

TEMA 4:

EVALUACIÓN ECONÓMICA

4.1 Componentes de la evaluación económica

La inversión que va a suponer un proyecto es uno de los aspectos más importantes que se ha de establecer

Necesidad de realizar un presupuesto de inversión que sea el resultado de la evaluación de los denominados “**costes del capital**”

El funcionamiento para la producción del bien deseado lleva a un presupuesto de explotación, cuya evaluación está constituida por los denominados “**costes de operación**”

La relación de estos costes junto con los beneficios, generalmente expresados como **rentabilidad**, permite establecer un flujo económico y, por tanto, valorar los diferentes costes en función del tiempo u “**horizonte de inversión**”

Se hace necesario incorporar conceptos como **financiación** o **amortización**, sin olvidar los **impuestos**

4.2 Estimación de costes: conceptos y tipos

Estimación de costes: evaluación de todos los costes de un proyecto Según los datos empleados, el tiempo de realización y la precisión empleada, se distinguen tres tipos principales de estimación (American Association of Cost Engineers, AACE, www.aacei.org):

- **Cálculo de orden de magnitud:** Método rápido basado en datos anteriores para tipos de proyectos similares que se utiliza para el estudio de rentabilidad. Error entre +50% y -30%.
- **Cálculo preliminar:** Establecimiento de un primer presupuesto que permita la captación de fondos (con ayuda de un anteproyecto); requiere información más detallada sobre las partes principales del proyecto. Error entre +30% y -15%.
- **Cálculo detallado:** Se realiza sólo para proyectos casi finalizados conocida la ingeniería de detalle. Error entre +15% y -5%.

4.2.1 Índices de costes

El valor del dinero no es constante en el tiempo debido a diferentes factores económicos

La tasa de variación del nivel de precios está relacionada con la “*inflación*” y hace que los datos de costes sólo puedan ser exactos en el momento en que se obtienen

Para actualizar los costes para su uso en cálculos de estimación se utilizan los denominados “**índices de costes**” (i), que permiten expresar el valor de un bien refiriéndolo a fechas determinadas:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{i_2}{i_1} \quad [4.1]$$

Por tanto, el coste actual puede obtenerse como:

$$C_2 = C_1 \left(\frac{i_2}{i_1} \right) \quad [4.2]$$

Estos índices se publican periódicamente por diversas organizaciones especializadas, siendo los más utilizados los que siguen

El uso de índices ha de hacerse con precaución, cuidando de que los intervalos de tiempo sean lo más cortos posibles (**no mayores de 5 años**)

El uso de un índice concreto proporciona resultados diferentes a los proporcionados por el uso de un índice diferente.

Chemical Engineering (CE) Plant Cost Index

Economic Indicators

2009 ■ 2010 ■ 2011 ■ 2012 ■

DOWNLOAD THE **CEPCI** TWO WEEKS SOONER AT WWW.CHE.COM/PCI

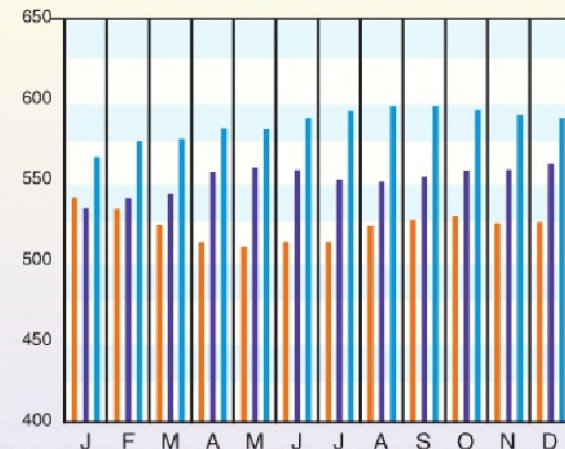
CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX (CEPCI)

(1957-59 = 100)

CE Index	Dec.'11 Prelim.	Nov.'11 Final	Dec.'10 Final
Equipment	718.6	721.0	674.6
Heat exchangers & tanks	681.5	686.7	627.1
Process machinery	670.9	674.1	627.6
Pipe, valves & fittings	902.1	899.3	854.3
Process instruments	427.4	428.0	426.2
Pumps & compressors	910.1	910.4	903.6
Electrical equipment	511.5	510.6	488.4
Structural supports & misc	762.4	767.5	696.3
Construction labor	324.5	326.6	328.1
Buildings	519.1	519.0	503.3
Engineering & supervision	329.6	330.4	335.6

Annual Index:

2003 = 402.0
2004 = 444.2
2005 = 468.2
2006 = 499.6
2007 = 525.4
2008 = 575.4
2009 = 521.9
2010 = 550.8



Marshall and Swift (M&S) Installed Equipment Cost Index

Economic Indicators

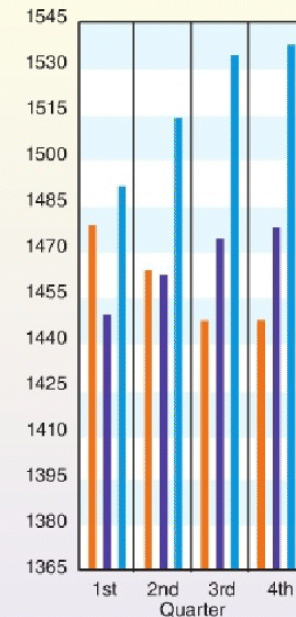
2009 ■ 2010 ■ 2011 ■ 2012 ■

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX

(1926 = 100)	4th Q 2011	3rd Q 2011	2nd Q 2011	1st Q 2011	4th Q 2010
M & S INDEX	1,536.5	1,533.3	1,512.5	1,490.2	1,476.7
Process industries, average	1,597.7	1,592.5	1,569.0	1,549.8	1,537.0
Cement	1,596.7	1,589.3	1,568.0	1,546.6	1,532.5
Chemicals	1,565.0	1,559.8	1,537.4	1,519.8	1,507.3
Clay products	1,583.6	1,579.2	1,557.5	1,534.9	1,521.4
Glass	1,495.7	1,491.1	1,469.2	1,447.2	1,432.7
Paint	1,613.6	1,608.7	1,584.1	1,560.7	1,545.8
Paper	1,507.6	1,502.4	1,480.7	1,459.4	1,447.6
Petroleum products	1,704.9	1,698.7	1,672.0	1,652.5	1,640.4
Rubber	1,644.2	1,641.4	1,617.4	1,596.2	1,581.5
Related industries					
Electrical power	1,515.0	1,517.6	1,494.9	1,461.2	1,434.9
Mining, milling	1,659.6	1,648.6	1,623.5	1,599.7	1,579.4
Refrigeration	1,889.4	1,884.4	1,856.4	1,827.8	1,809.3
Steam power	1,574.3	1,572.2	1,546.5	1,523.0	1,506.4

Annual Index:

2003 = 1,123.6	2004 = 1,178.5	2005 = 1,244.5	2006 = 1,302.3
2007 = 1,373.3	2008 = 1,449.3	2009 = 1,468.6	2010 = 1,457.4



Source: Marshall & Swift's Marshall Valuation Service manual. Reprinted and published with permission of Marshall & Swift/Boeckh, LLC and its licensors, copyright 2010. May not be reprinted, copied, automated or used for valuation without permission.

Índice de Precios Industriales, IPRI, del Instituto Nacional de Estadística, INE

Instituto Nacional de Estadística

Índice de Precios de Consumo. Base 2011 Febrero 2012

1. Índices nacionales: general y de grupos

Grupo	Índice	% Variación			Repercusión	
		Mensual	En lo que va de año	Anual	Mensual	En lo que va de año
ÍNDICE GENERAL	100,4	0,1	-1,0	2,0		
1. Alimentos y bebidas no alcohólicas	101,5	0,1	0,4	2,6	0,021	0,067
2. Bebidas alcohólicas y tabaco	102,6	0,3	0,5	2,2	0,009	0,014
3. Vestido y calzado	91,6	-1,7	-15,9	0,0	-0,126	-1,326
4. Vivienda	101,9	0,2	0,7	3,3	0,021	0,083
5. Menaje	100,1	-0,1	-1,0	1,1	-0,004	-0,065
6. Medicina	97,7	0,1	-0,1	-2,9	0,002	-0,002
7. Transporte	103,5	0,8	2,7	5,3	0,128	0,406
8. Comunicaciones	97,0	0,1	-2,0	-3,5	0,002	-0,078
9. Ocio y cultura	99,1	0,2	-2,2	0,4	0,018	-0,167
10. Enseñanza	102,1	0,0	0,1	2,8	0,000	0,002
11. Hoteles, cafés y restaurantes	100,0	0,1	0,0	0,9	0,007	-0,004
12. Otros bienes y servicios	101,5	0,3	0,8	2,3	0,026	0,074

2. Índices nacionales de grupos especiales

Grupo especial	Índice	% Variación		
		Mensual	En lo que va de año	Anual
Alimentos				
Con elaboración, bebidas y tabaco	101,9	0,2	0,5	2,8
Sin elaboración	101,0	0,0	0,2	1,8
Con bebidas y tabaco	101,6	0,1	0,4	2,5
Sin elaboración y productos energéticos	103,5	0,7	2,3	5,7
Bienes industriales	99,7	0,0	-2,6	2,4
Duraderos	99,7	0,1	-0,7	0,1
Productos energéticos	104,9	1,1	3,5	7,9
Carburantes y combustibles	106,5	1,5	4,8	10,4
Sin energía	99,6	0,0	-2,8	2,5
Sin productos energéticos	97,5	-0,4	-5,1	0,1
Servicios	100,4	0,1	-0,1	1,3
Sin alquiler de vivienda	100,4	0,2	-0,2	1,3
ÍNDICE GENERAL				
Sin alimentos, bebidas y tabaco	100,0	0,1	-1,4	1,8
Sin alquiler de vivienda	100,4	0,1	-1,0	2,0
Sin productos energéticos	99,8	0,0	-1,6	1,2
Sin alimentos no elaborados ni productos energéticos	99,7	0,0	-1,7	1,2
Sin tabaco	100,3	0,1	-1,0	2,0
Sin servicios	100,4	0,1	-1,6	2,4
Sin carburantes ni combustibles líquidos	99,9	0,0	-1,6	1,5

Índice de Precios al Consumo, IPC, del Instituto Nacional de Estadística, INE

Instituto Nacional de Estadística

IPRI - FEBRERO 2012

2. Índice general y por ramas de actividad (CNAE 2009)

	Índice	% variación		
		Mensual	En lo que va de año	Anual
ÍNDICE GENERAL	126,6	0,6	1,5	3,4
B. Industrias extractivas	121,7	0,8	0,7	0,8
Extracción de antracita, hulla y lignito	140,2	4,4	4,6	3,9
Otras industrias extractivas	117,6	-0,1	-0,2	0,1
C. Industria manufacturera	121,4	0,6	1,4	3,0
Industria de la alimentación	118,4	0,4	0,6	1,5
Fabricación de bebidas	121,9	0,5	1,3	2,5
Industria del tabaco	143,5	-1,8	-1,8	2,0
Industria textil	115,5	0,1	0,1	1,6
Confección de prendas de vestir	106,6	0,0	0,2	0,2
Industria del cuero y del calzado	109,0	-0,1	0,3	1,7
Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	113,7	0,1	0,4	1,1
Industria del papel	114,5	-0,3	-0,7	1,3
Artes gráficas y reproducción de soportes grabados	109,7	-0,2	-0,7	1,6
Coquerías y refino de petróleo	162,3	2,3	7,4	16,8
Industria química	129,8	0,9	2,4	3,2
Fabricación de productos farmacéuticos	101,5	-0,3	-0,5	-0,6
Fabricación de productos de caucho y plásticos	116,7	0,7	1,0	3,1
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	114,5	0,4	0,6	1,6
Metalurgia	133,3	1,1	1,7	-1,7
Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	119,3	0,1	0,3	0,7
Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	95,7	-0,1	0,1	-0,5
Fabricación de material y equipo eléctrico	122,8	0,2	0,3	0,3
Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	113,8	0,2	0,6	1,5
Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	106,8	0,1	0,4	1,3
Fabricación de otro material de transporte	105,6	0,4	0,4	0,6
Fabricación de muebles	114,9	0,1	0,3	1,3
Otras industrias manufactureras	128,0	0,2	0,9	4,2
D. Suministro de energía eléctrica y gas	164,1	0,6	1,9	5,8
E. Suministro de agua	127,8	0,2	2,5	3,0

4.3 Estimación de los costes de capital

El capital que es necesario invertir en un proyecto es principalmente capital inmovilizado: coste total de la compra, transporte e instalación de los equipos de proceso

Ante la escasez de datos, se hace la estimación de los costes de inmovilizado mediante métodos rápidos de tipo general o factorial:

- **Método de Williams:** Es un método de **tipo general** que refleja el concepto de economía de escala, ya que admite que el inmovilizado (**I**) y la producción anual o capacidad de la planta o equipo (**Q**) están relacionados por una expresión potencial del tipo (en la que **a** y **b** son constantes)

$$I = a Q^n \quad [4.3]$$

Para dos instalaciones del mismo tipo y diferente capacidad, se tendrá:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{Q_2}{Q_1} \right]^n \quad [4.4]$$

siendo la constante **n** un factor de escala empírico, que se ha determinado para numerosas **instalaciones** y **equipos individuales** y que suele oscilar entre 0,45 y 0,75 (muy frecuentemente se utiliza el valor 0,6).

1987 Capital Cost Data for Processing Plants

Compound	Source or Route	Typical Plant Size (tons/yr)	Investment Cost (\$)	Investment (\$/annual ton)	Size Factor (n)	Remarks
Acetaldehyde	Ethylene	50,000	10,000,000	210	0.70	Metallic catalyst required
Acetylene	Natural gas	75,000	28,000,000	370	0.70	High purity
Alumina	Bauxite	100,000	27,000,000	270		
Aluminum sulfate		75,000	5,500,000	80		
Ammonia		500,000	47,000,000	94	0.70	
Ammonium phosphate		250,000	7,400,000	30	0.68	Fertilizer grade
Ammonium sulfate		140,000	3,500,000	27		
Carbon black		10,000	8,500,000	300		
Carbon dioxide		200,000	7,100,000	35		
Carbon tetrachloride		30,000	7,400,000	250		
Butadiene	Butane	100,000	150,000,000	1500	0.70	
Butadiene	Butylenes	200,000	210,000,000	1000	0.70	
Chlorine/caustic	Cl ₂ : NaOH	70,000	38,000,000		0.69	
Cyclohexane		100,000	2,200,000	24	0.70	Does not include hydrogen plant
Diphenylamine		10,000	7,100,000	710		
Ethanolamine		25,000	5,200,000	210		
Ethyl alcohol	From ethylene by direct hydration of ethyl sulfuric acid	75,000	11,000,000	150	0.72	Manufacturing costs are lower in the direct hydration process
Ethylbenzene		20,000	5,300,000			These chemicals are produced simultaneously
Paraxylene		8,500	3,200,000			
Ethyl chloride		15,000	8,900,000	390		
Ethyl ether		25,000	3,500,000	100		
Ethylene	Refinery gases or hydrocarbons	300,000	44,000,000	150	0.71	
Ethylene dichloride		25,000	9,400,000	370	0.71	
Ethylene oxide	Direct oxidation of ethylene	100,000	27,000,000	270	0.67	Cost also includes conversion to ethylene glycol as needed
37% Formaldehyde	Hydrocarbons	100,000	38,000,000	380		
Glycerin (synthetic)		35,000	16,000,000	460	0.67	
Hydrofluoric acid		15,000	77,000,000	520		
Hydrogen		60,000	19,000,000	320	0.80	
Isopropyl alcohol		150,000	22,000,000	150		
Maleic anhydride		50,000	53,000,000	1100		
Melamine		70,000	34,000,000	480		
Methanol	Natural gases	210,000	27,000,000	130	0.71	
Methyl chloride	Methanol	10,000	1,500,000	150	0.72	
Methyl ethyl ketone		35,000	1,000,000	320		
Methyl isobutyl ketone		25,000	3,700,000	150		
Methyl isobutyl carbonyl		10,000	2,200,000	220		
Nitric acid		50,000	15,000,000	300		
Oxygen plants		150,000	6,800,000	44	0.71	
Phenol		45,000	27,000,000	590		
Phosphoric acid (as P ₂ O ₅)		100,000	7,100,000	71	0.66	Wet process—contains 30% P ₂ O ₅
Cis-polybutadiene		50,000	35,000,000	710	0.67	
Polyethylene (high-pressure)		200,000	41,000,000	210	0.70	
Polyethylene (low-pressure)		50,000	65,000,000	1300	0.70	High-purity ethylene required
Polyisoprene (includes manufacture of the monomer)		30,000	15,000,000	940	0.74	
Soda ash	Natural brine	400,000	100,000,000	250		No synthetic plants built since 1934
Sodium metal		20,000	21,000,000	1000		
Styrene		20,000	25,000,000	1300		
Sulfuric acid	Contact process	280,000	6,200,000	24	0.67	
Sulfur recovery	Refinery gases	15,000	4,400,000	300		
Toluene diisocyanate		12,500	22,000,000	1800		
Urea		140,000	13,000,000	92		
Vinyl acetate		40,000	21,000,000	520		
Vinyl chloride monomer		100,000	5,900,000	59		
Refinery Products		(Bbl./Day)				
Alkylation units (H ₂ SO ₄ or HF)		10,000	23,000,000	2300		
BTX extraction	From reformer streams; e.g., Udex	10,000	10,000,000	1000	0.70	
Cat. cracker (fluid)	Cost based on fresh feed	35,000	41,000,000	1200		Includes vapor recovery and CO boiler
Cat. reformer		23,000	22,000,000	1100		
Crude distillation units		100,000	14,000,000	140		
Delayed coker		14,000	15,000,000	1100		
Hydrocracker		28,000	62,000,000	2200		
Wax plants		7,500	2,700,000	350		
Gas absorption and dehydration plants		50 MM cfd.	5,900,000			

Source: I.E. Hisehuth, Updated investment costs for 60 types of chemical plants, *Chemical Engineering*, Dec. 4, 1987, p. 214.

Exponentes típicos para costo del equipo según la capacidad

Equipo	Tamaño	Unidad	Costo aproximado, \$000	Gama de tamaño	Exponente
Agitador, turbina, entrada superior, FOB	10 (7,5)	hp (kW)	7,0	2-30 (1,5-22,4)	0,45
Agitador, turbina, entrada superior, cerrado, FOB	10 (7,5)	hp (kW)	10,7	2-200 (1,5-150)	0,56
Soplador centrífugo, 4 psi (27,6 kPa), DEL, sin motor	10 (4,72)	10 ³ scf ³ /min (sm ³ /s)	67	0,5-150 (0,24-71)	0,60
Quebradora de cono, FOB, sin motor	100 (74,6)	hp (kW)	130	30-300 (22,4-234)	0,92
Quebradora de mandíbulas, FOB, sin motor	10 (7,5)	hp (kW)	34	1-60 (0,75-44,7)	0,65
Quebradora de mandíbulas, FOB, sin motor	100 (74,6)	hp (kW)	284	60-400 (44,7-300)	0,81
Bomba centrífuga, C/S, FOB, sin motor	10 (7,5)	hp (kW)	1,6	0,5-40 (0,37-30)	0,30
Bomba centrífuga, C/S, FOB, sin motor	100 (74,6)	hp (kW)	4,4	40-400 (30-300)	0,67
Transportador de banda, C/S, FOB	100 (9,3)	ft ² (m ²)	6,7	60-200 (5,6-18,6)	0,50
Transportador de sifón, C/S, DEL, sin motor	70 (540)	ft x m diámetro (m x mm diámetro)	10	50-100 (390-780)	0,46
Centrífuga, automática por cargas, horizontal, C/S, FOB	20 (1,86)	Área filtro, ft ² (m ²)	100	7-80 (0,65-7,43)	0,65
Compresor reciprocante, menos de 1000 psi, FOB, con motor	300 (224)	hp (kW)	133	1-20.000 (0,75-1.490)	0,84
Cristalizador, circulación forzada, C/S, FOB	100 (91)	ton/día (TM/día)	283	10-1.000 (9,1-970)	0,59
Secador de tambor, C/S, FOB, sin motor	100 (9,3)	ft ² (m ²)	73	10-400 (0,9-37)	0,52
Secador por vacío, bandejas, C/S, FOB, sin bandejas ni equipo de vacío	100 (9,3)	ft ² (m ²)	17	15-1.000 (1,4-93)	0,56
Colector de polvo, tela, agitador, FOB, con motor	10 ⁴ (4,7)	scf ³ /min (m ³ /s)	17	10 ¹ -5 x 10 ⁴ (0,47-23,6)	0,79
Colector de polvo, ciclones múltiples, FOB	10 ⁴ (4,7)	scf ³ /min (m ³ /s)	7	10 ¹ -1,5 x 10 ⁴ (0,47-70,8)	0,66
Secador por vacío, bandejas, C/S, FOB, sin bandejas ni equipo de vacío	10 ⁴ (4,7)	ft ² /min a 40 °C	77	10 ¹ -8 x 10 ⁴ (0,47-73,8)	0,39
Precipitador electrostático, FOB	2 x 10 ⁵ (94)	(m ³ /s)	383	8 x 10 ⁴ -10 ⁶ (37,8-472)	0,81
Eyector, una etapa, vapor a 100 psig, FOB	3 (10 ⁻³)	lb/h (aire/mm Hg absoluto)	2,7	0,2-30 (6,8x10 ⁻⁴ -0,1)	0,50
Eyector, dos etapas, FOB, con condensador y tubos	1 (3,4x10 ⁻³)	[kg/h/(N/m ²)]	6,3	0,2-10 (6,8x10 ⁻⁴ -3,4x10 ⁻³)	0,43
Eyector, etapas múltiples, FOB, con condensador y tubos	10 (3,4x10 ⁻³)	[kg/h/(N/m ²)]	16,7	0,2-100 (6,8x10 ⁻⁴ -0,34)	0,26
Filtro de hojas, vertical, precisión, C/S, DEL	100 (9,3)	ft ² (m ²)	17	30-1500 (2,8-140)	0,57
Filtro, placa y marco, C/S, DEL	100 (9,3)	ft ² (m ²)	5,7	10-1.000 (0,9-93)	0,55
Filtro, tambor rotatorio al vacío, C/S, FOB, con motor	100 (9,3)	ft ² (m ²)	63,3	10-1.500 (0,9-140)	0,48
Intercambiador de calor, carcasa y tubos, cabeza flotante, C/S, DEL; tubo fijo x 0,85, tubo en U x 0,87, cazo x 1,35	1.000 (9,3)	ft ² (m ²)	21,7	20-20.000 (1,9-1.860)	0,59
Intercambiador de calor, tornillo térmico, C/S, FOB, sin motor	100 (9,3)	ft (m ²)	33	10-400 (0,9-37)	0,78
Recipiente con camisa, forro de vidrio, FOB	100 (0,38)	U.S. gal (m ³)	53	50-1.000 (0,2-3,8)	0,48
Motores, ca, inducción, motor devanado, TEFC, FOB	10 (7,5)	hp (kW)	12,3	10-25 (7,5-18,6)	0,56
Motores, ca, inducción, rotor devanado, TEFC, FOB	70 (52)	hp (kW)	19,3	25-200 (18,6-149)	0,77
Tubo, tramo recto típico, C/S, FOB, \$/ft Instalado: \$/ft x 6 a 7	6 (152)	Diámetro nominal, en (mm)	0,0093	1-24 (25-610)	1,33
Red compleja, FOB, \$/ft x 2 Instalada, \$/ft x 13					
Recipiente a presión, tambor horizontal (150 psig), C/S	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	6,3	100-80.000 (0,4-302)	0,62
Reactores con camisa, con mezclador, FOB	100 (0,38)	U.S. gal (m ³)	9,3	10-4.000 (0,04-15,1)	0,53
Unidad de refrigeración mecánica, INST	100 (351,7)	U.S. tons (kW)	133	10-1.000 (35,2-3.520)	0,73
Tamiz vibratorio, una mesa, DEL, con motor	500 (46)	ft ² (m ²)	10	150-700 (14-65)	0,62
Chimenea, acero al carbono, C/S		ft (m)		20-150 (6,1-45,7)	1,00
Tanque atm, cilíndrico, horizontal, C/S, FOB	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	4,7	100-40.000 (0,4-151)	0,57
Cilindro vertical, C/S, FOB	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	3,3	100-20.000 (0,4-76)	0,30
Vertical con camisa, C/S, FOB	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	12,3	100-20.000 (0,4-76)	0,50
Vertical, agitado, C/S, FOB con motor	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	15	70-1.500 (0,26-5,7)	0,57
Torres de destilación y componentes, INST	4.000 (bandejas)	(carga, lb/año) 10 ³	3.300	300-30.000	1,00

Nota: Todos los costos son valores USA con M & S = 1.000.

- **Método de Peters y Timmerhaus:** Método de **tipo factorial**, basado en la clasificación de las plantas hecha por Lang, partiendo del valor del equipo instalado y basando los factores en elementos individuales

Se obtienen así los **valores de la tabla**, que agrupa los costes de la siguiente forma:

- **Costes directos:** Incluyen los costes de los equipos principales y su instalación, tuberías, instrumentación y control, sistema eléctrico, construcciones y terrenos
- **Costes Indirectos:** Incluyen la ingeniería y supervisión, así como los gastos de construcción.

COSTES DE CAPITAL

Concepto	Tanto por ciento valor del equipo		
	Planta de sólidos	Planta de sólidos/fluidos	Planta de fluidos
COSTES DIRECTOS			
Valor del equipo DEL	100	100	100
Instalación del equipo	45	39	47
Instrumentación(instalada)	9	13	18
Tubería(instalada)	16	31	66
Electricidad(instalada)	10	10	11
Edificios(incluidos servicios)	25	29	18
Mejoras en el terreno	13	10	10
Servicios instalados	40	55	70
Terreno (si se requiere su compra)	6	6	6
TOTAL Costes Directos	264	293	346
COSTES INDIRECTOS			
Ingeniería y Supervisión	33	32	33
Gastos de Construcción	39	34	41
TOTAL gastos DIRECTOS E INDIRECTOS	336	359	420
Tasas del contratista (sobre un 5% de los costes directo e indirectos)	17	18	21
Contingencia (alrededor de un 10% de los coste directos e indirectos)	34	36	42
CAPITAL FIJO	387	413	483
CAPITAL CIRCULANTE alrededor de un 15% del capital total	68	74	86
CAPITAL TOTAL	455	487	569

También es necesario tener en cuenta la parte de los costes del capital correspondiente al **capital circulante**

De forma general se considera que esta partida oscila alrededor del 10-20% del capital inmovilizado

4.4 Estimación de los costes de operación

La mejor fuente de información para estimar los costes de operación son los datos obtenidos de proyectos similares

En ausencia de información específica, los diferentes elementos del coste se estiman como porcentajes de otras partidas, previamente conocidas

Aunque la estructura de los costes de operación varían según los autores, cabe utilizar como ejemplo representativo la proporcionada por **Peters y Timmerhaus** (1991) que agrupa estos costes de la siguiente forma:

COSTES DE OPERACIÓN

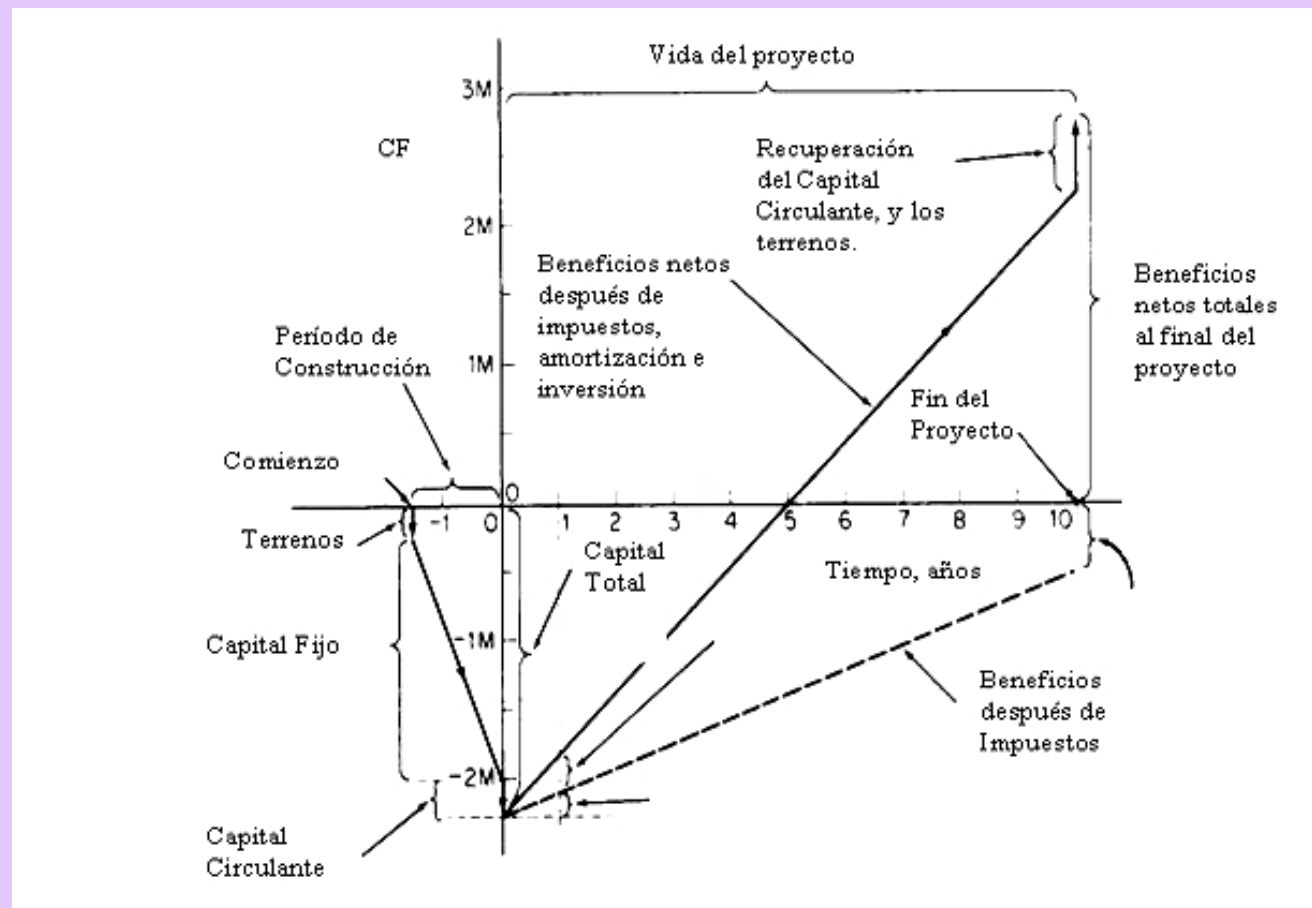
A. COSTES DE PRODUCCIÓN	
<i>1. COSTES DIRECTOS DE PRODUCCIÓN</i>	
1.1 Materia prima	10-50% del coste total del producto
1.2 Mano de obra	10-20% del coste total del producto
1.3 Mano de obra de supervisión y oficinas	10-25% de la mano de obra
1.4 Servicios	10-20% del coste total del producto
1.5 Mantenimiento y reparaciones	2-10% del capital inmovilizado
1.6 Operaciones de abastecimientos	10-20% del coste de mantenimiento o, 0,5-1% del capital inmovilizado
1.7 Gastos de laboratorio	10-20% de la mano de obra
1.8 Patentes y royalties	0-6% del coste total del producto
<i>2. CARGAS FIJAS</i>	
2.1 Amortizaciones	10% del capital inmovilizado
2.2 Impuestos locales	1-4% del capital inmovilizado
2.3 Seguros	0,4-1% del capital inmovilizado
2.4 Alquileres	8-12% del valor del alquiler de la tierra o edificios
<i>3. COSTES GENERALES DE PLANTA</i>	
Incluye salarios en general, servicios médicos, seguridad y protección, restaurantes y distracciones, laboratorios, etc.	50-70% del coste de mano de obra + el coste de supervisión + el coste de mantenimiento
B. GASTOS GENERALES	
1. Costes de Administración	15% del coste de mano de obra + el coste de supervisión + el coste de mantenimiento
2. Costes de Distribución y Ventas	2-20% del coste total del producto
3. Costes de Investigación y Desarrollo	5% del coste total del producto
4. Financiaciones (intereses)	0-10% del capital total

- **Costes de producción:** Se definen como los gastos directamente relacionados con el proceso de fabricación de un producto específico y se dividen en tres grupos:
 - **Costes directos de producción:** Incluyen los gastos de adquisición de la materia prima, la mano de obra en general, las reparaciones, los suministros, los controles y la transferencia de tecnología.
 - **Gastos fijos:** Se trata de gastos que permanecen invariables independientes del volumen de producción.
 - **Gastos generales de planta:** Se trata de gastos que también son independientes del volumen de producción.
- **Gastos generales:** Se refiere a otros gastos como los de administración, acceso a los mercados, desarrollo o financiación.

4.5 Estimación de la rentabilidad

La rentabilidad de un proyecto relaciona el capital total invertido al principio con los costes de producción continuados y los beneficios

Si se consideran los flujos de caja acumulados a lo largo de la vida de un proyecto, se obtendría una idea de su evolución económica:



El origen de coordenadas representa el momento en el que la planta ya ha sido construida y está preparada para operar

Los flujos de caja acumulados en ese momento son negativos y coinciden con el capital total invertido (compra de terrenos, capital fijo y capital circulante)

A partir de ese instante comienza la producción, lo que conlleva los ingresos por ventas, aunque también los gastos de operación

Por tanto, el flujo de caja (beneficios brutos después de impuestos) comienza gradualmente a recuperar el capital invertido

Tras un cierto período de tiempo los flujos de caja cambian de signo, es decir, el total de ingresos ha equilibrado los gastos totales del proyecto y se sigue aumentando el beneficio hasta el final de la vida del proyecto. Ese momento se denomina “**punto de ruptura**”; si este tiempo es corto, la empresa será rentable.

Basándose en estos conceptos se ha establecido unos criterios de valoración de la rentabilidad de la inversión, que pueden ser aproximados o “**estáticos**” porque no tienen en cuenta el valor temporal del dinero, o algo más refinados o “**dinámicos**”, porque consideran el valor futuro del dinero

A continuación se definirán y describirán someramente dichos conceptos.

Los principales métodos **estáticos** son:

- **Período de recuperación** (*“payback period”*): Plazo de tiempo que transcurre hasta que la inversión se paga a sí misma o, lo que es lo mismo, el tiempo necesario para que el flujo de caja acumulado se anule; es un método estático que sólo considera el capital inmovilizado hasta el momento de su recuperación.
- **Tasa de rentabilidad** (*“rate of return”*): Relación porcentual entre los beneficios medios en un período y la inversión inicial; es un método estático que sólo tiene valor cuando se trata de comparar inversiones alternativas.

Los principales métodos **dinámicos** son:

- **Valor actual neto, VAN** (“*net present value*”, *NPV*): Valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión, es decir, diferencia entre los flujos de caja futuros del proyecto actualizados mediante una tasa de interés, y la inversión total. Se calcula mediante la expresión:

$$VAN \text{ [€]} = \sum_{k=1}^n \frac{CF \text{ [€]}}{(1 + i)^k} - I \text{ [€]} \quad [4.5]$$

siendo **CF** el flujo de caja en cada período **k**, **n** el número de períodos considerado, **i** la tasa de interés e **I** la inversión inicial

En el caso más sencillo se considera que la inversión inicial es constante y que la tasa de interés es la correspondiente al coste del capital, también constante

Si **$VAN > 0$** el proyecto será rentable, mientras que si **$VAN < 0$** , no lo será

Su principal desventaja es establecer el valor de i , tasa de interés del dinero en los mercados.

- **Tasa interna de rentabilidad, TIR** (*“discounted cash flow”, DCF*): Valor de la tasa de interés que anula el valor actual neto (VAN) de una inversión, es decir, el interés que se consigue de la inversión desde que se desembolsa hasta que se cobra. Se obtiene mediante la expresión:

$$\sum_{k=1}^n \frac{CF \text{ [€]}}{(1 + TIR)^k} = 0 \quad [4.6]$$

Su cálculo no es mediante una ecuación explícita, por lo que es necesario un tanteo o recurrir a la solución gráfica

Si **TIR** > **i** (interés del mercado), el proyecto será rentable, tanto, más cuanto mayor sea TIR

Su principal desventaja es que pueden darse valores negativos en las etapas de tanteo.