

El estudio financiero y la evaluación de proyectos en ingeniería

Fernando Guzmán Castro¹

RESUMEN

El objetivo del artículo es presentar los conceptos involucrados en el estudio económico financiero y la evaluación de proyectos industriales en ingeniería.

La primera parte describe las secciones que componen el estudio económico-financiero en un proyecto: inversiones, estudio de ingresos y costos y financiación. En la segunda parte se estudian los métodos no técnicos empleados en la evaluación (rentabilidad, período de recuperación de la inversión y valor agregado) y los métodos técnicos basados en el concepto del valor del dinero en el tiempo (valor presente, tasa de retorno, relación beneficio-coste actualizada). También se describen aspectos que se deben tener en cuenta en la evaluación: impuestos, tasa mínima atractiva de retorno y financiación de la inversión.

¹ Ingeniero químico, administrador de empresas, M. Sc. Technological Economics, director de Ingeniería Industrial, profesor asociado, Universidad Nacional de Colombia.

INTRODUCCIÓN

En diferentes actividades del ejercicio de la ingeniería es preciso hacer la evaluación de los resultados financieros: proyectos de investigación, proyectos de innovación tecnológica, desarrollo de nuevos procesos y productos, ampliación de la producción, renovación de equipos, entre otros.

En esas actividades se requiere buscar y ordenar información económica y financiera que permita evaluar la factibilidad de su realización.

El objetivo de este documento es el de presentar los conceptos del estudio económico financiero y la evaluación de proyectos industriales en ingeniería.

1. CONTENIDO Y TIPOLOGÍA DEL ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

1.1 Ciclo de un proyecto

El estudio y la ejecución de un proyecto se realiza en cuatro fases: preinversión o factibilidad, instalación, funcionamiento y liquidación. Los recursos empleados en las fases de factibilidad y de instalación se conocen en términos financieros como inversiones, en tres acepciones: inversión fija, inversión diferida y capital de trabajo. Cuando el proyecto entra en la fase de funcionamiento, se generan ingresos por la venta de los productos y se emplean recursos cuyo monto se denominan costos.

En las fases de instalación y de funcionamiento es necesario resolver dos problemas de tipo financiero: el financiamiento de la inversión y la evolución de la empresa en el funcionamiento.

En la fase de liquidación (liquidación financiera del proyecto para la evaluación) se requiere estimar un valor de realización de las inversiones al final de la vida útil del proyecto.

En la figura 1 se presenta un esquema de las fases del proyecto desde el punto de vista financiero de entrada y salida de recursos.

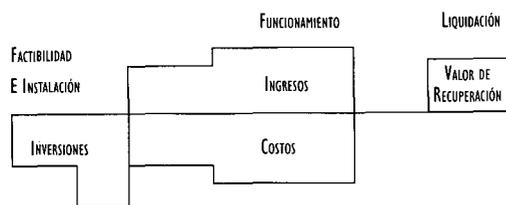


FIGURA 1. Fases de un proyecto

El planteamiento anterior justifica dividir el estudio financiero en tres partes: las inversiones en el proyecto, los presupuestos de ingresos y costos y el financiamiento. Las secciones 2, 3 y 4 se refieren a esos puntos.

1.2 Tipología del estudio financiero

La fase de preinversión o factibilidad mencionada en el punto anterior se realiza en una serie de etapas:

- Identificación y selección del tema del proyecto
- Perfil preliminar
- Estudio previo de factibilidad (prefactibilidad) o anteproyecto
- Estudio de factibilidad o proyecto definitivo

La diferencia en las etapas b, c y d está basada en el nivel de profundidad y en la cantidad de información que se necesita para su realización. Cada etapa requiere mayor cantidad de información, y permite avanzar en la decisión final de realización del proyecto con mayor fiabilidad.

En correspondencia con las etapas mencionadas, las estimaciones financieras se pueden clasificar en cinco categorías o tipos que permiten determinar la factibilidad del proyecto y establecer las bases para el control financiero. Estos tipos de estimaciones se describen a continuación.

1.2.1 ESTIMACIÓN DE ORDEN DE MAGNITUD.

Está basada en datos de proyectos anteriores, realizados por la empresa que estudia el proyecto, o en proyectos similares de otras empresas. Se utiliza para determinar un primer nivel de factibilidad y como base para la aprobación de fondos en la realización de estudios de mayor profundidad. El grado de aproximación es de un 40 a 50% con relación a los valores financieros obtenidos cuando el proyecto se lleva a la práctica.

1.2.2 ESTIMACIÓN DE ESTUDIO.

Este tipo de estimación se elabora cuando la estimación de orden de magnitud muestra la factibilidad del proyecto. Requiere una mejor definición de la capacidad de

producción y una lista de equipos para el proceso. Se utilizan factores específicos del proyecto particular, como localización, infraestructura existente, proyectos realizados en condiciones similares y costos. El grado de aproximación es del orden del 25 al 40%, dependiendo de la exactitud de los factores y datos utilizados.

1.2.3 ESTIMACIÓN PRELIMINAR O FACTOREADA.

Se prepara cuando se ha completado la ingeniería conceptual, y sirve como base para la apropiación de fondos para el proyecto y para un primer nivel de control presupuestal. Se requiere contar con un listado de equipos con su capacidad y características básicas, diagrama de flujo preliminar, datos de costos locales. En la valoración de las inversiones y los costos se utilizan factores multiplicativos del costo del equipo principal y los costos directos de operación. El grado de aproximación del estudio es del 15 al 25%.

1.2.4 ESTIMACIÓN DEFINITIVA O DE CONTROL DEL PROYECTO.

Es una estimación más elaborada que la anterior y sirve de base para establecer el precio de contratación de la ejecución. Se requiere un listado de equipos y características de construcción, planos generales de la planta, diagrama de flujo, diagramas de tubería e instrumentación, balances de materia y energía, características del terreno y los edificios industriales, costos locales, esquema de organización y programación del proyecto. El grado de aproximación de la estimación es del 10 al 15%. Para la valoración se desglosan las inversiones en mano de obra requerida, materiales, costos indirectos, o se utilizan cotizaciones de los fabricantes de equipos y contratistas.

1.2.5 ESTIMACIÓN DE DETALLE.

Permite establecer el valor final del contrato de ejecución. Se prepara una vez realizado el diseño de proceso final y esté avanzada o se haya completado la ingeniería de detalle. Se requiere un listado detallado de equipos con datos constructivos, diagrama de distribución de planta, balances de materia y energía, diagramas de tubería y controles, reporte de características de carga y suelos del terreno, potencia para los equipos, diagramas eléctricos, especificaciones de los equipos industriales y datos de costos locales de mano de obra, productividad y materiales de construcción.

En la valoración se emplean cotizaciones de fabricantes de equipos y contratistas de obras civiles, presupuestos detallados de mano de obra, materiales y costos indirectos. El grado de aproximación es del 5 al 10% del valor final del proyecto.

2. INVERSIONES EN EL PROYECTO

2.1 Componentes de la inversión

La valoración de los recursos que se requieren para la instalación, el montaje y el comienzo del funcionamiento del proyecto es lo que se conoce como las inversiones en el proyecto.

En un proyecto industrial típico, la secuencia de las inversiones es la siguiente:

- Investigaciones y estudios previos de ingeniería
- Estudios de factibilidad
- Constitución y organización de la empresa
- Uso de patentes y licencias del proceso
- Terrenos y su adecuación
- Edificios e instalaciones
- Maquinaria y equipo para producción
- Maquinaria y equipos para laboratorios y talleres
- Equipos e instalaciones para administración
- Proyectos complementarios de ingeniería
- Ingeniería y supervisión
- Gastos de construcción
- Arranque o puesta en marcha
- Gastos financieros en la instalación
- Capital de trabajo

Los anteriores rubros se pueden clasificar como inversiones fijas, inversiones diferidas y capital de trabajo, en el cuadro 1 se muestra un ejemplo de un calendario de inversiones. Las características de cada tipo de inversión son las siguientes:

INVERSIONES FIJAS

- No son objeto de transacciones corrientes
- Son de naturaleza duradera
- No dependen del grado de utilización de capacidad
- Se utilizan a lo largo de la vida útil del proyecto
- Son tangibles
- Son depreciables o no depreciables

INVERSIONES DIFERIDAS

- No son objeto de transacciones corrientes
- Son de naturaleza duradera

- Se utilizan en el proyecto
- Son intangibles
- Son amortizables

CAPITAL DE TRABAJO

- Se requiere para atender las operaciones de producción y distribución
- Lo componen inventarios y disponibilidades en efectivo
- No es amortizable ni depreciable.

Los componentes del capital de trabajo son: efectivo, inventarios, materias primas, insumos, productos en proceso, producto terminado, combustibles y lubricantes, repuestos, cuentas por cobrar menos cuentas por pagar.

Dependen de: el nivel de utilización, los aspectos técnicos (transporte-procesos), las políticas de crédito de compras y ventas, los mecanismos de distribución.

CUADRO 1. Calendario de inversiones al comienzo de un proyecto.

COMPONENTE	INSTALACIÓN		FUNCIONAMIENTO	
	1	2	3	4
1. INVERSIÓN FIJA				
Terreno	10.000			
Edificios	12.000	4.000		
Maquinaria y equipo	22.000	13.500		
Instalaciones complementarias	5.000	3.000		
Vehículos		12.000		
Equipos de oficina		3.000		
2. INVERSIÓN DIFERIDA				
Investigaciones previas	2.500			
Estudios de factibilidad	3.000			
Puesta en marcha		2.600		
Intereses en etapa de instalación	2.000	3.100		
3. CAPITAL DE TRABAJO				
Efectivo			8.000	
Inventarios			12.000	
Cuentas por cobrar menos cuentas por pagar			9.000	
TOTALES	56.500	41.200	20.000	

3. PRESUPUESTOS DE INGRESOS Y COSTOS

3.1 Los ingresos

La información básica requerida para el presupuesto de ingresos se presenta en el cuadro 2, y consiste en la producción los precios y los cambios de inventario.

CUADRO 2. Presupuesto de ingresos en un proyecto.

Año	Produc. Unidades	Invent. Inic. Und.	Invent. Fin. Und.	Cambio Invent.	Ventas Unidades	Precio	Ingresos
1	1000	0	100	100	900	1000	900.000
2	1200	100	200	100	1100	1000	1'100.000
3	1200	200	200	0	1200	1000	1'200.000
4	1200	200	200	0	1200	1000	1'200.000
5	1200	200	200	0	1200	1000	1'200.000

3.2 Los costos

Las erogaciones en la etapa del funcionamiento de un proyecto se conocen como costos. A continuación se presentan las clasificaciones más usuales y los componentes de los costos según la función en la empresa.

3.2.1 CLASIFICACIÓN.

Se muestran dos clasificaciones de los costos

Clasificación funcional

- Costos de producción: costos originados en la actividad de transformar materias primas en productos terminados.
- Costos de distribución: costos originados en las actividades de empaque, venta, distribución y promoción.
- Costos de administración: costos originados en la dirección general de la empresa.
- Costos financieros: costos originados en la utilización de recursos de terceros.

Clasificación según variabilidad

(Para fines de análisis se emplea una clasificación de este tipo).

- Costos variables: dependen del volumen de operaciones.
- Costos fijos

3.2.2 COMPONENTES DE LOS COSTOS.

Empleando la clasificación funcional, se detallan los costos más relevantes en un proyecto

Costos de producción y distribución

- Costos directos: materia prima directa, mano de obra directa.
- Costos indirectos: materiales indirectos, mano de obra indirecta, combustibles y lubricantes, mantenimiento, control de calidad, servicios: energía eléctrica, agua, comunicaciones, dirección de la producción, arriendos, seguros, depreciaciones, amortizaciones.

- Costos de ventas: empaque, transporte, comisiones de ventas, promoción, dirección de ventas, arriendos, consumos, servicios, depreciaciones equipo de distribución.

Costos de administración y costos financieros

- Costos de administración: salarios de gerencia, pagos de asesoría, relaciones públicas, consumos, servicios: energía eléctrica, agua, comunicaciones, arriendos, depreciaciones, amortización de diferidos.
- Costos financieros: intereses, amortización de intereses en la etapa de instalación.

4. FINANCIACIÓN

El estudio de financiación de un proyecto tiene como objetivo responder a dos tipos de problemas:

- La financiación de la inversión: para lo cual se requiere establecer las fuentes de recursos que se pueden emplear y las condiciones para acudir a ellas. El resultado de esta primera parte del estudio es la determinación de la estructura de financiamiento o estructura de capital en el proyecto.
- La financiación en la operación: se busca estudiar la evolución financiera del proyecto en la etapa de operación. La empresa que va a implementar el proyecto, los inversionistas y las entidades que aportan recursos de crédito requieren obtener información que les permite conocer sobre la estabilidad financiera del proyecto cuando esté funcionando. La forma de adelantar este objetivo es realizar una proyección de los balances financieros, y sobre ellos se aplican las técnicas de análisis financiero.

4.1 Financiación de la inversión

En esta parte se analizan tres aspectos: las fuentes de recursos para la inversión y las fuentes de créditos en proyectos industriales, para confluir en los criterios utilizados para la determinación de la estructura de financiamiento.

4.1.1 FUENTES DE RECURSOS PARA LA INVERSIÓN EN UN PROYECTO.

Los recursos para la financiación de proyectos se clasifican en fuentes internas y fuentes externas a la empresa. Las fuentes internas son recursos disponibles en empresas que ya están funcionando. Las principales fuentes internas son: utilidades no distribuidas, reservas

de depreciación, reservas de amortización, reservas voluntarias y reservas legales, ventas de activos. Las fuentes externas son: aportes de capital: venta de acciones o aumento del capital social de la empresa, colocación de bonos y obligaciones, préstamos.

4.1.2 PRÉSTAMOS EN LA FINANCIACIÓN DE UN PROYECTO.

Los préstamos son una de las fuentes externas más utilizadas en la financiación de los proyectos. Para acceder al crédito se debe cumplir una serie de condiciones, tales como:

- Plazo: corto, mediano, largo
- Tasa de interés
- Garantías
- Rubros financiables: activos fijos, tecnología, capital de trabajo
- Destino de los recursos dentro de cada uno de los rubros financiables: maquinaria nacional o importada, montaje, cartera, inventarios
- Localización del proyecto
- Plazo máximo, existencia de períodos de gracia
- Beneficiarios del préstamo: tipos de empresa, tamaño, tipo de producto fabricado
- Aporte mínimo de capital propio

Para un proyecto determinado se debe asegurar que se cumplen las condiciones de la entidad de crédito para contar con los recursos planeados en el proyecto. De esta forma se calcula una tabla de pago del crédito, discriminando la devolución del principal y el pago de intereses.

4.1.3 ESTRUCTURA DE CAPITAL.

La escogencia de la estructura de capital para el proyecto, o sea, la determinación de la parte de la inversión que se financia con capital propio y la parte financiada con crédito se basa en criterios financieros. Se analizarán los más utilizados.

- Disponibilidad de capital propio: cantidad de recursos que se pueden dedicar al proyecto.
- Condiciones de oferta y demanda de capital en la empresa: la presupuestación de capital presenta en una empresa unas necesidades para diferentes proyectos (demanda) y disponibilidad de capital propio y acceso al crédito (oferta). El criterio de asignación es la tasa de retorno obtenida en los proyectos.
- Costo de capital: en principio, el costo del crédito (intereses) es menor que el de capital propio (utili-

dades o dividendos), por lo que el mayor componente de crédito aumenta los resultados financieros.

- Las ventajas y las desventajas de financiación con crédito: a favor de la utilización de crédito se tienen en cuenta ventajas tributarias y mantenimiento del control de la dirección financiera de la empresa. En contra se deben tener presentes la carga fija financiera que constituye el pago de interés y la devolución de un crédito para una empresa y la preferencia por mantener un nivel bajo de endeudamiento por parte de las empresas.

4.2 Financiación en la operación

La estabilidad financiera del proyecto en el período de funcionamiento es de importancia para tres grupos de participantes en el mismo:

- Los inversionistas, quienes se plantean el problema de las utilidades que genera el proyecto en retorno de su capital invertido, utilidades proyectadas en términos de cantidad y tiempo.
- Las entidades que aportan recursos de crédito o de otras fuentes. Este grupo se interesa en conocer la capacidad del proyecto en devolver sus recursos a un plazo dado y en el pago de intereses.
- Los evaluadores del proyecto, quienes deben conceptuar sobre la viabilidad financiera.

La manera de estudiar la estabilidad financiera futura del proyecto es proyectar los estados financieros básicos, como son el balance general (estado de situación financiera) y el estado de ingresos y costos (pérdidas y ganancias). Sobre estos balances proyectados se efectúa un análisis con las técnicas de análisis financiero, que permite comprobar la estabilidad financiera futura del proyecto. Adicionalmente, se utiliza un estado financiero que muestre el flujo efectivo de dinero en el proyecto, el estado de fuentes y usos de fondos.

Estado de ingresos y costos

También llamado estado de pérdidas y ganancias, es un resumen de los ingresos y los costos para llegar a la utilidad del proyecto. A partir de la utilidad se determina el impuesto sobre la renta. Los datos básicos los proporciona la información sobre los presupuestos de ingresos y de costos. En el cuadro 3 se presenta un estado proyectado a varios años. Se debe proyectar a los años de operación, lo cual se simplifica si el proyecto se trabaja a precios constantes.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PERFECTO																
Concepto	Periodo Año I												Total 1	Total 2	Total 3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
I. Ingresos:																
• Ventas brutas																
• Menos descuentos, devolución																
VENTAS NETAS																
I. Menos egresos																
Costos de ventas																
• Materias primas																
• Mano de obra																
• Gastos indirectos																
MARGEN BRUTO																
2. Menos gastos																
• Gastos comerciales																
• Gastos administrativos																
• Gastos de puesta en marcha																
UTILIDAD OPERACIONAL																
• Menos interés																
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS																
• Menos impuestos																
UTILIDAD NETA																

CUADRO 3. Presupuesto de ingresos y costos.

CUADRO 4. Estado de situación financiera.

Estado de situación financiera

El cuadro 4 muestra un balance general proyectado, en el cual el activo representa los recursos que maneja la empresa. Los datos iniciales son las inversiones en el proyecto, las cuales varían año a año por efecto de la compra y venta de activos y por la disminución en el valor de los mismos por la depreciación y la amortización referenciados en el capítulo de ingresos y costos.

El pasivo representa las deudas de la empresa, representadas en un proyecto por los préstamos u otras fuentes externas de capital. El capital o patrimonio está constituido por los aportes de los socios y utilidades no distribuidas, además de los fondos o reservas que mantiene la empresa.

Concepto	Año		Año		Año	
	Subtotal	Total	Subtotal	Total	Subtotal	Total
I. ACTIVO						
<u>Corriente</u>						
Disponible						
Inventarios						
Cuentas por cobrar						
<u>Fijo</u>						
Terreno						
Instalaciones (- Depreciación)						
Equipos (- Depreciación)						
Estudios (- Amortización)						
TOTAL ACTIVOS						
2. PASIVOS						
<u>Corto plazo</u>						
Cuentas por pagar						
<u>Largo plazo</u>						
Préstamos						
TOTAL PASIVOS						
3. PATRIMONIOS						
Capital						
Reservas						
Utilidades no distribuidas						
TOTAL PATRIMONIO						

En términos generales, los activos son los recursos que maneja la empresa, y el pasivo y capital las fuentes de obtención de esos recursos; por tanto se cumple una ecuación fundamental en el balance general:

$$\text{ACTIVO} = \text{PASIVO} + \text{PATRIMONIO}$$

Técnicas de análisis financiero

Los estados anteriores se analizan utilizando unas técnicas establecidas que permiten conocer la situación financiera de una empresa.

Los métodos dinámicos u horizontales sirven como criterio comparativo año tras año, y establecen los aumentos o disminuciones en los conceptos de los balances y las tendencias o se visualizan gráficamente.

Los métodos estáticos o verticales permiten analizar las cuentas de los balances para cada año. Se establece una discriminación porcentual de las cuentas mayores (porcentajes de costos, porcentajes de activos) o bien se calculan unos indicadores o razones financieras.

CUADRO 5. Técnicas de análisis financiero.

<p>1. MÉTODOS DINÁMICOS U HORIZONTALES</p> <p>De aumentos o disminuciones</p> <p>De tendencias</p> <p>De gráficos estadísticos</p>
<p>2. MÉTODOS ESTÁTICOS O VERTICALES</p> <p>De porcentajes integrales</p> <p>De razones financieras</p> <p>Indicadores de liquidez: razón corriente, prueba ácida</p> <p>Indicadores de endeudamiento: razones de endeudamiento, <i>leverage</i> o apalancamiento</p> <p>Indicadores de actividad: rotación de cartera, periodo promedio de cobro, rotación de inventarios</p> <p>Indicadores de rendimiento: margen bruto de utilidad, margen operacional de utilidad, margen neto de utilidad, rentabilidad del activo total, rentabilidad del patrimonio.</p>

CUADRO 6. Indicadores financieros de aplicación a un proyecto

<p>1. INDICADORES DE LIQUIDEZ</p> <p>Razón corriente = Activo corriente/Pasivo corriente</p> <p>Prueba ácida = (Activo corriente - Inventarios)/Pasivo corriente</p>
<p>2. INDICADORES DE ENDEUDAMIENTO</p> <p>Nivel de endeudamiento = Total pasivo/Total activo</p> <p>Endeudamiento a corto plazo = Pasivo corriente/Pasivo total</p> <p><i>Leverage</i> o apalancamiento</p> <p><i>Leverage</i> total = Pasivo total/Patrimonio</p> <p><i>Leverage</i> financiero total = Pasivo con entidades financieras/Patrimonio</p>
<p>3. RENDIMIENTO</p> <p>Margen bruto de utilidad = Utilidad bruta/Ventas</p> <p>Margen operacional de utilidad = Utilidad operacional/Ventas</p> <p>Margen neto de utilidad = Utilidad neta/Ventas</p> <p>Rentabilidad de patrimonio = Utilidad neta/Patrimonio</p> <p>Rentabilidad del activo total = Utilidad neta/Activo total</p>

En el cuadro 5 se muestran las técnicas de análisis financiero, y en el cuadro 6 los indicadores financieros que se aplican al análisis de un proyecto, con las ecuaciones de cálculo. Los indicadores de rotación se aplican a los datos del proyecto en marcha; por lo que no se mencionan en el cuadro 6.

Estados de fuentes y usos de fondos

Los estados financieros mencionados anteriormente se calculan con un criterio contable-financiero. Son útiles para analizar la solidez financiera del proyecto y no se proponen detallar la situación de entrada y salida de dinero en el proyecto. Para estudiar esa situación y asegurar que los ingresos de diferentes de diferentes fuentes son suficientes para los desembolsos, se elaboran los estados de fuentes y usos de fondos.

El cuadro 7 es un esquema del estado de fuentes y usos de fondos en el período de instalación. El cuadro consolida los datos de las inversiones y la financiación de las mismas, asegurando que las entradas de capital de diferentes fuentes son suficientes para cubrir los componentes de la inversión.

CUADRO 7. Estado de fuentes y usos de fondos en el período de instalación.

Concepto	Instalación		Funcionamiento
	Año 1	Año 2	Año 3
FUENTES			
A. Externas			
Aportes de capital			
Préstamos			
Otras fuentes externas			
B. Internas			
Utilidades no distribuidas			
Reservas			
Saldo del año anterior			
C. Total fuentes			
Usos			
D. Inversiones			
Fijas			
Estudios previos			
Terreno			
Instalaciones			
Equipo			
Capital de trabajo			
Disponible			
Inventarios			
Cuentas por cobrar -			
Cuentas por pagar			
E. Total usos			
FUENTES - USOS = SALDO PARA AÑO SIGUIENTE			

El cuadro 8 consolida los datos de ingresos, de costos, devolución de créditos y pago de impuestos. Las cantidades en el cuadro representan las entradas y salidas de dinero en efectivo, por lo que en los costos no pueden figurar partidas de tipo contable (tales como depreciaciones y amortizaciones) que no son desembolsos efectivos de dinero. El objetivo del estado de fuentes y usos de fondos en el período de funcionamiento (cuadro 8 ya mencionado) es demostrar que el proyecto posee una capacidad de pago suficiente para el servicio de la deuda (capital e intereses), el pago de impuestos y la distribución de utilidades.

CUADRO 8. Estado de fuentes y usos de fondos en el período de funcionamiento

Concepto	Período de funcionamiento		
	Año 3	Año 4	Año 5
FUENTES			
Ventas			
Saldo período anterior			
Total fuentes F			
USOS			
Costos de producción			
Costos de distribución			
Costos de administración			
Parcial usos U			
Capacidad de pago F-U			
Servicio de la deuda Capital			
Intereses			
Impuestos			
Utilidades a distribuir			
Total usos K			
Fuentes F - Total usos K = Saldo para el año siguiente			

5. LA EVALUACIÓN EN EL PROYECTO

Métodos de evaluación aplicados a un proyecto

La evaluación que se analizará en esta parte del trabajo está orientada a la evaluación económico-financiera. Económica, en el sentido en que la evaluación tiene por objetivo la mejor utilización de unos recursos escasos dedicados a un proyecto, para lograr una maximización de beneficios. La evaluación es financiera en el sentido de estar basada en las cifras obtenidas en el estudio financiero, que contemplan la financiación de la inversión con recursos de préstamos o de otras fuentes. En esta sección se

describen inicialmente los métodos de evaluación y luego se aplican a un proyecto teniendo en cuenta factores de tipo financiero que intervienen para definir el alcance de la evaluación.

5.1 MÉTODOS EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

En la práctica de proyectos se han desarrollado métodos en dos categorías:

- No técnicos o métodos que no tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo.
- Técnicos o métodos que tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo; son los desarrollados en la ingeniería económica. Operan sobre la base del interés compuesto.

5.1.1 Métodos no técnicos.

No contemplan el concepto de interés compuesto o valor del dinero en el tiempo; son criterios de evaluación de corto plazo. Los más utilizados son el de rentabilidad y el de período de recuperación de la inversión y el de valor agregado.

- **Rentabilidad:** También definido como la tasa contable de utilidad, se define como una relación de utilidades en un período a la inversión para lograr las utilidades

$$r = \frac{u}{I} \times 100$$

El valor de u son las utilidades obtenidas en un año como la diferencia entre los ingresos y los costos; el valor de I se refiere a las inversiones utilizadas en el período respectivo. Puesto que en un proyecto la inversión a comienzo de un año es diferente a la inversión a final de año, se usa un valor promedio de inversión. En términos financieros, la rentabilidad se calcula para el total de la inversión, cuya medida es el total de activos que emplea el proyecto, y en ese caso se habla de rentabilidad para el total de capital. También se calcula la rentabilidad para el capital de los dineros de la empresa (capital propio o patrimonio) en cuyo caso la medida de la inversión es el patrimonio de la empresa o proyecto.

La rentabilidad es fácil de calcular; las utilidades se obtienen del balance de ingresos y costos y las inversiones del balance general. Como criterio de

evaluación, la rentabilidad es útil como medida de corto plazo de resultados de un proyecto.

$$r_{\text{patrim.}} = \frac{u}{\text{Patrimonio}} \times 100$$

- **Período de recuperación de la inversión (PRI):**

Con este método se determina el número de años requeridos para recuperar la inversión con las utilidades, resultado que se compara con el número de PRI aceptable para la empresa inversionista.

Si los flujos de utilidad son constantes en cada año, el cálculo se simplifica a la expresión:

$$PRI = \frac{I_o}{u}$$

El valor de I_o es la inversión inicial, y u la utilidad constante anual. Si la utilidad difiere entre períodos, el cálculo se realiza determinando, con la suma acumulada de utilidades, el número de años para recuperar la inversión.

La ventaja de la utilización de este método es la simplicidad del cálculo, pero tiene como desventajas no considerar las ganancias posteriores al período de recuperación, subordinando la aceptación del proyecto a un factor de liquidez, más que de resultado financiero. Tampoco considera el valor del dinero en el tiempo, asignando igual valor a los fondos generados en el primer año con los de los años futuros y a las inversiones.

- **Valor agregado:** El valor agregado o valor económico agregado (EVA) se define como la diferencia de los ingresos menos la totalidad de los egresos, incluidos el costo de capital y los impuestos. Al incluir el costo del capital se reconoce una rentabilidad mínima esperada por los accionistas.

El cálculo del EVA se realiza como la diferencia de la utilidad de las actividades ordinarias antes de intereses y después de impuestos (UAIDI), menos el valor contable del activo por el costo promedio del capital. El valor de UAIDI es el resultado de la utilidad neta más gastos financieros, menos utilidades extraordinarias más pérdidas extraordinarias.

Se descuentan las actividades y pérdidas extraordinarias, porque se considera que no están relacionados directamente con los gastos de la empresa.

El valor contable del activo se ajusta para reflejar el valor real de mercado de los activos, mediante ajustes

por inflación o modificaciones al valor de adquisición. La medida al costo promedio del capital está dada por el costo del patrimonio (costo de oportunidad de los inversionistas) y el costo de la deuda (costo de interés).

5.1.2 Métodos técnicos.

Los métodos que emplean el valor del dinero en el tiempo (interés compuesto) se emplean para análisis a mediano o largo plazo. Esta es la situación de los proyectos de ingeniería, siendo por tanto los recomendables para la evaluación.

Los métodos más utilizados son los de valor presente, tasa de retorno, valor presente del valor agregado y relación beneficio-costos.

- **Valor presente:** El fundamento del método es reducir todos los valores que intervienen en el proyecto, expresados como flujo de caja, a un valor en un punto inicial.

El flujo de caja se define como la diferencia entre los ingresos y los desembolsos:

$$FC = \text{Ingresos} - \text{Desembolsos}$$

Los desembolsos son las inversiones y los costos, y se toman en cuenta sólo los desembolsos efectivos en el proyecto (se excluyen los costos que constituyen registros contables como la depreciación y la amortización de las inversiones). La ecuación más sencilla del valor presente es:

$$VP(i) = \sum_0^n FC \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

En esta ecuación, FC es el flujo de caja.

Como criterio de decisión, el valor presente se compara así:

Si $VP(i) \geq 0$, el proyecto es factible

Si $VP(i) < 0$, el proyecto no es factible

Si se comparan varios proyectos, se escoge el de mayor valor presente.

- **Tasa de retorno:** En la tasa de retorno se mide la tasa, a condiciones de interés compuesto, con la que el proyecto devuelve la inversión inicial. Esta tasa se asimilaría a un margen de utilidad que se obtiene en el proyecto.

La forma práctica de calcular la tasa de retorno usa el concepto de la tasa de interés que hace

equivalentes los ingresos a los desembolsos. La equivalencia se puede lograr igualando el valor presente de los ingresos con el valor presente de los desembolsos; por tanto la tasa de retorno iguala el valor presente total al valor cero.

Como criterio de decisión, la tasa de retorno se compara con la tasa mínima que se espera de la inversión (Tasa Mínima Atractiva de Retorno, TMAR).

Si $TR \geq TMAR$, el proyecto es factible

Si $TR < TMAR$, el proyecto no es factible

- **Valor presente del valor agregado:** Para incluir el concepto del valor del dinero en el tiempo en el valor agregado, se halla el valor presente de los flujos de valor agregado utilizando como descuento el costo de oportunidad de los inversionistas.

La utilización de este método en un proyecto será similar a la de valor presente, y el criterio de evaluación es:

$VPVA(i) \geq 0$: el proyecto es factible

$VPVA(i) < 0$: el proyecto no es factible

- **Relación beneficio-costo:** La relación beneficio-costos se define como el valor presente de los ingresos (beneficios) del proyecto dividido entre el valor presente de las inversiones y los costos.

$$R_{B/C} = \frac{VP(i)Ingresos}{VP(i)Costos}$$

Como criterio de evaluación, la $R_{B/C}$ debe ser mayor o igual a uno para que el proyecto sea factible.

5.2 APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN A UN PROYECTO

En la sección 5.1 se estudiaron los métodos de evaluación, y en el presente numeral se aplicarán a la evaluación de un proyecto. Para este propósito se requiere tener en cuenta una serie de variables que no se mencionaron en los ejercicios desarrollados.

La tasa mínima atractiva de retorno establece un criterio de factibilidad. La evaluación se puede realizar antes o después de impuestos. La valoración y manejo del capital de trabajo, así como el valor de recuperación de las inversiones influyen en los resultados de la evaluación. Otra variable de importancia es la financiación de la inversión por préstamos u otras fuentes, lo cual repercute de manera directa en la evaluación para el inversionista que aporta capital propio.

En esta sección se analizarán esas variables y su influencia sobre la evaluación económico-financiera.

Tasa mínima atractiva de retorno

Para el cálculo de valor presente, y como criterio de comparación con la tasa de retorno obtenida en un proyecto, es necesario establecer un valor de la tasa de retorno mínima que aceptaría un inversionista (individual o empresarial) para colocar sus recursos.

Si el estudio financiero se elaboró a precios constantes, sin la intervención de la inflación, la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) fluctuaría en un rango de 8 a 12% anual, en proyectos industriales de riesgo normal. Se usa un valor de 10% como una TMAR representativa.

Cuando en el estudio financiero los ingresos y los costos se calcularon a precios corrientes con inflación (inflación promedio de 10% anual), la TMAR varía en un rango de 25 - 30% anual, con un valor representativo de 30%.

Impuestos en la evaluación

Los impuestos (sobre las utilidades) son desembolsos efectivos de dinero, por lo que influyen en el flujo de caja del proyecto. Sin embargo, en ocasiones se calculan los indicadores de valor presente y tasa de retorno antes de descontar los impuestos.

Evaluación antes de impuestos: Se utiliza el flujo de caja sin descontar los impuestos sobre las utilidades.

Evaluación después de impuestos: El inversionista está interesado en la evaluación después del impuesto a las utilidades (o impuesto a la renta). La determinación del impuesto requiere determinar las utilidades contables sobre las que se aplica la tasa del impuesto. Las utilidades contables son el resultado de los ingresos menos los costos efectivos y las depreciaciones y amortizaciones de las inversiones fijas (ingresos menos costos totales)

$$Utilidad(u) = Ingresos - (CostosEfectivos + Dep + Am)$$

Sobre las utilidades así determinadas se calculan los impuestos.

Al flujo de caja (ingresos - costos efectivos) se le restan los impuestos para determinar los indicadores del proyecto después de impuestos.

Valor de recuperación y capital de trabajo

Al terminar el período de operación o funcionamiento del proyecto, a algunos componentes de la inversión fija directa, que tienen una vida útil mayor que la del proyecto, se les debe asignar un valor de recuperación (o valor de salvamento). Es el caso de los siguientes componentes de la inversión:

- Terreno: no se deprecia; conserva por lo menos su valor inicial
- Edificios: Vida útil de 20 años
- A algunos equipos se les asigna un valor de recuperación al final del proyecto.

Para tener en cuenta el valor de recuperación, se determina un período de liquidación (en proyectos de alto valor, un año) o en el último año del proyecto se acumula como un ingreso el valor de recuperación.

El capital de trabajo no es depreciable, por lo que hace parte del valor de recuperación. Sus componentes no pierden valor con la utilización en el proyecto; por tanto, conservan por lo menos el valor de cuando se realizó la inversión.

La financiación en la evaluación

La financiación de la inversión en cuanto al momento de recibir y devolver el préstamo y el pago de intereses influye en los indicadores de resultado del proyecto. Por esto se definen dos tipos de evaluación: evaluación para la empresa y evaluación para el empresario.

Evaluación para la empresa: Como una medida de la forma como se utilizan los recursos en el proyecto sin tener en cuenta de donde provienen los fondos, se determinan los indicadores de valor presente y tasa de retorno para la empresa. En estas condiciones se realiza la evaluación para la empresa, con independencia de si los recursos son propios o prestados.

Evaluación para el empresario: Las condiciones de financiación definen la evaluación para la entidad o para el inversionista que realizará el proyecto, aportando un capital propio y consiguiendo financiación para una parte de las inversiones. En la evaluación para el empresario (con financiación) se considera un ingreso el préstamo en el momento en que se recibe, y un desembolso en el momento en el que se devuelve. Dentro de los costos se incluye el pago de intereses, como un costo financiero.

BIBLIOGRAFÍA

Amat, Oriol, *Valor Económico Agregado (EVA)*, Bogotá: Editorial Norma, 1999.

Baca, Gabriel, *Evaluación de proyectos*, México: McGraw-Hill, 1989.

Desai, M. B. "Preliminary Cost Estimating of Process Plants", en *Chemical Engineering*, July, 1981.

Drebin, Allan y Harold Bierman, *Managerial Accounting*. 3a. ed. Chatham; Kent Holt-Saunders Co., 1978.

Miranda, Juan José, *Gestión de proyectos*. 3a. ed., Bogotá: Editorial Guadalupe, 1998.

Reid, Walter y David Mylddelton, *The Meaning of Company Accounts*, 3a. ed., Cornwall: Gower Publishing Co., 1982.

Sapag, Nassir, *Criterios de evaluación de proyectos*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.

_____, y Reinaldo Sapag, *Preparación y evaluación de proyectos*, 2a. ed., México: McGraw-Hill, 1989.

Steinberger, Robert, "Reengineering the Capital Investment Process", en *Chemical Engineering*, octubre de 1994.

Tarquin, Anthony y Leland Blank, *Ingeniería económica*, 4a. ed., Bogotá: McGraw-Hill, 1999.