

## EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ANTEPROYECTOS

La evaluación de un anteproyecto permite cuantificar el impacto técnico-económico y/o social que representará el desarrollo de una determinada actividad. Esto hace que cualquier incorporación tecnológica esté sujeta primero a un análisis de factibilidad técnica y de beneficio-costos, que decidirá en definitiva la viabilidad de su implementación.

La elaboración de un anteproyecto de desarrollo requiere el disponer de una metodología clara y precisa que permita su construcción en forma ordenada y sistemática. En forma muy general, las etapas de un anteproyecto de desarrollo son:

- Definición de objetivos: se tendrán en cuenta las necesidades planteadas y la evaluación del mercado correspondiente.
- Definición del nivel de tecnología y los costos correspondientes.
- Definición de las alternativas: se definirán las posibles alternativas y se implementará la estructura técnica para cada una y los costos correspondientes.
- Análisis de factibilidad: se analizarán y compararán las distintas alternativas en base a sus costos y beneficios.

En este Resumen se darán recomendaciones sobre los aspectos a tener en cuenta en un análisis de factibilidad tecnológica (diseño, producción y comercialización) de dispositivos o sistemas electrónicos y se describirán los métodos de comparación de posibles alternativas técnicas en base a sus costos y beneficios.

El análisis de costos en el desarrollo de un anteproyecto debe ser realizado con el mayor cuidado posible, evitando la omisión de ítems que influyan en los indicadores económicos que se obtengan en la evaluación.

Por conveniencia, los costos totales están divididos en costos fijos y operacionales. Los costos fijos son aquellos no relacionados directamente del grado de utilización de la capacidad productiva.

- Depreciación de bienes
- Intereses sobre la inversión
- Alquileres (y costo de las instalaciones)
- Impuestos y seguros.

Los costos operacionales, son aquellos que están directamente relacionados al uso del sistema productivo, incluyendo:

- Materiales,
- Energía,
- Mano de obra
- Mantenimiento
- Operación

Los beneficios están asociados a los ingresos provenientes de las ventas del producto o de la incorporación de mayor tecnología a los encontrados en el mercado.

Para la evaluación económica se presentan dos métodos de aplicación en anteproyectos de desarrollo uno “estático” y otro “dinámico”:

- a) Estático: El cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).
- b) Dinámico: El cálculo de las Anualidades .

❖ **VALOR ACTUAL NETO: VAN**

Es el Valor en el tiempo cero, de todas las entradas y gastos que se realizan durante el tiempo de vida de los equipos de producción o el período de evaluación del anteproyecto.

Para el cálculo del VAN son necesarias las siguientes definiciones:

- **Flujo de Fondos (FF)**. Es la serie de valores en el tiempo (período de evaluación) de las inversiones, los egresos corrientes, los ingresos corrientes, los retornos brutos y los pagos o beneficios netos.
- **Inversiones Iniciales (I<sub>0</sub>)**. Son las inversiones que se realizan para cumplimentar el sistema productivo (pueden ser sólo en el tiempo inicial, o en otros períodos siguientes también).
- **Egresos Corriente anuales (EC)**. Son la suma de los costos corrientes anuales, impuestos anuales y otros gastos anuales.
- **Ingresos Corrientes anuales (IC)**. Son la suma de los ingresos anuales, incentivos tributarios anuales y otros ingresos anuales.
- **Retornos Brutos anuales (RB)**. Son los ingresos menos los egresos anuales.
- **Beneficios netos (BN)**. Son los retornos brutos menos las inversiones.

**Flujo De Fondos**

	<b>N = nº de períodos</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>T</b>	<b>n</b>
<b>(1)</b>	Inversiones (I <sub>0</sub> ) y valor de liquidación (L)	I <sub>01</sub>	I <sub>02</sub>	I <sub>03</sub>			L	
<b>(2)</b>	Egresos Corrientes Anuales (EC)	EC <sub>0</sub>	EC <sub>1</sub>	EC <sub>2</sub>	EC <sub>3</sub>	EC <sub>4</sub>	...	EC <sub>n</sub>
<b>(3)</b>	Ingresos Corrientes Anuales (IC)	IC <sub>0</sub>	IC <sub>1</sub>	IC <sub>2</sub>	IC <sub>3</sub>	IC <sub>4</sub>	...	IC <sub>n</sub>
	(3)-(2) Ingresos Brutos IB = IC - EC	IB <sub>0</sub>	IB <sub>1</sub>	IB <sub>2</sub>	IB <sub>3</sub>	IB <sub>4</sub>	...	IB <sub>n</sub>
	Utilidad Bruta UB = IB-IIB UB = IB - % IB	UB <sub>0</sub>	UB <sub>1</sub>	UB <sub>2</sub>	UB <sub>3</sub>	UB <sub>4</sub>	...	UB <sub>n</sub>
<b>(4)</b>	Retornos Anuales (R) = UB - IG = UB- % UB	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	...	R <sub>n</sub>
<b>(5)</b>	(4)-(1) Beneficios Netos Anuales (BN)	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	...	B <sub>n</sub>
<b>(6)</b>	$q^{-n} = \frac{1}{(1+i)^n}$	q <sub>0</sub>	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	...	q <sub>n</sub>
<b>(7)</b>	$q^{-T} = \frac{1}{(1+i)^T}$				q <sup>-T</sup>			
<b>(8)</b>	(7) x L = LT				LT			
<b>(9)</b>	(6) x (5) VN	VN <sub>0</sub>	VN <sub>1</sub>	VN <sub>2</sub>	VN <sub>3</sub>	VN <sub>4</sub>	...	VN <sub>n</sub>
<b>10</b>	VAN = SUMA (9)+(8)	VAN						

El valor Actual neto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{N=0}^T B_n \cdot q^{-n} + LT_n \cdot q^{-T}$$

Donde:

**VAN** = Valor actualizado neto

**B<sub>n</sub>** = Beneficio Neto en el año n

**i** = tasa de descuento (TCO) (para evaluar anteproyectos usualmente es Considerado una Tasa de Costo de oportunidad de TCO=12%)

**q** = (1+i)

**T** = tiempo de vida del equipo (en años)

**N** = período de evaluación del anteproyecto ( en años)

**LT** = Valor de liquidación a los T años.

Si todas las inversiones son en el tiempo inicial y los retornos son constantes, el VAN puede calcularse con la siguiente expresión:

$$VAN = -I_0 + LT \cdot q^{-T} + R \cdot FA(i, T)$$

Donde:  $FA(i,T)$  es llamado el factor de actualización, correspondiente a la tasa  $i$ , y al tiempo de vida del equipamiento  $T$ , que se define como:

$$FA(i,T) = \sum_{n=1}^T q^{-n} = \frac{1}{FR(i,T)}$$

$FR(i,T)$ , es definido como el factor de recuperación.

Si el VAN es mayor o igual que cero, el anteproyecto es rentable y factible su realización.. Un valor negativo del VAN significa que la rentabilidad para el capital invertido es menor que la deseada (tasa de descuento o tasa de costo de oportunidad (TCO)).

❖ **TASA INTERNA DE RETORNO: TIR**

Otro indicador importante para la evaluación del anteproyecto es la Tasa Interna de Retorno TIR, que se obtiene para un VAN = 0. O sea, la TRI es independiente de la tasa de descuento e indica el retorno intrínseco del anteproyecto.

Para la evaluación del anteproyecto por intermedio de este indicador, se tiene en cuenta una alternativa tomando la rentabilidad de las inversiones que usualmente realizan quienes están interesados en desarrollar el anteproyecto. Esto se efectúa mediante una tasa de descuento denominada Tasa de Costo de Oportunidad (TCO). Entonces, si:

**TIR > TCO** el anteproyecto es factible económicamente.

*Usualmente es considerado que la Tasa Interna de Retorno de un anteproyecto*, para que este sea favorable debe ser por lo menos mayor de  $TIR > 20\%$ . En caso de ser menor habrá que reconstruir nuevamente el Flujo de Fondos, para un período  $n$  mayor o reducir los costos corrientes, o diseñar un plan de financiamiento, para reducir el efecto de la Inversión inicial en la Tasa de Retorno.

Ejemplo: Con los datos de la tabla siguiente y para una tasa de descuento  $i = 10\%$ , calcular el VAN del anteproyecto de creación de un Laboratorio de Electrónica para el desarrollo de dispositivos de Control Industrial. El cálculo de los retornos y beneficios netos y el VAN se presenta en el Flujo de Fondos construido. Los factores de Recuperación han sido tomados de la Tabla Anexo.

**Flujo de Fondos**

	<b>n = 4 periodos anuales</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>L</b>
<b>(1)</b>	Inversiones (Io) y valor de liquidación (L)	-7000					5000
<b>(2)</b>	Egresos Corrientes Anuales (EC)		3000	4000	6000	6000	
<b>(3)</b>	Ingresos Corrientes Anuales (IC)		7750	8750	10750	10750	
<b>(4)</b>	(3)-(2) Retornos Anuales (R)		4750	4750	4750	4750	
<b>(5)</b>	(4)-(1) Beneficios Netos Anuales (BN)	-7000	4750	4750	4750	4750	
<b>(6)</b>	$q^{-n} = \frac{1}{(1+i)^n}$ $i=10\%$	1,00	0,909	0,826	0,751	0,683	
<b>(7)</b>	$LT=L.q^{-T} = 5000 \cdot 0,683$						3415
<b>(9)</b>	(6) x (5)= VN	-7000	4317	3924	3567	3244	8053
<b>10</b>	VAN = SUMA (9)+(7)						

**VAN = + 11468**

**TIR = 65 %**

Es rentable considerando que se cumplen ingresos corrientes anuales (IC).

❖ **LAS ANUALIDADES : (An)**

**1. Anualidades de los Retornos.**

El VAN y la TIR son muy dependientes de la inversión inicial I<sub>0</sub> y fundamentalmente el VAN del tiempo de vida n del anteproyecto y del equipamiento (T), desfavoreciendo a los anteproyectos de alta inversión y a los de corta duración. Las Anualidades son indicadores mas estable y constantes para efectuar las predicciones económicas y evaluar los anteproyectos.

El cálculo de las “Anualidades” permite superar las limitaciones del VAN respecto a la duración del anteproyecto.

La idea básica en este cálculo es la misma que en el método de las anualidades de gastos financieros, pero en este caso se tienen en cuenta los ingresos.

Para determinar las anualidades se calcula en primer término el VAN y luego se “transforma” ese VAN en “una serie de beneficios anuales de igual monto distribuidos durante la vida útil”.

Las anualidades de ingresos, A<sub>n</sub> se calculan mediante la siguiente expresión:

$$A_R = VAN .FR(i, T)$$

Expresa la recuperación de inversión inicial en el tiempo de vida considerado en el anteproyecto

Si la inversión inicial I<sub>0</sub> es sólo al inicio y los Retornos anuales, R son iguales, entonces la expresión se simplifica:

$$A_R = (-I_0 + LT.q^{-T}).FR(i, T) + R$$

donde

$$q = (1 + i)$$

**FR (i, T)**, es el definido Factor de Recuperación, para una tasa de descuento i en el tiempo T.

items	r= r' de períodos	0	1	2	3	4	L	
1	Inversiones (I <sub>0</sub> ) y valor de liquidación (L)	I <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>			L	
2	Egresos Corrientes Anuales (EC)		EC <sub>1</sub>	EC <sub>2</sub>	EC <sub>3</sub>	EC <sub>4</sub>		
3	Ingresos Corrientes Anuales (IC)		IC <sub>1</sub>	IC <sub>2</sub>	IC <sub>3</sub>	IC <sub>4</sub>		
4	(3)-(2) Retornos Anuales (R)		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>		
5	(4)-(1) Beneficios Nétos Anuales (BN)		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>		
6	$q^{-n} = \frac{1}{(1+i)^n}$	q <sup>0</sup>	q <sup>1</sup>	q <sup>2</sup>	q <sup>3</sup>	q <sup>4</sup>		
7	$q^{-T} = \frac{1}{(1+i)^T}$	q <sup>T</sup>						
8	(7)xL =LT						LT	
9	(6)x (5) VN		VN <sub>1</sub>	VN <sub>2</sub>	VN <sub>3</sub>	VN <sub>4</sub>	SUMA	
10	VAN=SUMA(9)+(8)	VAN						

para **FR(i, T) = 0,315** para i=10% y T=5 años

$$A_n = VAN .FR(i, T)$$

$$A_n = (-I_0 + LT) .FR(i, T) + R$$

Si las Anualidades son mayores o iguales a Cero, la inversión es rentable y el anteproyecto tiene factibilidad positiva.

Ejemplo: Se presentan datos referidos a la inversión, tiempo de vida, valor de liquidación y retornos anuales constantes (iguales) . Se necesita calcular las Anualidades de Retornos correspondientes, suponiendo que la tasa de descuento es i = 10%.

items	n= n° de períodos	0	1	2	3	4	L
1	Inversiones (I <sub>0</sub> ) y valor de liquidación (L)	-7000					5000
2	Egresos Corrientes Anuales (EC)						
3	Ingresos Corrientes Anuales (IC)						
4	(3)-(2) Retornos Anuales (R)		4750	4750	4750	4750	
5	(4)-(1) Beneficios Netos Anuales (BN)	-7000	4750	4750	4750	4750	
6	$q^{-n} = \frac{1}{(1+i)^n}$	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
7	$q^{-T} = \frac{1}{(1+i)^T}$				0,683		
8	(7) x L = LT				3415		3415
9	(6) x (5) VN	-7000	4317,8	3923,5	3567,3	3244,3	8053
10	VAN = SUMA (9)+(8)				11468		
	<b>FR(i,T) = 0,315</b> para i= 10% y T= 5 años						
	<b>An = VAN . FR(i,T)</b>		3612				
	<b>An = (-I<sub>0</sub>+LT) . FR(i,T) +R</b>		3621				

Las Anualidades de Ingreso se calculan con la expresión siguiente:

$$A_R = (-I_0 + LT \cdot q^{-T}) \cdot FR(i, T) + R$$

### Anualidades de Costos.

Considerando los precios constantes y una tasa de descuento (i) %, se obtiene la *Anualidad de Costos* con la siguiente expresión:

$$A_C = CC + (I_0 - L) \cdot FR(i, T) + L \cdot i$$

Donde:

- CC = costos corriente anuales
- I<sub>0</sub> = inversión inicial
- L = valor de liquidación
- FR(i, T) = Factor de retorno para i y T

Esto implica el costo anualizado.

Es un valor constante, independiente de la inversión inicial I<sub>0</sub> y del período de vida del anteproyecto n y del equipamiento T.

### ❖ TASA DE DESCUENTO:

Si se trata de una inversión con financiamiento, generalmente se desea que la rentabilidad del anteproyecto permita cubrir como mínimo los intereses activos correspondientes y éstos determinan la tasa de descuento a aplicar en la evaluación del anteproyecto.

La TIR, es la tasa de descuento i(%) con mínimo nivel de rentabilidad exigido a un anteproyecto. En la determinación del VAN, a veces, i(%) se iguala a la tasa de interés pasivo que generaría el dinero invertido puesto en una cuenta de ahorro (i=5%) o la tasa de interés activa aplicado a un préstamo (i = 18%); pero no hay ninguna razón para que esos sean los niveles de rentabilidad deseados.

Para la evaluación de anteproyectos la tasa de descuento que usualmente se aplica es de i = 12%

Cuando hay problemas para determinar una tasa de descuento (i\*) adecuada para cálculos de rentabilidad, si se quieren, especialmente en situaciones del alto índice inflacionario, en estos casos una alternativa consiste en utilizar como tasa de descuento la *tasa de interés real* i\*, que se calcula a partir de la tasa nominal p, y la tasa de inflación a, manteniendo constantes los valores de ingresos y egresos, mediante la siguiente expresión:

$$i^* = \frac{1+p}{1+a} - 1$$

❖ **PRECIO ESTIMADO DEL PRODUCTO**

Las anualidades de costos pueden aproximarse expresados como:

$$A_c = CC + (I_0 - L) \cdot FR(i, T) + L \cdot i$$

si existe valor residual o de liquidación L, al final del período,  
o también :

$$A_c = (I_0) \cdot FR(i, T) + CC$$

si no existe valor de liquidación, L = 0.

Entonces, el *costo unitario estimado* (CUE), del producto será, para un volumen (V) determinado :

$$CUE = \frac{A_c}{V} \left[ \frac{\$}{unidad} \right]$$

donde, el precio estimado de venta del producto (PVN)<sub>estimado</sub> podrá aproximarse como:

$$PVN = CUE + BB$$

Donde:

**PVN** = precio de venta neto del producto

**CUE** = costo unitario

**BB** = beneficios que quieren obtenerse

De esta manera se puede comparar el precio de venta neto del producto, con otro, puesto en fábrica, siempre que sean comparables sus características funcionales y de uso.

**Bibliografía de referencia:**

- ✓ Adolfo ARATA, Manfred Horn, “Costos y Evaluación Económica”, CYTED-D Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo . EDIT. R. CORBALAN y Otros. 1992.
- ✓ H.FINCK, y G OELERT: “Guía para el cálculo de rentabilidad de anteproyectos de inversión”, GTZ, Eschoborn. Alemania, 1985.
- ✓ Ricardo CESARI, “Evaluación Económica de Transferencia de Tecnología -apuntes de Cátedra”. UTN- DPTO. Electrónica-1995.
- ✓ Anexos: Tablas de índices de Actualización y Recuperación