore$  **No se cumple**

Segunda Prueba:  $E = VAAN - \sum_{j=1}^n S_j \geq 0$ , pero,  $-103,3 - 122,9 = -226,2$   $\therefore$  **No se cumple**

#### Alternativa II

Primera Prueba:  $VAAN = 52,5 \Rightarrow VAAN > 0$ ,  $\therefore$  **Se cumple**

Segunda Prueba  $E = VAAN - \sum_{j=1}^n S_j \geq 0$ , pero,  $52,5 - 153,6 = -101,1$   $\therefore$  **No se cumple**

Por tanto, el VAAN a precios ajustados también aconseja rechazar ambos proyectos, pues se acentúa el excedente económico negativo.

Como se comprueba, según el método ABC, se selecciona la alternativa II que permite obtener un VANS de 200,36 miles de pesos, mientras que el VANS de la alternativa I es negativo. Mientras que, según el método CIN, aunque también la alternativa II ofrece mejor resultado que la I, sin embargo, se rechazan ambos proyectos pues no se satisface la segunda prueba de eficiencia absoluta, esto significa que el ingreso producido por el proyecto no permite cubrir ni los salarios pagados.

### **3.2- Discusión de las diferencias existentes entre el ABC y el CIN**

Las principales diferencias entre el método ABC y el método CIN están relacionadas con dos aspectos fundamentales:

- Los principios en que se sustentan.
- La valoración de actividades que no se comercializan en el mercado.

Ambos parten de principios diferentes, pues mientras el CIN descansa en el sistema de valoración establecido en las estadísticas nacionales, el ABC lo hace en los costos de oportunidad. Esta diferencia en los principios que sustentan ambos criterios, condiciona la siguiente, es decir, la valoración de las diferentes actividades, donde mientras el CIN se

circunscribe solo a aquellas que puedan ser cuantificadas mediante los precios de mercado, el ABC incluye todo tipo de actividades, simulando mercados implícitos y mercados artificiales, en los que se valoran desde la belleza de un paisaje hasta la vida humana.<sup>60</sup>

Precisamente, a partir de estas diferencias, es que se desarrollan las principales críticas a ambos sistemas, así al CIN se le acusa de que no permite evaluar económicamente los bienes que no pueden ser cuantificados mediante los precios del mercado, lo que si puede hacer el ABC.

De otra parte, los críticos del ABC le señalan como una debilidad precisamente el carácter subjetivo de muchas de las valoraciones que realiza, al tratar de asignarle un valor de mercado a cualquier tipo de actividad aunque esta sea intangible.

En este contexto, resulta de utilidad presentar algunas de las principales ventajas que ONUDI-IDCAS le destaca al método CIN y que se pueden resumir en:

- Considera como criterio básico de evaluación el Ingreso Nacional mediante el VAAN.
- No sintetiza en un indicador único la evaluación de un proyecto desde el punto de vista nacional, sino que trabaja con un conjunto de otros criterios complementarios.
- Tiene un lazo directo con el sistema de contabilidad nacional, al derivar sus principales indicadores del incremento del ingreso nacional o del efecto del proyecto en la balanza de pagos.
- Parte esencialmente de los precios de mercado, considerando solo un mínimo de ajustes en casos justificados y mediante ajustes muy simples.

En nuestro criterio, precisamente en la desventaja que se la achaca al ABC, en cuanto a la valoración de actividades en la esfera no productiva y de naturaleza intangible, está su ventaja, pues éstas actividades demandan recursos sobre cuya utilización más acertada se requiere también criterios cuantitativos de valoración. Estos efectos se ponen cada vez más de manifiesto hoy en día, dado el impacto del desarrollo humano en el medio ambiente y la necesidad de evaluar económicamente los impactos ambientales.

No obstante, como se puso de manifiesto en el Estudio de Caso anterior, considero que la principal limitación del método ABC está en los principios que lo sustentan, pues, al valorar los recursos al costo de oportunidad, puede también subvalorar el impacto que éstos tienen sobre la economía, en particular, la fuerza de trabajo. En otras palabras, al valorar la fuerza de trabajo desempleada o parcialmente empleada a un costo inferior al de su precio de mercado, ignora que esta fuerza de trabajo demanda bienes y servicios por el monto de los salarios pagados, y no por el costo de oportunidad de lo que la misma dejó de producir al ser utilizada en el proyecto.

---

<sup>60</sup> Aunque se requiere precisar que estas actividades que no pueden ser cuantificadas mediante precios de mercado se incluyen en el método ABC, las mismas corresponden realmente a las llamadas metodologías alternativas de asignación de precios de cuenta, las que se distinguen del ABC tradicional que se refiere a bienes y servicios con mercados definidos.

Al demandarse bienes y servicios por valores superiores a los producidos, y para cuya oferta se requiere no solo de producción nacional; sino también de importaciones, el impacto de esta situación para la economía nacional es obvio, al constituir una fuente de inflación y de deterioro de la balanza de pagos del país, precisamente dos de los principales males que aquejan a las economías subdesarrolladas.

En este contexto, y en virtud de las políticas promovidas por Instituciones Financieras Internacionales para el uso del ABC, es posible que aquí radique una razón adicional en que se sustentan los procesos inflacionarios y el creciente déficit de la balanza de pagos en las economías subdesarrolladas.

En conclusión, se evidencia las ventajas del método CIN para la evaluación de las actividades productivas y, en general, aquellas en que puede ser cuantificado su impacto en el ingreso nacional a partir de los precios de mercado, situación que en nuestro criterio y como se evidenció en el Estudio de Caso ambos métodos son excluyentes. Sin embargo, para otros tipos de actividades estos métodos pueden ser complementarios, requiriéndose del ABC<sup>61</sup> cuando sea preciso utilizar mercados implícitos o mercados artificiales, aunque prestando especial atención a los criterios de valoración de la fuerza de trabajo en que puede ser muy peligrosa su valoración al costo de oportunidad, salvo que este sea un objetivo explícito de la política económica de un país o una región en particular.

#### **4. PROBLEMAS**

1.- Una Empresa construyó un Restaurante cerca de la feria de Exposiciones “El Futuro” con un costo de 1 millón de US dólares. Esta instalación trabajó solo 6 meses al no ser rentable. En la actualidad lleva 1 año cerrado y la Empresa aún debe 200 mil US dólares, del crédito obtenido para construir el mismo, los que debe pagar en los próximos 4 años.

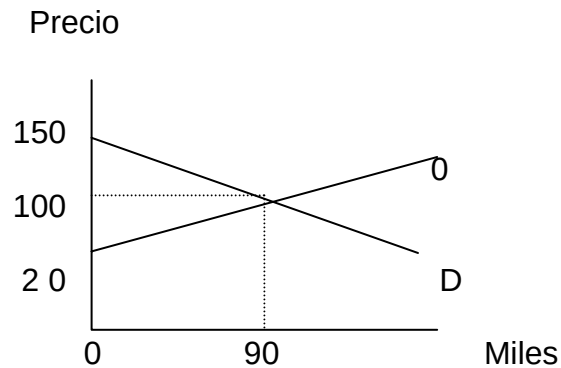
En un terreno cercano al Restaurante se proyecta un área de desarrollo turístico, que justificaría considerar la reapertura del Restaurante, para lo cual se debe reinvertir 250 mil US dólares y se obtendrían ingresos netos por 150 mil US dólares anuales durante los próximos 4 años. Considere una tasa de descuento del 10% y un valor residual igual 0.

- a) Se le pide realizar la evaluación privada y social del proyecto.
- b) Cual sería su recomendación si el restaurante pudiera venderse por 500 mil dólares
- c) Cual sería su recomendación si el gobierno municipal dona todos los años 100 mil dólares de los 150 mil dólares de ingreso neto.

2.- El hotel Melia-Cohiba de Ciudad de la Habana, tiene un nivel de servicio que asciende a 90 mil noches habitación a un precio de 100 US dólares la noche y el siguiente comportamiento de las curvas de oferta y de demanda:

---

<sup>61</sup> En lo referido a metodologías alternativas de asignación de precios de cuenta (precios hedónicos, valoración contingente, etcétera).



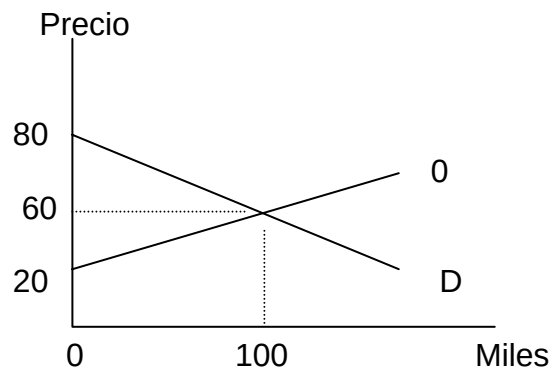
El INTUR decide construir el Hotel Caribe en esta zona de la ciudad de la misma categoría (5\*) y una capacidad de 30 mil noches habitación.

Determine:

- Excedente del consumidor en el Hotel Melia-Cohiba
- Excedente del Productor en el Hotel Melia-Cohiba
- Valor de los beneficios brutos sociales ( ingresos sociales ) del Hotel Caribe
- Precio Social por habitación ( Precio Sombra ) del Hotel Caribe

3.-El mercado de los fertilizantes compuestos esta descrito por las curvas de oferta y demanda expuestas a continuación. El desarrollo de un importante proyecto en la agricultura de la región eleva la demanda en 50 mil TM.

¿ Cual será el precio social del fertilizante adicional ?



4.- Si en el Caso Hotel Caribe existiera un impuesto sobre ventas del 25 %. Determine:

- a) Valor de los beneficios brutos sociales (ingresos sociales) del Hotel Caribe
- b) Precio Social por habitación (Precio Sombra) del Hotel Caribe

5.- Evaluar el Caso Proyecto de Fertilizantes de existir un impuesto de ventas sobre el precio de producción del 25 %. A tal efecto se le pide:

- a) Costo Social del incremento de la demanda de fertilizantes
- b) ¿Cuál será el precio social del fertilizante demandado por el proyecto?
- c) ¿Cuál será el precio promedio del mercado para el fertilizante demandado por el proyecto?
- ¿Cuál será el precio a que se paga el fertilizante demandado por el proyecto?

6.- Considere un proyecto en que la elasticidad de la oferta es 0 para el producto Y el precio del productor (costo) es \$ 10 pesos y hay un subsidio por ser un producto básico de \$2. Si en estas condiciones se ejecuta un proyecto con una producción de 1000 unidades y que implica disminuir el precio en \$2. Cual será el valor social de su producción?

7.- Determine el valor social y privado de la producción de un proyecto dirigido a la sustitución de importaciones que producirá 100 unidades del bien “x” anualmente. Las importaciones de este producto están gravadas con un arancel del 20% sobre su precio CIF. El precio del bien al consumidor es de 12 pesos y la tasa de cambio del mercado es de 5 pesos por dólar. Antes del proyecto no existía producción nacional del bien.

8.- La papa es un producto exportable, su precio es de 100 pesos por TM. Si existe un impuesto del 20 pesos por TM sobre las exportaciones y la tasa de cambio es de 5 pesos por dólar. Determine el precio internacional (en pesos y en dólares) y cual sería el valor de la producción para una exportación de 200 TM.

9.- Si la función de demanda de un bien es  $D = 5000 - P^d$ . El precio de importación CIF es 50 pesos. No existe producción nacional y además hay un subsidio a la importación del 20% sobre dicho precio (CIF).

- a) Cuál será el valor de las importaciones si se realiza un proyecto que producirá 100 unidades?
- b) Cuál sería el valor de la producción del proyecto y su precio social?
- c) Cuánto beneficio recibirá el país si se recibe una donación de 200 unidades. Cual sería el valor de las importaciones en esta nueva situación?

10.- Evalúe la inversión en una fábrica de caramelos. A Tal efecto se requiere importar los equipos, los que costarán 7000 US dólares. Para financiar esta inversión se obtiene un préstamo del banco por dicho importe, a pagar en 4 años, sin periodo de gracia y con un interés del 10%.

Existe un impuesto a la importación de maquinarias y equipos del 10%.

La tasa de cambio oficial es de 5 pesos por dólar, la tasa de cambio social es de 6 pesos por dólar, la tasa social de descuento es del 9 %, y la tasa de descuento privada es del 8%.

Considere la producción del proyecto en los próximos 4 años, con Flujos de Caja constantes de 11000 pesos (sin considerar el pago del crédito).

- a) Sería conveniente el proyecto desde el punto de vista de la evaluación financiera?
- b) Lo sería en su evaluación social?
- c) Sería conveniente si el crédito se obtiene mediante financiamiento internacional?

11.- Ud. trabaja en la Empresa del Azúcar y se le pide que evalúe un proyecto para la instalación de una planta de Levadura Torula a partir de miel final de caña, tanto desde el punto de vista financiero como social.

Al respecto dispone de la información siguiente:

El proyecto se destinará tanto al consumo nacional como a la exportación, exportándose en la actualidad 1000 TM y consumiéndose 4000 TM. El precio de exportación (FOB) es de 200 pesos.

El proyecto producirá 500 TM anuales, las que se destinarán al mercado interno.

Los efluentes (aguas residuales) en este tipo de producción causan una afectación al medio ambiente estimada en 20 pesos por TM de producción de levadura.

El proyecto requerirá importar maquinarias y equipos por un valor de 60 mil US dólares y tendrá además un componente del 40% del costo total de inversión, por concepto de equipos nacionales, así como construcción y montaje.

La miel final es un producto exportable con un precio de 30 US dólares por TM. Se consumen 4 TM de miel por TM de levadura.

Los insumos nacionales tiene un valor de 25 mil pesos anuales y los importados ascienden a 30 mil pesos.

Las tarifas aduaneras existentes contemplan un subsidio a la exportación del 20% en esta actividad y un impuesto del 10% a los insumos importados, así como un subsidio del 10% a la importación de bienes de capital.

Los costos de salarios ascienden a 40 mil pesos anuales, de éstos 20 mil pesos corresponden a fuerza de trabajo no calificada, que trabajaba como promedio 6 meses al año, en que producían bienes por 15 mil pesos.

La tecnología de la nueva fábrica permite reducir la agresividad de las aguas residuales a una afectación de 10 pesos por TM de levadura. Un equipo de tratamiento de estas aguas residuales, que harían estas útiles para la agricultura costaría 6000 pesos y brindaría beneficios por un valor total de 2000 pesos.

Evalúe el proyecto a partir del VAN y el VANS considerando que durará 5 años, valor residual es igual a 0, tasa privada de descuento 12 %, tasa social de descuento 15 %, tasa de cambio oficial 5 pesos por dólar, tasa de cambio social 7 pesos por dólar.

12.- Existen dos alternativas para la construcción de una escuela vocacional, cuyo costo de ampliación y modernización a precios de mercado es:



### Costo de Inversión

Unidad de Medida: Mil Pesos

|                                    | Proyecto I | Proyecto II |
|------------------------------------|------------|-------------|
| Equipos Importados                 | 320        | 100         |
| Materias Primas Importadas         | 120        | 30          |
| Arancel sobre M. Primas Importadas | 12         | 3           |
| Salarios                           | 150        | 600         |
| Materias Primas Nacionales         | 100        | 100         |
| <b>Totales</b>                     | <b>702</b> | <b>833</b>  |

La realización de la inversión durará un año.

Los trabajadores empleados en la construcción de la escuela estaban empleados productivamente 7 meses al año.

La tasa de cambio oficial es de 10 pesos por dólar, aunque esta subvalorada siendo en realidad de 12 pesos por dólar.

En cuanto a los costos de operación anual de ambas alternativas, estos son los siguientes:

### Costo de Operación Anual

Unidad de Medida: Mil Pesos

|                                    | Proyecto I | Proyecto II |
|------------------------------------|------------|-------------|
| Materias Primas Importadas         | 50         | 50          |
| Arancel sobre M. Primas Importadas | 5          | 5           |
| Salarios                           | 20         | 25          |
| Materias Primas Nacionales         | 45         | 55          |
| <b>Totales</b>                     | <b>120</b> | <b>135</b>  |

La ampliación y modernización de la escuela vocacional se expresa en los índices siguientes:

### Beneficios

Unidad de Medida: Miles de Pesos

|                                                 | Proyecto I | Proyecto II |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|
| Número de graduados antes de la ampliación      | 120        | 120         |
| Incremento en el número de graduados            | 80         | 80          |
| Reducción en el costo anual por graduado        | 800        | 909.1       |
| Incremento en el salario anual de los egresados | 500        | 500         |
| Tiempo de preparación de un técnico medio(años) | 3          | 3           |

Tasa social de descuento 10%.  
Vida útil del proyecto 15 años

Se pide:

Evaluar el proyecto según método ABC, a precios de consumo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, Lee G. and Russell F. Settle: *Benefit-Cost Analysis: A practical guide*, Lexington Books. Toronto, Canadá, 1977.
- Andrade Espinoza, Simón: *Evaluación de proyectos*, Quinta edición, Editorial Lucero, Lima, Perú, 1989.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID): Primer curso intensivo de postgrado en preparación y evaluación de proyectos en el contexto del sistema nacional de inversiones públicas de Bolivia, tomo IV, La Paz, Bolivia, 1990.
- Bierman, Harold Jr. and Seymour Smidt: *The capital budgeting decision. Economic analysis of investment projects*, Séptima edición, Macmillan Publishing Company, New York, United States, 1988.
- Bojö, Jan, Karl Göran-Mäler and Lena Unemo: *Environment and development: An economic approach*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1990.
- Brealey, Richard A. y Stewart C. Myers: *Fundamentos de financiación empresarial*, Cuarta edición, McGraw- Hill, Madrid, España, 1993.
- Bueno Campos, Eduardo, Ignacio Cruz Roche y Juan José Durán Herrera: *Economía de la empresa. Análisis de las decisiones empresariales*, Ediciones Pirámide, Duodécima edición, Madrid, 1989.
- Carbajal D'Angelo, Fernando: *Elementos de proyectos de inversión*, volumen 3, Lima, Perú, 1980.
- Castro Rodríguez, Raúl y Karen Marie Mokate: *Evaluación económica de proyectos de inversión*, Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá, Colombia, 1994.
- Durán Herrera, Juan José: *Economía y dirección financiera de la empresa*, Ediciones Pirámide, Madrid, 1992.
- Eckstein, O.: *Water Resources Development*, Harvard UP, 1958.
- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR): *Resolución Ministerial No. 1484*, Bolivia, 1998.
- Fontaine, Ernesto R.: *Evaluación social de proyectos*, 12ª edición, Editorial Alfomega, Santafé de Bogotá, Colombia, 1999.

- Fred Weston, J. y Eugene F. Brigham: *Fundamentos de administración financiera*, Décima edición, 1992.
- Gómez Calvet, A.R.: “La inversión en la empresa”, en *Dirección financiera de la empresa*, Universidad de Valencia, Ediciones Pirámide, Madrid, 1991.
- González Jordán, Benjamín: *Las bases de las finanzas empresariales*, Editorial Academia, La Habana, 2001.
- Harberger, A. C.: *Evaluación de Proyectos*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1973.
- y D. Wisecarver: *Private and social rate of return to capital in Uruguay*, Economic Development and Cultural Change, 1977.
- Hay, D. A. and Morris, D. J.: *Industrial economics theory and evidence*, University Press, Oxford, 1979.
- Hidalgo, Alberto Miguel: “Las decisiones de inversión, financiación y dividendos en la empresa” en *Economía de la empresa: Inversión y financiación*, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Santiago de Compostela, España, Curso 1994-1995.
- Jenkins, Glenn P. y Arnol C. Harberger: *Manual de análisis de costo- beneficio de las decisiones de inversión*, Harvard Institute for International Development, United States, 1999.
- J.J. Lambin: *La gestión de marketing de las empresas*, ICE, Madrid, 1981
- Krutilla, J. and O. Eckstein: *Multiple purpose river development: Resources for the future*, Jhon Hophins UP, 1958.
- Little, I. y J. Mirrless: *Estudio Social del Costo-Beneficio en la industria de países en desarrollo*, México, 1973.
- Mckean, R.: *Efficiency in government through system analysis*, 1958.
- Mokate, Karen Marie: *Evaluación financiera de proyectos de inversión*, Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1994.
- Murray y R Spiegel: *Teoría y Problemas de Estadística*, Instituto del Libro, La Habana, 1971.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU): *Manual de Proyectos de Desarrollo Económico*, 1958.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Instituto para el Desarrollo Industrial de los Países Árabes (IDCAS): *Manual for Evaluation of Industrial Projects*, New York, 1980.

ONUDI: *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*, Viena, Austria, 1987.

-----: *Pautas para la Evaluación de Proyectos*, Nueva York, 1972.

Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): *Guía para la capacitación en la formulación de proyectos de inversión agrícola y rural, Fase 4*, Roma, 1988.

Palepu, Krishna G., Victor L. Bernard, and Paul M. Healy: *Business analysis & valuation. Using financial statements, Text & Cases*, South Western College Publishing, 1996.

P. Kotler y S. J. Levy: Broadening the concept of marketing, *Journal of Marketing*, 1969

Romero, Guido: Evaluación económica y social de la Tercera Etapa del proyecto múltiple "San Jacinto", Tesis de Maestría, Tarija, Bolivia, 1998.

Rodríguez Mesa, Gonzalo María: Metodología para el Estudio del Mercado Externo de Productos Intermedios, UH. 1973.

Rodríguez Mesa, Gonzalo María: Laboratorio de Evaluación de Proyectos, Colectivo de Autores, Empes, Ministerio de Educación Superior, 1990.

Gonzalo M. Rodríguez Mesa:- Consideraciones sobre la determinación del tamaño óptimo de fábricas, *Revista Economía y Desarrollo* No. 71, Pág.108-128, Cuba, Noviembre – Diciembre de 1982.

Sanín, Héctor: *Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social*, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), LC/IP/L.114, Santiago de Chile, 1995.

Sapag Chain, Nassir y Reinaldo Sapag Chain: *Preparación y evaluación de proyectos*, Cuarta edición, McGraw- Hill, Chile, 2000.

Sirken, Irvin A., Instituto de Desarrollo Económico, Banco Mundial, 1979.

Suárez Suárez, Andrés: *Decisiones optimas de inversión y financiación en la empresa*, Octava edición, Pirámide, Madrid, España, 1991.

Stanley Fischer, Rudiger Dornbush, Richard Schnalensee: *Economía*, Segunda Edición, México, 1990

Villena, Esteban: Evaluación social del estudio de saneamiento ambiental del río Guadalquivir, Proyecto de Tesis de Maestría (inédito), Tarija, Bolivia, 2002.

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 1.1. Fases y etapas para la evaluación de proyectos de inversión /                                               | 11  |
| Cuadro 1.2. Contenido de las etapas de preinversión /                                                                   | 12  |
| Cuadro 3.1- Costo de inversión para diferentes variantes de tamaño /                                                    | 97  |
| Cuadro 3.2- Cálculo del costo de transporte /                                                                           | 98  |
| Cuadro 3.3- Tamaño óptimo a partir del costo unitario mínimo /                                                          | 98  |
| Cuadro 3.4- Cálculo del tamaño óptimo con demanda creciente /                                                           | 104 |
| Cuadro 3.5- Producción a obtener durante la vida útil para cada variante de tamaño /                                    | 107 |
| Cuadro 3.6- Tamaño óptimo según el costo mínimo promedio de toda la vida útil de la planta /                            | 108 |
| Cuadro 3.7- Costos de fabricación y administración durante la vida útil para las diferentes variantes de tamaño /       | 111 |
| Cuadro 3.8- Costos de transporte durante la vida útil para las diferentes variantes de tamaño /                         | 111 |
| Cuadro 3.9- Costos de operación durante la vida útil para las diferentes variantes de tamaño /                          | 112 |
| Cuadro 3.10- Costos de operación actualizados incurridos durante la vida útil para las diferentes variantes de tamaño / | 113 |
| Cuadro 3.11- Tamaño óptimo a partir del costo actualizado unitario mínimo /                                             | 113 |
| Cuadro 3.12- estudio de caso planta procesadora de frijol de soja, variantes de capacidades de producción a instalar /  | 115 |
| Cuadro 4.1. Factores económicos presentes en el cálculo del VAN /                                                       | 124 |
| Cuadro 4.2. Estudio de Caso: Cooperativa “El Guarapo” (solución sin proyecto) /                                         | 135 |
| Cuadro 4.3. Estudio de Caso: Cooperativa “El Guarapo” (solución con proyecto) /                                         | 136 |
| Cuadro 4.4. Estudio de Caso: Cooperativa “El Guarapo”. Cálculo del Van /                                                | 137 |
| Cuadro 4.5. Estudio de Caso: Cooperativa “El Guarapo”. Flujos de caja incrementales /                                   | 138 |
| Cuadro 4.6. Factores económicos presentes en el cálculo de la TIR /                                                     | 143 |
| Cuadro 5.1.- Estructura financiera /                                                                                    | 163 |
| Cuadro 5.2.- Costo de comprar los equipos /                                                                             | 184 |
| Cuadro 5.3.- Costo del arrendamiento /                                                                                  | 185 |
| Cuadro 5.4.- Costo de comprar los equipos, leasing de mantenimiento /                                                   | 185 |
| Cuadro 5.5.- Costo de arrendar equipos, leasing de mantenimiento /                                                      | 186 |
| Cuadro 5.6.- Cálculo del VAN y la TIR financiación con crédito /                                                        | 188 |
| Cuadro 5.7.- Cálculo del VAN y la TIR considerando arrendamiento /                                                      | 189 |
| Cuadro 5.8.- Cálculo del VAN y la TIR caso básico /                                                                     | 189 |
| Cuadro 5.9.- Valor actual de los ahorros fiscales /                                                                     | 190 |
| Cuadro 5.10.-Cálculo del costo del arrendamiento /                                                                      | 190 |
| Cuadro 5.11.-Cálculo del costo de la compra mediante crédito /                                                          | 190 |
| Cuadro 5.12.-Cálculo del VAN y la TIR al costo promedio ponderado /                                                     | 191 |
| Cuadro 6.1. Programa de producción /                                                                                    | 205 |
| Cuadro 6.2. Ingresos /                                                                                                  | 206 |
| Cuadro 6.3. Costos de operación /                                                                                       | 207 |
| Cuadro 6.4. Depreciación /                                                                                              | 208 |
| Cuadro 6.5. Costos de explotación /                                                                                     | 209 |

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 6.6. Cálculo del capital de trabajo /                                          | 210 |
| Cuadro 6.7. Inversión fija /                                                          | 211 |
| Cuadro 6.8. Inversión, capital social y financiamiento /                              | 212 |
| Cuadro 6.9. Pago del crédito y los intereses /                                        | 212 |
| Cuadro 6.10. Costo de producción total /                                              | 213 |
| Cuadro 6.11. Utilidades netas /                                                       | 213 |
| Cuadro 6.12. Cobros por ventas y pagos por gastos de operación /                      | 215 |
| Cuadro 6.13. Cálculo del flujo de caja y del VAN y la TIR /                           | 216 |
| Cuadro 6.14. Período de recuperación /                                                | 217 |
| Cuadro 6.14. Período de recuperación de la inversión a Valores Descontados /          | 218 |
| Cuadro 6.15. Costo de producción total /                                              | 219 |
| Cuadro 6.16. Utilidades netas /                                                       | 219 |
| Cuadro 6.17. Cálculo del flujo de caja y del VAN y la TIR /                           | 220 |
| Cuadro 6.18. Cálculo del VANA /                                                       | 221 |
| Cuadro 7.1. Flujo de caja anual equivalente, planta procesadora de frijol de soja /   | 250 |
| Cuadro 7.2. Análisis de sensibilidad /                                                | 252 |
| Cuadro 7.3. Valores críticos que hacen el VAN = 0 /                                   | 253 |
| Cuadro 8.1. Información financiera básica /                                           | 295 |
| Cuadro 8.2. Información básica para el análisis del valor agregado /                  | 296 |
| Cuadro 8.3. Cálculo del VAAN (rentabilidad financiera) /                              | 297 |
| Cuadro 8.4. Cálculo del VAAN (a precios ajustados) /                                  | 301 |
| Cuadro 8.5. Valor Agregado Actualizado Neto (efectos directos e indirectos) /         | 306 |
| Cuadro 8.6. Oportunidades totales de nuevos empleos /                                 | 309 |
| Cuadro 8.7. Distribución de los beneficios netos por grupos sociales /                | 311 |
| Cuadro 8.8. Distribución del valor agregado interno /                                 | 313 |
| Cuadro 8.9. Distribución de los beneficios para la región /                           | 314 |
| Cuadro 8.10. Ingreso neto en divisas /                                                | 315 |
| Cuadro 8.11. Ingreso neto en divisas por exportaciones /                              | 317 |
| Cuadro 8.12. Insumo de recursos nacionales /                                          | 318 |
| Cuadro 8.13. Análisis de las diferencias entre variantes /                            | 320 |
| Cuadro 8.14. Diferencias entre variantes (repatriación 50 % utilidades) /             | 324 |
| Cuadro 9.1. Factores de conversión a precios sociales /                               | 349 |
| Cuadro 9.2. Fábrica de azúcar refino (valoración a precios sociales) /                | 351 |
| Cuadro 9.3. Costo social de inversión: Presa Escambray /                              | 356 |
| Cuadro 9.4. Costo social de operación anual: Presa Escambray /                        | 356 |
| Cuadro 9.5. Resumen de beneficios y costos sociales anuales: Presa Escambray /        | 359 |
| Cuadro 9.6. Costos de inversión mediante el método LMST /                             | 364 |
| Cuadro 9.7. Costos de operación mediante el método LMST /                             | 364 |
| Cuadro 9.8. Fábrica de calzado, costo de inversión (a precios sociales) /             | 368 |
| Cuadro 9.9. Fábrica de calzado, costo de operación (a precios sociales) /             | 368 |
| Cuadro 9.10. Fábrica de calzado, Valor Agregado Nacional Neto /                       | 369 |
| Cuadro 9.11. Fábrica de calzado, Valor Agregado Nacional Neto (a precios ajustados) / | 370 |



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Interacción de las decisiones financieras / 5
- Gráfico 2. Lógica del proceso inversor / 6
- Gráfico 3. Problema fundamental de las decisiones financieras / 7
- Gráfico 4. Costos totales de producción y servicios / 19
- Gráfico 5. Curva de aprovechamiento de la capacidad / 20
- Gráfico 6. Curvas de oferta y demanda, precio de equilibrio / 22
- Gráfico 7. Demanda en función del precio y demanda en función del ingreso /37
- Gráfico no.8. Modelo de tamaño óptimo / 96
- Gráfico 9. Tamaño óptimo con demanda creciente /101
- Gráfico 10. Estructura financiera y costo de capital. Tesis tradicional / 171
- Gráfico 11. Estructura financiera y valor de la empresa. Tesis tradicional / 172
- Gráfico 12. Estructura financiera y valor de la empresa. Tesis original de Modigliani y Millar / 173
- Gráfico 13. Estructura financiera y costo de capital.- Tesis original de Modigliani y Miller/ 174
- Gráfico 14. Estructura financiera y valor de la empresa.- Modigliani y Miller después de las correcciones / 176
- Gráfico 15. Esquema lógico para la organización de la información / 202
- Gráfico 16. Estructura del costo / 208
- Gráfico 17. Utilidades netas / 213
- Gráfico 18. Comportamiento del VAN / 215
- Gráfico 19. Umbral de rentabilidad / 245
- Gráfico 20. Umbral de rentabilidad (contable) / 247
- Gráfico 21. Umbral de rentabilidad (económico) / 250
- Gráfico 22. Valor de la producción / 287

## RESPUESTAS

### CAPÍTULO 2

#### 1.- Proyección de la demanda de cemento

| Unidad de Medida: Mil TM |          |
|--------------------------|----------|
| Años                     | Cantidad |
| 2006                     | 735      |
| 2007                     | 772      |
| 2008                     | 810      |
| 2009                     | 851      |
| 2010                     | 893      |
| 2011                     | 938      |
| 2012                     | 985      |
| 2013                     | 1034     |
| 2014                     | 1086     |
| 2015                     | 1140     |
| 2016                     | 1197     |
| 2017                     | 1257     |
| 2018                     | 1320     |
| 2019                     | 1386     |
| 2020                     | 1455     |

#### 2.- a) Tasa de crecimiento promedio anual 5%

#### b) Pronóstico de la demanda de harina de soja

| Años | Mil Toneladas |
|------|---------------|
| 2003 | 25            |
| 2004 | 26            |
| 2005 | 28            |
| 2006 | 29            |
| 2007 | 30            |
| 2008 | 32            |
| 2009 | 34            |
| 2010 | 35            |
| 2011 | 37            |
| 2012 | 39            |
| 2013 | 41            |
| 2014 | 43            |

c) No se justifica, al no suceder en el futuro lo que sucedió en el pasado, pues surgen nuevos consumidores y varían los coeficientes tecnológicos de insumo.

3.- Proyección de la Demanda de Aditivos, en que ambos métodos dan un resultado similar

| Unidad de Medida: Mil TM |                                   |                                      |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Años                     | Demanda según<br>Media Geométrica | Demanda según<br>Tendencia histórica |
| 2002                     | 824                               | 822                                  |
| 2003                     | 849                               | 845                                  |
| 2004                     | 874                               | 868                                  |
| 2005                     | 900                               | 890                                  |
| 2006                     | 927                               | 913                                  |
| 2007                     | 955                               | 958                                  |
| 2008                     | 984                               | 981                                  |
| 2009                     | 1013                              | 1003                                 |

4.- Hotel los Cayos, demanda total y según cuota de mercado de turistas días

| Demanda Total de Turistas Días |           |           |         | Demanda según Cuota de Mercado |           |        |
|--------------------------------|-----------|-----------|---------|--------------------------------|-----------|--------|
|                                | Temporada | Temporada |         | Temporada                      | Temporada |        |
| Años                           | Alta      | Baja      | Total   | Alta                           | Baja      | Total  |
| 2                              | 209952    | 38938     | 248890  | 209952                         | 38938     | 248890 |
| 3                              | 226748    | 40495     | 267243  | 226748                         | 40495     | 267243 |
| 4                              | 244888    | 42115     | 287003  | 244888                         | 42115     | 287003 |
| 5                              | 264479    | 43800     | 308279  | 259189                         | 42924     | 302113 |
| 10                             | 518142    | 71052     | 589194  | 362699                         | 49736     | 412436 |
| 15                             | 761321    | 86445     | 847766  | 433953                         | 49274     | 483227 |
| 20                             | 1273523   | 151555    | 1425078 | 496674                         | 59106     | 555781 |
| 25                             | 1704262   | 212564    | 1916825 | 477193                         | 59518     | 536711 |
| 26                             | 1806517   | 227443    | 2033960 | 469694                         | 59135     | 528830 |

5.- Hotel Cayo Flamenco, demanda total y según cuota de mercado de turistas días

|      | Demanda Total de Turistas Días |                |         | Demanda según Cuota de Mercado |                |        | % de      |
|------|--------------------------------|----------------|---------|--------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Años | Temporada Alta                 | Temporada Baja | Total   | Temporada Alta                 | Temporada Baja | Total  | Ocupación |
| 2    | 251942                         | 66194          | 318136  | 125971                         | 33097          | 159068 | 74%       |
| 3    | 272098                         | 68842          | 340939  | 136049                         | 34421          | 170470 | 75%       |
| 4    | 293866                         | 71595          | 365461  | 146933                         | 35798          | 182730 | 76%       |
| 5    | 317375                         | 74459          | 391834  | 152340                         | 35740          | 188080 | 76%       |
| 10   | 621770                         | 120788         | 742558  | 211402                         | 41068          | 252470 | 80%       |
| 15   | 1040086                        | 211764         | 1251850 | 244420                         | 49765          | 294185 | 80%       |
| 16   | 1102491                        | 226588         | 1329079 | 118518                         | 24358          | 142876 | 80%       |

### CAPÍTULO 3

1.- a) Tamaño óptimo según modelo del costo actualizado unitario mínimo, 1millón de toneladas, según modelo de tamaño óptimo con demanda creciente 964 mil toneladas b) 1 millón de toneladas c) Aprovechamiento de la capacidad:

| Años | %    |
|------|------|
| 2006 | 74%  |
| 2007 | 77%  |
| 2008 | 81%  |
| 2009 | 85%  |
| 2010 | 89%  |
| 2011 | 94%  |
| 2012 | 98%  |
| 2013 | 100% |
| 2014 | 100% |
| 2015 | 100% |
| 2016 | 100% |
| 2017 | 100% |
| 2018 | 100% |
| 2019 | 100% |

2.- a) Tamaño óptimo, según modelo de tamaño óptimo con demanda creciente 38,9 mil toneladas b) 40 mil toneladas c) Aprovechamiento de la capacidad:

| Años | %    |
|------|------|
| 2005 | 79%  |
| 2006 | 83%  |
| 2007 | 87%  |
| 2008 | 92%  |
| 2009 | 96%  |
| 2010 | 100% |
| 2011 | 100% |
| 2012 | 100% |
| 2013 | 100% |
| 2014 | 100% |

3.- a) Tamaño óptimo, según modelo de tamaño óptimo con demanda creciente 882 mil toneladas b) 1 millón de toneladas c) Aprovechamiento de la capacidad:

| Años | %    |
|------|------|
| 1    | 82%  |
| 2    | 85%  |
| 3    | 87%  |
| 4    | 90%  |
| 5    | 93%  |
| 6    | 96%  |
| 7    | 98%  |
| 8    | 100% |

4.- a) Tamaño óptimo, según modelo del costo actualizado unitario mínimo, 300 habitaciones b) Tamaño a seleccionar 300 habitaciones c) Aprovechamiento de la capacidad:

| Años     | %    |
|----------|------|
| 2        | 0,74 |
| 3        | 0,75 |
| 4 al 5   | 0,76 |
| 6 al 15  | 0,80 |
| 16 al 26 | 0,80 |

5.- Umbral de rentabilidad contable 48%; Umbral de rentabilidad económico 71% , ambos inferiores al nivel mínimo de aprovechamiento de la capacidad del 74%.

#### CAPÍTULO 4

1.- a)  $VAN = 67,3$ ;  $TIR = 44,4\%$ ;  $PR = 1,8$  años b) Mejor la propuesta española pues  $VAN_T < VAN_X$ ;  $TIR_T < TIR_X$  y  $k < r$

2.- a)  $VAN = 69500$ ; b)  $VAN$  año 3 = 976,4 miles de pesos.

3.-  $VAN = 40,15$ ;  $TIR = 20\% > 10\%$   $\therefore$  el proyecto es rentable.

4.- a)  $VAN = 236$ ;  $TIR = 15,8\%$ ;  $PR = 3,36$  años; b) más conveniente Tecnológica S.A. de Suecia, pues significa un ahorro de 1000 dólares.

5.- a)  $TIR = 8\% < 12\%$ , no es conveniente ; b) Valor del proyecto año 5 = – 537,5 miles de pesos.

6.- a) 8387 dólares; b) No sería conveniente. Es conveniente a partir de un precio de 7387 dólares.

7.- 773,1 dólares.

8.- a) 2712 miles de dólares, TIR 14%; b) Precio máximo 5844 miles de dólares, precio mínimo 420 mil dólares.

9.- El equipo italiano, al tener un costo anual equivalente de 17,95 miles de pesos en comparación con 27,36 miles de pesos el español.

10.- a) Es conveniente al ofrecer los resultados siguientes: VAN =127,94 miles de pesos, TIR 61% ; PR = 1,5 años.

11.- Es conveniente, aunque de no muy alta rentabilidad al ofrecer los resultados siguientes: VAN = 360,41 miles de pesos, TIR 12% > 9% ; PR = 4,35 años.

12.- a)  $VAN_A = 1,29$  millones,  $VAN_B = 1,58$  millones,  $TIR_A = 29\%$ ,  $TIR_B = 20\%$ ; Seleccionaría el proyecto B pues  $RVAN_A = 0,52 > RVAN_B = 0,26$

13.- Es conveniente al ofrecer los resultados siguientes: VAN = 2226 miles de pesos, TIR 29%

## **CAPÍTULO 5**

1.- a) Superior el arrendamiento al permitir un ahorro de 1723 miles de dólares b) Sigue siendo superior el arrendamiento en 1448 miles de dólares.

2.- a) 17,12% y 17,51%; b) Se seleccionarían los proyectos A y B, pues la rentabilidad del C = 15% y el D = 14%  $\therefore$  inferiores al costo promedio del capital para cualquier nivel de endeudamiento c) Se requiere aumentar el capital propio, reteniendo utilidades o emitiendo acciones por 155 mil dólares.

3.- 9,84%

4) Se seleccionarían los proyectos A, B y C, pues el costo promedio ponderado del capital es de 13,67%, 13,94% y 14,72 para los diferentes intervalos de financiamiento. Se rechazaría el proyecto D pues los proyectos A, B y C requieren 4,5 millones de dólares y para niveles de financiamiento mayores a 2,5 millones de dólares el costo promedio ponderado del capital es 14,72%.

5.- a) Rentabilidad esperada 21% b) Rentabilidad esperada al 15% de endeudamiento 23,5%, Rentabilidad esperada al 30% de endeudamiento 26,4%, Rentabilidad esperada al 45% de endeudamiento 30,2%, Rentabilidad esperada al 60% de endeudamiento 33,6%.

6.- a) Rentabilidad esperada = 32,5% si el financiamiento es con recursos propios y 54,6% y hay un 50% de endeudamiento b) 640 mil dólares

7.- VAN según criterio del inversionista = 170,75 miles de dólares, según el costo promedio ponderado = 183,71 miles de dólares, según el VANA = 187,52 miles de dólares ∴ es conveniente la inversión.

8.- VAN según el costo promedio ponderado 1354,22 miles de dólares y TIR 24% > 17,7%, VANA 1313, 56 mil dólares, VAN según criterio del inversionista 1400,81 miles de dólares y TIR 45%. La inversión es conveniente.

9.- a) VAN según criterio del inversionista = 256,01 miles de dólares b) VAN según el costo promedio ponderado = 179,89 miles de dólares c) VANA = 136,92 miles de dólares d) VAN según criterio del inversionista = 135,45 miles de dólares, según el costo promedio ponderado = 179,89 miles de dólares, según el VANA = 136,92 miles de dólares e) VAN según criterio del inversionista = 66,70 miles de dólares , VANA = 30 miles de dólares.

10.- a) VAN según el costo promedio ponderado = 1213,29 miles de dólares, TIR = 67% > 13,92% b) VAN según criterio del inversionista = 1133,09 miles de dólares, TIR = 162% c) VANA (Crédito) = 1191,49 miles de dólares, TIR = 67% d) Según Criterio del Inversionista, mejor crédito VAN = 1133, TIR = 162, mientras según leasing VAN 1121,50, TIR 150%%; también según el VANA mejor el crédito, VANA (Leasing) 1167,63

## CAPÍTULO 6

### RESPUESTAS A LOS ESTUDIO DE CASO DE EVALUACIÓN FINANCIERA

#### RESPUESTAS DE LOS DIFERENTES ESTUDIOS DE CASO

Unidad de Medida: Miles

|                          | Fábrica de<br>Cemento | Planta<br>Extractora | Planta de<br>Aditivos | Hotel<br>Los Cayos | Hotel Cayo<br>Flamenco |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| VAN ( Inversionista)     | 58132                 | <b>63436</b>         | 336                   | 3172               | 2705                   |
| TIR (Inversionista)      | 20%                   | 46%                  | 51%                   | 19,7%              | 28,1%                  |
| VAN (Empresa)            | 86170                 | 67102                | 371                   |                    | 3164                   |
| TIR (Sin Financiamiento) | 17%                   | 42%                  | 37%                   |                    |                        |
| VANA                     | 92230                 | 77992                | 351                   |                    | 3312                   |
| Periodo de Recuperación  | 5,02                  | 2,43                 | 2,42                  | 5,16               | 4,76                   |

## CAPÍTULO 7

1.- VAN = 2226 miles de pesos; TIR = 29 % > 15% ∴ es conveniente la inversión de acuerdo a ambos criterios.

2. – a) VAN = -106,37 miles de pesos; TIR = 18% < 20% ∴ no es conveniente la inversión b) Sería conveniente en estas condiciones, pues TIR = 18% > 12% c) VAN = 312,3 miles de pesos TIR = 26% > 20%, es conveniente la inversión.

3.- a) VAN = 4273 miles de pesos, TIR = 19 %, PR = 3,9 años, es conveniente la inversión b) Se realiza un análisis de escenario y del coeficiente de variación del VAN; según el análisis de escenario, el VAN aunque pequeño daría positivo, mientras que el coeficiente de variación del VAN es muy inferior al de la rama ∴ se recomienda el proyecto aunque estando atento al comportamiento de las variables precio del petróleo y costo de transporte c) No hay variables peligrosas, pero hay que estar atentos a las variables precio del petróleo y costo de transporte.

4.- VAN = 487,3 miles de pesos, es conveniente la inversión b) 0,17 < 0,23, es conveniente la inversión c) VAN = -211,9 miles de pesos, TIR = 22% < 25%, no es conveniente la inversión.

5.- VAN = 1146,1 miles de pesos, TIR = 24% > 17,7%, PR = 3,45 años ∴ es conveniente la inversión.

6.- a) VAN = 35687,6 pesos, PR = 4,22 años, es conveniente la inversión pues da un VAN positivo, aunque este es bastante pequeño, cubriendo apenas el costo de oportunidad del capital, de otra parte el periodo de recuperación es bastante alto en relación con una vida útil de 10 años, en conclusión podría ser un proyecto aceptable a falta de otra opción mejor, pero de baja rentabilidad b) 15% < 16,6% ∴ no es conveniente la inversión.

7.- a) Se realizó un análisis de sensibilidad y posteriormente un análisis de escenario b) Seleccionaría el proyecto, pues el cambio conjunto de los precios de la leche en polvo y del petróleo darían un VAN de 150 mil pesos, mientras que el coeficiente de variación del VAN es 0,5 < 06 c) El precio del petróleo constituye una variable peligrosa

8.- VAN = 13,46 miles de dólares, TIR = 23% > 10%, PR = 1,64 años, es conveniente la inversión.

9.- a) Umbral de rentabilidad contable = 30%, Umbral de rentabilidad económico = 40%  
b)

| Variable                                       | VAN       |           |
|------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                                                | Pesimista | Optimista |
| Incremento del Rendimiento año 2 al 6          | 410       | 1314      |
| Precio de la Tonelada de caña (pesos)          | 481       | 1545      |
| Costos de Operación con proyecto (mil dólares) | 708       | 1318      |
| Costo de Inversión Equipo de Regadío           | 716       | 1107      |
| Hectáreas de caña en explotación               | 587       | 1013      |



c)

| Variable                                       | Valor Crítico |
|------------------------------------------------|---------------|
| Incremento del Rendimiento año 2 al 6          | 26%           |
| Precio de la Tonelada de caña (pesos)          | 10,48         |
| Costos de Operación con proyecto (mil dólares) | 1632,24       |
| Costo de Inversión Equipo de Regadío           | 1914,87       |
| Hectáreas de caña en explotación               | 655           |

d)

|                                       | Pronóstico<br>Pesimista | Esperado | Pronóstico<br>Optimista |
|---------------------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|
| Incremento del Rendimiento año 2 al 6 | 40%                     | 60%      | 70%                     |
| Precio de la Tonelada de caña (pesos) | 15                      | 20       | 25                      |
| VAN                                   | 29                      | 1013     | 1622                    |
| TIR                                   | 11%                     | 49%      | 75%                     |

e) VAN esperado 642,8 miles de dólares

10.- VAN = -433,5; TIR = 12% < 15%; PR = 6,15 años ∴ No es conveniente

11.- a)

|                                      | V A N     |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|
| Variable                             | Pesimista | Optimista |
| Cuota de Mercado                     | -1788     | -95*      |
| Precio Base (dólares)                | -882      | 16        |
| Costos fijos Con Proyecto            | -542      | -390      |
| Costo Variable Unitario Con Proyecto | -1233     | 366       |
| Tasa de Crecimiento del Precio       | -540      | -324      |
| Tasa de Crecimiento Costos           | -478      | -390      |
| Costo de Inversión                   | -751      | 201       |

\* Incompatible con la capacidad

b)

| Variable                             | Valor Crítico |
|--------------------------------------|---------------|
| Cuota de Mercado                     | 56,4%*        |
| Precio Base (dólares)                | 44,8          |
| Costos fijos Con Proyecto            | -98,94        |
| Costo Variable Unitario Con Proyecto | 17,29         |
| Tasa de Crecimiento del Precio       | 8,8%          |
| Tasa de Crecimiento Costos           | -7,5          |
| Costo de Inversión                   | 4316          |

• Incompatible con la capacidad

12.- a) VAN 232,1 miles de dólares; TIR = 28% b) Umbral de rentabilidad contable 166,7 miles de unidades.

c)

| Variable                   | V A N     |           |
|----------------------------|-----------|-----------|
|                            | Pesimista | Optimista |
| Precio del Perfume         | -27       | 491       |
| Costos Fijos (mil dólares) | -113      | 577       |
| Costos Variables           | 14        | 341       |
| Cuota de Mercado           | 163       | 301       |

d)

| Variable                   | Valor Crítico |
|----------------------------|---------------|
| Precio del Perfume         | 16%           |
| Costos Fijos (mil dólares) | 1,664         |
| Costos Variables           | 306,5         |
| Cuota de Mercado           | 0,836         |

e) Es conveniente en este escenario, VAN = 159,7 miles de dólares; TIR = 24%

13.- a) VAN = 102,3 miles de dólares; TIR = 24% > 18,45%; PR = 3,56 años, el proyecto es conveniente.

b)

| Variable                          | V A N     |           |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
|                                   | Pesimista | Optimista |
| Cuota de Mercado                  | 28        | 579       |
| Precio (dólares)                  | -61       | 668       |
| Costos Fijos (mil dólares)        | 102       | 404       |
| Costo Variable Unitario( dólares) | 233       | 374       |

c)

| Variable                          | Valor Crítico |
|-----------------------------------|---------------|
| Cuota de Mercado                  | 14,5%         |
| Precio (dólares)                  | 1,58          |
| Costos Fijos (mil dólares)        | 350,85        |
| Costo Variable Unitario( dólares) | 0,9282        |

14.- a) VAN = 276,5 miles de dólares; TIR = 52% > 15%

b)

| V A N                                            |           |           |
|--------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Variable                                         | Pesimista | Optimista |
| Cuota de Mercado                                 | -31       | 584       |
| Precio del Calzado Masculino (dólares)           | -433      | 702       |
| Precio del Calzado Femenino(dólares)             | 87        | 466       |
| Costos Fijos (mil dólares)                       | 168       | 494       |
| Costos Variables del Calzado Masculino (dólares) | -149      | 489       |
| Costos Variables Calzado Femenino (dólares)      | 40        | 371       |

c)

| Variable                                         | Valor Crítico |
|--------------------------------------------------|---------------|
| Cuota de Mercado                                 | 15,5          |
| Precio del Calzado Masculino (dólares)           | 13,05         |
| Precio del Calzado Femenino(dólares)             | 7,08          |
| Costos Fijos (mil dólares)                       | 476,89        |
| Costos Variables del Calzado Masculino (dólares) | 10,95         |
| Costos Variables Calzado Femenino (dólares)      | 8,92          |

d) VAN esperado 55,2 miles de dólares

15.- a) Valor esperado de los flujos de caja antes de depreciación e impuestos 122, 143 y 175 miles de dólares; Varianza de los flujos de caja 196,241 y 325 miles b) Valor esperado del VAN = 124,3 miles de dólares; Desviación Típica del VAN = 22,6 miles c) 100% d) 84%.

16.- a) Desviación típica 12,4% b) Al 15% de endeudamiento, desviación típica 14,6%; al 30% de endeudamiento, desviación típica 17,7%; al 45% de endeudamiento, desviación típica 22,5%; al 60% de endeudamiento, desviación típica 30,9% d) 76 mil dólares d) 76 mil dólares.

17.- a) VAN = 128 pesos; TIR = 62% > 15%, la inversión es conveniente

b)

| Variable     | Valor Crítico |
|--------------|---------------|
| Precio       | 0,373         |
| Venta diaria | 745,5         |

## RESPUESTAS A LOS ESTUDIO DE CASO

### FÁBRICA DE CEMENTO

Umbral de Rentabilidad contable 26,5%, Umbral de Rentabilidad Económico 45.4%, para los años 3-7

### PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE VEGETAL

- a) VAN = 58030, TIR = 0,42, PR = 2,56
- b) Análisis de sensibilidad

|                       | VAN Inversionista |       | VAN Costo Prom. P. |       | VANA   |       |
|-----------------------|-------------------|-------|--------------------|-------|--------|-------|
|                       | Alto              | Bajo  | Alto               | Bajo  | Alto   | Bajo  |
| Precio Frijol de Soja | 50277             | 76595 | 53748              | 80337 | 63118  | 92867 |
| Precio Aceite Soja    | 79540             | 47333 | 83868              | 50336 | 96231  | 59754 |
| Precio Harina Soja    | 91202             | 52330 | 96010              | 55539 | 109440 | 65414 |

c) En nuevo escenario, VAN Inversionista = 50332, VAN al costo promedio ponderado, 53633, VANA = 63166

### PLANTA DE ADITIVOS PARA HORMIGÓN

- a) Umbral de Rentabilidad Contable 24,8%, Umbral de Rentabilidad Económico 34,8%, para los años 3-7
- b) Análisis de sensibilidad

|                    | VAN  |      | .TIR |      | PR   |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    | Alto | Bajo | Alto | Bajo | Alto | Bajo |
| Precio Aditivo     | 832  | -161 | 91%  | 12%  | 1,83 | 6,46 |
| Costo Materia P. A | 79   | 440  | 31%  | 60%  | 4,12 | 2,62 |
| Costo Materia P. B | -26  | 516  | 23%  | 66%  | 4,84 | 2,41 |
| % Crec. Demanda    | 419  | 274  | 58%  | 47%  | 2,63 |      |

- c) Análisis de Escenario

|     | Escenario I | Escenario II | Escenario III |
|-----|-------------|--------------|---------------|
| VAN | -8          | -132         | 688           |
| TIR | 24%         | 15%          | 80%           |
| PR  | 4,70        | 6,05         | 2,06          |

- d) VAN esperado 168,2

## HOTEL LOS CAYOS

a) Umbral de rentabilidad contable 53%, Umbral de rentabilidad económico 60,7%

b) Análisis de sensibilidad

|                                                   | VAN    |
|---------------------------------------------------|--------|
| La tasa de descuento fuera del 11 %.              | 8002   |
| Proyecto fuera financiado sólo con capital propio | 1656,3 |
| Ingreso por turista/día 10 % menor                | 1235   |
| Tasa de interés del crédito aumentara al 15 %     | 2610   |
| Costo de alojamiento se reduce al 5%.             | 4104   |
| El costo de mantenimiento aumenta al 15%.         | 1156   |
| El costo de administración se reduce al 5%        | 5188   |
| El salario promedio aumenta en un 25%             | 2170   |
| Índice de ocupación 70 % desde el año 4 al 26     | 1299   |
| Tasa de depreciación de los edificios es del 4%   | 3290   |

c) Análisis de escenarios

|     | Escenario I | Escenario II | Escenario III |
|-----|-------------|--------------|---------------|
| VAN | 6883        | 7209,1       | 5288          |
| TIR | 25%         | 16,7         | 16,7          |
| PR  | 4,39        |              | 5,77          |

## HOTEL CAYO FLAMENCO

a) Umbral de rentabilidad contable 49,4%, Umbral de rentabilidad económico 48,6%

b) Análisis de sensibilidad

|                                               | VAN  |
|-----------------------------------------------|------|
| Ingreso por turista/día 10 % menor            | 1647 |
| Tasa de interés del crédito aumentará al 15 % | 2338 |
| Costo de alojamiento se reduce al 5%.         | 2912 |
| El costo de mantenimiento aumenta al 15%.     | 1793 |
| El costo de administración se reduce al 5%    | 3616 |
| El salario promedio aumenta en un 20%         | 2226 |
| Índice de ocupación 65 % desde el año 4 al 26 | 1261 |

d) Análisis de escenarios

|     | Escenario I | Escenario II | Escenario III |
|-----|-------------|--------------|---------------|
| VAN | 1617        | 2701         | 2677          |
| TIR | 22,8%       | 19,1%        | 22,4%         |
| PR  | 5,24        |              | 5,33          |

## CAPÍTULO 8

### RESPUESTAS A LOS ESTUDIOS DE CASO DE EVALUACIÓN SOCIAL

#### FÁBRICA DE CEMENTO, RESPUESTAS A LAS DIFERENTES VARIANTES

| UM: Miles de Pesos                                           |                                        |                                          |                                       |                                                  |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                              | 100 %<br>Nacional<br><u>Créd. Nac.</u> | 100 %<br>Nacional<br><u>Crédito Ext.</u> | 50 %<br>Nacional<br><u>Créd. Ext.</u> | 50 %Nac.<br><u>Créd. Ext</u><br><u>F.C. Sal.</u> |
| <b>1.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Fin.)</b>        | 474492.1                               | 431887.3                                 | 303166.1                              | 334500.8                                         |
| 1.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 92330,4                                | 92330,4                                  | 92330,4                               | 291592,9                                         |
| 1.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 382161.8                               | 339556.9                                 | 210835.7                              | 112907.9                                         |
| <b>2.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Nac.)</b>        | 1246500,4                              | 1203895,6                                | 993962.1                              | 1025296.8                                        |
| 2.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 92330,4                                | 92330,4                                  | 92330,4                               | 221592,9                                         |
| 2.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 1154170,0                              | 1111565,2                                | 901631.7                              | 803703.9                                         |
| <b>3.- VAAN (Efectos Directos e Indirectos)</b>              | 1282987,2                              | 1240382,3                                | 1030448.9                             | 1061783.6                                        |
| 3.1.-VAAN Directo                                            | 1246500,4                              | 1203895,6                                | 993962.1                              | 1025296.8                                        |
| 3.1.1.-Salarios Directos Actualizados                        | 92330,4                                | 92330,4                                  | 92330,4                               | 221592,9                                         |
| 3.2.-VAAN Indirecto                                          | 36486,8                                | 36486,8                                  | 36486,8                               | 36486,8                                          |
| 3.2.1.-Salarios Indirectos Actualizados                      | 12162,3                                | 12162,3                                  | 12162,3                               | 12162,3                                          |
| <b>4.- OPORTUNIDADES TOTALES DE NUEVOS EMPLEOS</b>           |                                        |                                          |                                       |                                                  |
| 4.1.-Empleo Total por Millón de \$ de Inversión              | 3,1                                    | 3,1                                      | 3,1                                   | 3,1                                              |
| 4.2.-Empleo Directo por Millón de \$ de Inversión            | 1,9                                    | 1,9                                      | 1,9                                   | 1,9                                              |
| <b>5.-Indicadores de Distribución Ingresos del Proyecto</b>  | (en %)                                 |                                          |                                       |                                                  |
| 5.1.-Ingresos de Obreros y Empleados                         | 0,15                                   | 0,16                                     | 0,22                                  | 0,47                                             |
| 5.2.-Ingresos de la Empresa Nac.                             | 0,31                                   | 0,34                                     | 0,36                                  | 0,31                                             |
| 5.3.-Ingresos del Estado                                     | 0,37                                   | 0,40                                     | 0,27                                  | 0,19                                             |
| 5.4.-Ingresos de la Región                                   | 0,18                                   | 0,10                                     | 0,15                                  | 0,03                                             |
| 5.5.-Ingresos Nacionales                                     | 1,00                                   | 1,00                                     | 0,80                                  | 0,85                                             |
| 5.6.-Ingresos Repatriados                                    | 0,00                                   | 0,00                                     | 0,20                                  | 0,15                                             |
| <b>6.- Flujo Neto en Divisas Actualizado</b>                 | 51454,4                                | 51454,4                                  | -5161.3                               | 31111.4                                          |
| <b>7.- Competitividad Internacional de las Exportaciones</b> |                                        |                                          |                                       |                                                  |
| Exportaciones por Peso de Recursos Nacionales                | 3,18                                   | 3,13                                     | 2,76                                  | 2,31                                             |

## PLANTA EXTRACTORA, RESPUESTAS

UM: Miles de Pesos

|                                                              |        |
|--------------------------------------------------------------|--------|
| <b>1.-Valor Agregado Nac. Neto Actualizado. (R. Fin.)</b>    | 106701 |
| 1.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 5661   |
| 1.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 101040 |
| <b>2.-Valor Agregado Nac. Neto Actualizado (R. Nac.)</b>     | 186097 |
| 2.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 5661   |
| 2.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 177435 |
| <b>3.-Indicadores de Distribución Ingresos del Proyecto</b>  | (en %) |
| 3.1.-Ingresos de Obreros y Empleados                         | 3,9%   |
| 3.2.-Ingresos del Estado                                     | 81,3%  |
| <b>4.- Flujo Neto en Divisas Actualizado</b>                 | 6600   |
| <b>5.- Ingreso Neto en Divisas Actualizado</b>               | 24578  |
| <b>6.- Competitividad Internacional de las Exportaciones</b> | 2,85   |



## PLANTA DE ADITIVOS. RESPUESTAS A LAS DIFERENTES VARIANTES

| UM: Miles de Pesos                                           |                                        |                                          |                                       |                                                   |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                              | 100 %<br>Nacional<br><u>Créd. Nac.</u> | 100 %<br>Nacional<br><u>Crédito Ext.</u> | 50 %<br>Nacional<br><u>Créd. Ext.</u> | 50 %Nac.<br><u>Créd. Ext.</u><br><u>F.C. Sal.</u> |
| <b>1.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Fin.)</b>        | 1599,0                                 | 1460,0                                   | 1016,3                                | 1053,5                                            |
| 1.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 73,0                                   | 73,0                                     | 73                                    | 175,3                                             |
| 1.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 1526,0                                 | 1387,0                                   | 943,3                                 | 878,2                                             |
| <b>2.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Nac.)</b>        | 2622,2                                 | 2483,2                                   | 2039,5                                | 2076,7                                            |
| 2.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 73,0                                   | 73,0                                     | 73                                    | 175,3                                             |
| 2.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 2549,2                                 | 2410,2                                   | 1966,5                                | 1901,5                                            |
| <b>3.- VAAN (Efectos Directos e Indirectos)</b>              | 3202,8                                 | 3063,8                                   | 2620,1                                | 2657,3                                            |
| 3.1.-VAAN Directo                                            | 2622,2                                 | 2483,2                                   | 2039,5                                | 2076,7                                            |
| 3.1.1.-Salarios Directos Actualizados                        | 73,0                                   | 73,0                                     | 73                                    | 175,3                                             |
| 3.2.-VAAN Indirecto                                          | 580,6                                  | 580,6                                    | 580,6                                 | 580,6                                             |
| 3.2.1.-Salarios Indirectos Actualizados                      | 134,0                                  | 134,0                                    | 134                                   | 134                                               |
| <b>4.- OPORTUNIDADES TOTALES DE NUEVOS EMPLEOS</b>           |                                        |                                          |                                       |                                                   |
| 4.1.-Empleo Total por Millón de \$ de Inversión              | 18,6                                   | 18,6                                     | 18,6                                  | 18,5                                              |
| 4.2.-Empleo Directo por Millón de \$ de Inversión            | 6,2                                    | 6,2                                      | 6,2                                   | 6,2                                               |
| <b>5.-Indicadores de Distribución Ingresos del Proyecto</b>  | (en %)                                 |                                          |                                       |                                                   |
| 5.1.-Ingresos de Obreros y Empleados                         | 0,06                                   | 0,06                                     | 0,09                                  | 0,17                                              |
| 5.2.-Ingresos de la Empresa Nac.                             | 0,31                                   | 0,31                                     | 0,39                                  | 0,37                                              |
| 5.3.-Ingresos del Estado                                     | 0,60                                   | 0,6                                      | 0,48                                  | 0,43                                              |
| 5.4.-Ingresos de la Región                                   | 0,02                                   | 0,02                                     | 0,03                                  | 0,03                                              |
| 5.5.-Ingresos Nacionales                                     | 1,00                                   | 1,00                                     | 0,68                                  | 0,71                                              |
| 5.6.-Ingresos Repatriados                                    | 0,00                                   | 0,00                                     | 0,32                                  | 0,29                                              |
| <b>6.- Flujo Neto en Divisas Actualizado</b>                 | -1106,1                                | -1152,5                                  | -1435,7                               | -1395,9                                           |
| <b>7.- Competitividad Internacional de las Exportaciones</b> |                                        |                                          |                                       |                                                   |
| Exportaciones por Peso de Recursos Nacionales                | 2,47                                   | 2,58                                     | 2,41                                  | 2,28                                              |

## HOTEL LOS CAYOS, RESPUESTAS A LAS DIFERENTES VARIANTES

| UM: Miles de Pesos                                           |                                        |                                          |                                          |                                          |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                                              | 100 %<br>Nacional<br><u>Créd. Nac.</u> | 100 %<br>Nacional<br><u>Crédito Ext.</u> | F.C. Sal.<br>Cont. Adm.<br><u>al 30%</u> | F.C. Sal.<br>Cont. Adm.<br><u>al 50%</u> |
| <b>1.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Fin.)</b>        | 14083,6                                | 11830,9                                  | 11823,3                                  | 10316,4                                  |
| 1.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 4284,9                                 | 4289,4                                   | 6427,3                                   | 6427,3                                   |
| 1.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 9798,7                                 | 7546                                     | 5395,3                                   | 3889,1                                   |
| <b>2.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Nac.)</b>        | 135108,1                               | 123844,8                                 | 123806,6                                 | 116272,2                                 |
| 2.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 4284,9                                 | 4284,9                                   | 6247,3                                   | 6427,3                                   |
| 2.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 130823,2                               | 119559,9                                 | 117379,2                                 | 109844,9                                 |
| <b>3.- VAAN (Efectos Directos e Indirectos)</b>              | 131767,8                               | 120504,5                                 | 120466,3                                 | 112932                                   |
| 3.1.-VAAN Directo                                            | 135108,1                               | 123844,8                                 | 123806,6                                 | 116272,2                                 |
| 3.1.1.-Salarios Directos Actualizados                        | 4284,9                                 | 4284,9                                   | 6427,3                                   | 6427,3                                   |
| 3.2.-VAAN Indirecto                                          | -3340,3                                | -3340,3                                  | -3340,3                                  | -3340,3                                  |
| 3.2.1.-Salarios Indirectos Actualizados                      | 2726,6                                 | 2726,6                                   | 2726,6                                   | 1164,2                                   |
| <b>4.- OPORTUNIDADES TOTALES DE NUEVOS EMPLEOS</b>           |                                        |                                          |                                          |                                          |
| 4.1.-Empleo Total por Millón de \$ de Inversión              | 28,7                                   | 28,7                                     | 28,7                                     | 28,7                                     |
| 4.2.-Empleo Directo por Millón de \$ de Inversión            | 19,0                                   | 19,0                                     | 19,0                                     | 19                                       |
| 4.3.- Empleo Indirecto por Millón de \$ Inversión            | 120,0                                  | 120,0                                    | 120,0                                    | 120                                      |
| <b>5.-Indicadores de Distribución Ingresos del Proyecto</b>  | (en %)                                 |                                          |                                          |                                          |
| 5.1.-Ingresos de Obreros y Empleados                         | 0,19                                   | 0,19                                     | 0,32                                     | 0,35                                     |
| 5.2.-Ingresos de la Empresa Nac.                             | 0,50                                   | 0,50                                     | 0,34                                     | 0,27                                     |
| 5.3.-Ingresos del Estado                                     | 0,31                                   | 0,31                                     | 0,34                                     | 0,37                                     |
| 5.4.-Ingresos de la Región                                   | 0                                      | 0                                        | 0,00                                     | 0,00                                     |
| 5.5.-Ingresos Nacionales                                     | 1                                      | 1                                        | 0,87                                     | 0,79                                     |
| 5.6.-Ingresos Repatriados                                    | 0,00                                   | 0,00                                     | 0,13                                     | 0,21                                     |
| <b>6.- Ingreso Neto en Divisas Actualizado</b>               | 30132,8                                | 31239                                    | 27872,3                                  | 26365,5                                  |
| <b>7.- Competitividad Internacional de las Exportaciones</b> |                                        |                                          |                                          |                                          |
| Exportaciones por Peso de Recursos Nacionales                | 8,2                                    | 7                                        | 6,9                                      | 6,5                                      |

## HOTEL CAYO FLAMENCO, RESPUESTAS A LAS DIFERENTES VARIANTES

| UM: Miles de Pesos                                           |                                        |                                          |                                         |                                            |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                              | 100 %<br>Nacional<br><u>Créd. Nac.</u> | 100 %<br>Nacional<br><u>Crédito Ext.</u> | F.C. Sal.<br>Cont.Adm.<br><u>al 30%</u> | F.C. Sal.<br>C.Adm.20%<br><u>Ventas 3%</u> |
| <b>1.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Fin.)</b>        | 8432,8                                 | 6903                                     | 7242,4                                  | 6797,9                                     |
| 1.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 2119,7                                 | 2119,7                                   | 3179,6                                  | 3179,6                                     |
| 1.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 6313,1                                 | 4783,6                                   | 4062,8                                  | 3618,3                                     |
| <b>2.-Valor Agregado Nac. Neto Actzado. (R. Nac.)</b>        | 68950,5                                | 61303,1                                  | 62998,2                                 | 60775,8                                    |
| 2.1.- Valor Presente de los Salarios                         | 2119,7                                 | 2119,7                                   | 3179,6                                  | 3179,6                                     |
| 2.2.- Valor Presente del Plusproducto                        | 66830,8                                | 59183,3                                  | 59818,6                                 | 57596,2                                    |
| <b>3.- VAAN (Efectos Directos e Indirectos)</b>              | 63487,6                                | 55840,1                                  | 57535,3                                 | 55312,8                                    |
| 3.1.-VAAN Directo                                            | 68950,5                                | 61303,1                                  | 62998,2                                 | 60775,8                                    |
| 3.1.1.-Salarios Directos Actualizados                        | 2119,7                                 | 2119,7                                   | 3179,6                                  | 3179,6                                     |
| 3.2.-VAAN Indirecto                                          | -5462,9                                | -5462,9                                  | -5462,9                                 | -5462,9                                    |
| 3.2.1.-Salarios Indirectos Actualizados                      | 368,7                                  | 368,7                                    | 368,37                                  | 368,7                                      |
| <b>4.- OPORTUNIDADES TOTALES DE NUEVOS EMPLEOS</b>           |                                        |                                          |                                         |                                            |
| 4.1.-Empleo Total por Millón de \$ de Inversión              | 53,5                                   | 53,5                                     | 53,35                                   | 53,5                                       |
| 4.2.-Empleo Directo por Millón de \$ de Inversión            | 39,1                                   | 39,1                                     | 39,1                                    | 39,1                                       |
| 4.3.- Empleo Indirecto por Millón de \$ Inversión            | 120,0                                  | 120,0                                    | 120,0                                   | 120                                        |
| <b>5.-Indicadores de Distribución Ingresos del Proyecto</b>  | (en %)                                 |                                          |                                         |                                            |
| 5.1.-Ingresos de Obreros y Empleados                         | 0,16                                   | 0,16                                     | 0,28                                    | 0,29                                       |
| 5.2.-Ingresos de la Empresa Nac.                             | 0,52                                   | 0,52                                     | 0,34                                    | 0,35                                       |
| 5.3.-Ingresos del Estado                                     | 0,32                                   | 0,32                                     | 0,35                                    | 0,35                                       |
| 5.4.-Ingresos de la Región                                   | 0                                      | 0                                        | 0,00                                    | 0,00                                       |
| 5.5.-Ingresos Nacionales                                     | 1                                      | 1                                        | 0,86                                    | 0,84                                       |
| 5.6.-Ingresos Repatriados                                    | 0,00                                   | 0,00                                     | 0,14                                    | 0,16                                       |
| <b>6.- Ingreso Neto en Divisas Actualizado</b>               | 14715,3                                | 15558,7                                  | 13524,9                                 | 13080,4                                    |
| <b>7.- Competitividad Internacional de las Exportaciones</b> |                                        |                                          |                                         |                                            |
| Exportaciones por Peso de Recursos Nacionales                | 8,6                                    | 9,1                                      | 7,1                                     | 6,8                                        |

## CAPÍTULO 9

1.- a) VAN = 325,5 miles de dólares tanto en la evaluación privada como en la evaluación social  $\therefore$  es conveniente abrir de nuevo el restaurante.

b) Sería conveniente vender el restaurante, pues  $500\text{mil} > 325,5\text{ mil}$

c) Sigue teniendo un VAN = 325,5 miles de dólares desde el punto de vista privado, pero desde el punto de vista social VAN = -91,5 miles,  $\therefore$  no es conveniente, debido a que los 100 mil dólares tienen otros usos alternativos al proyecto.

2.- a) 2250 miles de dólares b) 3600 miles de dólares c) 2846,1 miles de dólares d) 94,87 dólares.

3.- \$ 63,33

4.- a) 2887,70 miles de dólares b) 95,92 dólares.

5.- \$ 63,98; b) 3197,65 miles de dólares c) \$54,29 d) \$67,86

6.- 7000 pesos

7.- Valor social de la producción = 1000 pesos; valor privado de la producción 1200 pesos.

8.- Precio internacional 120 pesos, 24 dólares; valor social de la producción 240 mil pesos, 48 mil dólares.

9.- a) 243 mil pesos b) valor de la producción 5 mil pesos, precio 50 pesos c) Beneficio para el país por la donación = 10 mil pesos, valor de las importaciones 233 mil pesos.

10.- a) Si, VAN = 3325 pesos b) Si VANS = 754 pesos c) No sería conveniente, pues daría un efecto negativo en la balanza de pagos de 877 pesos  $\therefore > 754$ .

11.- VAN = 278,2 miles de pesos,  $\therefore$  es conveniente desde el punto de vista financiero; VANS = -116,8 miles de pesos  $\therefore$  no es conveniente desde el punto de vista social.

12.- Relación Beneficio/Costo Alternativa I = 0,87; Relación Beneficio/Costo Alternativa II = 1,45  $\therefore$  se realizaría el proyecto según la alternativa II.