



# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ASPIRINA (API)

Trabajo Final de Grado

Tutor: Marc Peris

Rubén Aleu

Alex Espinoza

Cristina Sánchez

Marta Sobocinska

Junhong Ye



**Universitat Autònoma  
de Barcelona**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA  
ESCOLA D'ENGINYERIA  
GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Año académico 2018/2019



# CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA



## PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ASPIRINA (API)

Trabajo Final de Grado

Tutor: Marc Peris

Rubén Aleu

Alex Espinoza

Cristina Sánchez

Marta Sobocinska

Junhong Ye



**Universitat Autònoma  
de Barcelona**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA  
ESCOLA D'ENGINYERIA  
GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Año académico 2018/2019



---

## ÍNDICE

7. Evaluación Económica.....	1
7.1. Introducción.....	1
7.2. Estudio del mercado.....	1
7.2.1. Análisis DAFO .....	2
7.3. Forma jurídica de la empresa .....	3
7.4. Inversión inicial.....	4
7.4.1. Gastos Previos.....	4
7.4.2. Gastos de puesta en marcha .....	4
7.4.3. Capital Inmovilizado .....	5
7.4.3.1. Terrenos .....	5
7.4.3.2. Coste de equipos .....	5
7.4.3.3. HAPPEL .....	8
7.4.4. Capital Circulante.....	9
7.5. Costes.....	10
7.5.1. Valoración del coste de fabricación.....	10
7.5.2. Valoración de los gastos generales.....	15
7.5.3. Costes totales .....	15
7.6. Ventas.....	15
7.7. Amortización .....	16
7.8. Rentabilidad del proyecto .....	17
7.8.1. Análisis de los Flujos Netos de Caja .....	18
7.8.2. Valor Actual Neto y Tasa de Retorno Interno .....	18
7.8.3. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).....	20
7.9. Análisis de Sensibilidad .....	21
7.9.1. Comparación de varias duradas del proyecto .....	22
7.10. Bibliografía .....	23



## 7. Evaluación Económica

### 7.1. Introducción

El objetivo de realizar la evaluación económica es determinar si la planta que se desea construir es viable económicamente. Para poder decidir la viabilidad se requiere:

- Un estudio previo del mercado que permite tener una visión global del ámbito de la Aspirina, definir el objetivo público de la empresa y determinar la buena estrategia a seguir a partir de un análisis DAFO.
- Evaluar la inversión y el retorno de ésta, determinar el capital mínimo
- Estimar los ingresos y costes anuales que produce la empresa

Para poder realizar los balances económicos se estimará la inversión inicial, los costes de producción, los costes de puesta en marcha y los de operación en la planta mediante los métodos de correlaciones. La rentabilidad del proyecto se estudiará mediante: los Flujos Netos de Caja (NCF) durante el periodo de la vida útil de la planta, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).

### 7.2. Estudio del mercado

Realizar un estudio del mercado permite estimar los ingresos a partir de la demanda y precio de venta. El ácido o-acetilsalicílico se usa como principio activo (API) de Aspirina, es un medicamento que actúa reduciendo los dolores leves o moderados y la fiebre, a parte el ácido acetilsalicílico cumple una función como antiagregante plaquetario evitando que se formen los trombos.

El mayor competidor en producción tanto del API de Aspirina, como de las pastillas de que contienen ácido acetilsalicílico en España es la compañía alemana Bayer, con más de 100 años de presencia en el mercado español, con su fábrica de producción de ácido acetilsalicílico localizada en Asturias. A parte de esta empresa, en el mercado existen múltiples compañías que venden productos que incluyen ácido acetilsalicílico. La empresa APIRINA tendrá tener en cuenta implementar precios competitivos debido a la complejidad del mercado. En general hoy en día el consumo de la aspirina ha disminuido debido a la presencia en el mercado del ibuprofeno y paracetamol que son más recomendados en lucha contra infecciones, resfriados, fiebre, etc.

Por otro lado, la planta APIRINA también produce el acetato de calcio. El acetato de calcio es una sal quelante de fosfatos que se utiliza en tratamientos de diálisis, a parte

es un aditivo alimenticio como sustancia reguladora de acidez, conservadora y estabilizadora. Entonces esta sustancia se puede vender en el mercado farmacéutico y alimentario, por lo cual, esto indica mayor competencia con otras empresas productoras más grandes.

### 7.2.1. Análisis DAFO

El análisis DAFO es una técnica de analizar la situación actual del negocio, y así poder tomar decisiones estratégicas adecuadas. Se trata de analizar el entorno exterior y las características internas del negocio. A continuación, se muestran los resultados de análisis DAFO realizadas para la planta APIRINA, donde se reúnen 4 bloques, dos internos: debilidades (son aspectos limitadores de la capacidad del desarrollo del negocio), y fortalezas (son los recursos internos y ventajas competitivas del negocio) y dos externos: amenazas (son factores externos que pueden impedir la ejecución de la estrategia empresarial o poner en peligro la viabilidad del negocio) y oportunidades (son factores que favorecen desarrollo de la planta o posible implementación de mejoras).

Tabla 7.2-1. Análisis DAFO.

DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Dificultad de reducir costes de maquinaria debido a ATEX.</p> <p>Pequeña escala de producción.</p> <p>Bajo nivel de apoyo a la financiación de este tipo de empresas.</p> <p>Altos costes de la inversión.</p> <p>Poca experiencia en el mercado. La empresa APIRINA no es reconocida en el mercado, ya que es de nueva creación.</p>	<p>Compañía competitiva (Bayer) con experiencia y marca conocida a nivel nacional e internacional. Eso implica un precio muy competitivo.</p> <p>Amplitud del mercado farmacéutico, productos con efectos similares al de ácido acetilsalicílico.</p> <p>Absorción de compañías multinacionales, que provocan el cierre de empresas más pequeñas.</p>



FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>La automatización de los procesos productivos.</p> <p>La calidad de los productos.</p> <p>No hay competencia en Cataluña.</p> <p>Precio competitivo en la zona de Catalunya y cercanas, debido a menor coste de transporte.</p> <p>Planta de producción exclusivamente de ácido o-acetilsalicílico.</p>	<p>Gestión flexible y adaptable.</p> <p>Expansión del cliente a nivel mundial.</p> <p>Posible ampliación de la planta de empaquetamiento y venta a comerciantes de los medicamentos que incluyen ácido acetilsalicílico.</p> <p>El desarrollo de nuevas tecnologías que aceleran la producción.</p> <p>Mejor recepción de la planta por la sociedad debido a creación de nuevos puestos de trabajo.</p> <p>El creciente grado de cualificación de los trabajadores que acceden al sector, la profesionalización del sector.</p>

### 7.3. Forma jurídica de la empresa

La empresa tiene una forma jurídica de Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.L.), por lo cual, su denominación exacta será APIRINA, S.L. y está será registrada en el Registro Mercantil. Las sociedades limitadas están reguladas por el Real Decreto 1/2010, de 2 de julio, que aprueba el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital [1]. Los socios no responderán ante las deudas con su patrimonio personal. Será necesario detallar las aportaciones que realiza cada socio y el porcentaje de capital social que le corresponde. El capital mínimo, que será obligado aportar, es de 3 000 €, que además una vez desembolsado puede destinarse a financiar inversiones o necesidades de liquidez, sin existir el límite máximo y puede ser formado por aportaciones monetarias o bienes. La planta será construida en el término municipal Reus en el polígono “Gasos Nobles”, por lo cual, es una empresa situada en Estado Español a efectos fiscales. Estará obligada a tributar por el Impuesto de sociedades (IS) de 25% y el IVA de 21%.

Los costes de constitución de una Sociedad Limitada son aproximadamente de 600€, sin contar la aportación de capital social, sin embargo, la constitución de esta suele llevar unos 40 días.

## 7.4. Inversión inicial

La inversión inicial es el capital necesario inicialmente para poder construir la planta a efectos fiscales y de construcción. A continuación, se estimará el capital, el cual está compuesto por el capital inmovilizado, el capital corriente, los gastos previos y los gastos de puesta en marcha.

### 7.4.1. Gastos Previos

Los gastos previos es la cantidad del dinero necesaria al inicio del proyecto para realizar las gestiones administrativas y de constitución de la empresa (Registro Mercantil, Constitución del Estatuto de la Empresa, etc.) y estudios del mercado. Como se ha mencionado ya en apartado 7.2. *Conceptos previos: forma jurídica* los costes de constitución de una Sociedad de Responsabilidad Limitada son aproximadamente 600€, sumando con otros gastos se puede considerar un gasto poco significativo en la evaluación económica respecto a otras partes de la inversión inicial. Sin embargo, el cálculo y estudio de los costes previos es un factor importante independientemente de la viabilidad del proyecto.

No se ha tenido en cuenta los gastos previos en este caso, ya que su valor se puede considerar menospreciable (no supera ni 1% de los otros gastos de la inversión inicial), por lo cual, no haga cambios significativos en los resultados obtenidos.

### 7.4.2. Gastos de puesta en marcha

El periodo entre la finalización de las obras en la planta y la producción en régimen normal es la puesta en marcha, cuya duración puede variar y depender del cliente. Durante este periodo se produce una serie de gastos, que pueden dividirse en dos grupos:

- Gastos de construcción durante la puesta en marcha, donde se incluyen los costes debidos a las pérdidas en líneas y equipos, falladas de equipos de instrumentación y control, defectos en diseño, etc.
- Gastos de operación durante la puesta en marcha, que está relacionada con las existencias de materias primas, salarios de los trabajadores, productos semiterminados o acabados pero que no cumplen las especificaciones requeridas, etc.

Es difícil determinar previamente los gastos de puesta en marcha previamente, ya que hasta realizarla no se sabe cómo será, Sin embargo, se reduce este gasto al máximo por la prevención durante realización del diseño de la planta. Los gastos de puesta en marcha será un pequeño porcentaje respecto a toda la inversión, por lo cual, se considera su valor es despreciable.

### 7.4.3. Capital Inmovilizado

El capital inmovilizado (CI) es una parte del capital formado por bienes utilizados en la producción (instalación y equipos). Para estimar el coste de la inversión se pueden utilizar varios métodos, en este caso se utilizará el método de factor múltiple, que tiene el menor error posible (10-20%) y es el método más fiable. Existen dos métodos de factor múltiple: Vian y Happel, en esta evaluación económica se utilizará el de Happel, ya que este tiene mayor precisión al incluir, a parte de los costes de compra, los costes de la mano de obra de la instalación de equipos. [2]

#### 7.4.3.1. Terrenos

A partir de un estudio de solares industriales en Reus se ha estimado que el precio de grandes parcelas industriales en Reus tiene una media de 60€/m<sup>2</sup>. A continuación, se presenta el cálculo de compra de la parcela sabiendo de que tiene un área de 53 235m<sup>2</sup>.

$$\textbf{Terrenos} = A_{\text{parcela}} \cdot P_{\text{parcela}} = 53235 \text{ m}^2 \cdot 60 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = \textbf{3 194 100 €}$$

*Ecuación 7.4-1. Estimación coste del Terreno en Reus.*

Donde:

$A_{\text{parcela}}$  es área del terreno en m<sup>2</sup>

$P_{\text{parcela}}$  es el precio medio de os terrenos industriales en Reus en €/m<sup>2</sup>.

#### 7.4.3.2. Coste de equipos

Otro tipo de bienes del capital inmovilizado son los equipos e instalaciones utilizados en la producción. Para estimar los precios de los equipos se han utilizado los métodos: algorítmico de J. R. Couper [3] con los precios obtenidos del año 2002; de correlaciones de Roy Sinnot [4] con los precios del año 2010; y para algunos equipos utilizando el catálogo de productos con precios actuales. Para actualizar los precios de los años 2002

y 2010 al año 2019 se han utilizado los índices CEPCI de 395.6, 532.9 y 627.7 respectivamente [5]. El valor del año 2019 del índice CEPCI se ha estimado mediante el estudio de la variación de los últimos cuatro años, se estima la media de subida del precio en el año 2019 de 4.23% respecto al año 2018, cuyo promedio CEPCI es 602.2. El cálculo para actualizar los precios será el siguiente:

$$I_{2018} = I_{\text{año para actualizar}} \cdot \left( \frac{CE_{2018}}{CE_{\text{año para actualizar}}} \right)$$

Ecuación 7.4-2. Actualización del precio de equipo.

Donde:

I es inversión o coste del equipo/s

CE es el índice de actualización de los costes en plantas químicas.

A continuación, se presenta la tabla resultante de los costes de equipos.

Tabla 7.4-1. Estimación de los costes de equipos.

Tipo	Equipo	Parámetro de diseño	Valor	Precio calculo [\$]	Precio actual [€]
Recipientes	T-101	m3	52.84	31515	37122
	T-102	m3	5.91	11349	13368
	T-103	m3	33.85	24628	29010
	T-104	m3	46.51	29318	34534
	S-105*	gal	1308	32350	51331
	S-106*	gal	3585	48338	76698
	T-107	kg carcasa	6300	151388	178320
	M-201	m3	1.78	113049	133160
	T-203	m3	3.00	9252	14681
	R-204	m3	9.50	258317	304271
	M-205	m3	8.26	237482	279729
	T-207	m3	9.50	13536	15944
	T-210	m3	1.90	8308	9785
	R-301	m3	3.55	151050	177922
	M-302	m3	9.50	258317	304271
	T-309*	gal	2182	40309	63958
	T-701*	gal	1823	37452	59425
	T-703	m3	270	86352	101714
	T-309	m3	8.26	12815	15094
	T-604	m3	30	23102	27212
	SF-211	m3	1.50	7925	9335
	SF-406	m3	1.50	7925	9335

Total recipientes [E]					1737696
Tipo	Equipo	Parámetro de diseño	Valor	Precio calculo [\$]	Precio actual [€]
Columnas prefabricadas	TR-602	L/s	18.84	191066	200943
Total Columnas prefabricadas [€]					200943
Tipo	Equipo	Parámetro de diseño	Valor	Precio calculo [\$]	Precio actual [€]
Intercambiadores	I-101	m2	19.5	29907	31453
	C-204	m2	1.50	28088	29540
	C-308	m2	55.0	34620	36409
	I-309	m2	43.3	32968	34672
	I-701	m2	2.60	28170	29626
Total Intercambiadores [€]					153753
Tipo	Equipo	Parámetro de diseño	Valor	Precio calculo [\$]	Precio actual [€]
Bombas, compresores y otra maquinaria	B-101 A	L/s	14.68	10693	11246
	B-101 B/C	L/s	2.1	16936	17811
	B-103 A	L/s	9.4	9803	10310
	B-103 B/C	L/s	1.30	16608	17466
	B-104 A	L/s	13.78	10544	11089
	B-104 B/C	L/s	1.80	16815	17684
	C-107 A/B	kW	0.4	522716	549738
	F-202*	ft2	59.2	1595	2260
	MX-201	kW	2.05	31325	32945
	B-202	L/s	0.98	8236	8661
	MX-204	kW	54.51	402218	423010
	MX-205	kW	5.96	24364	25623
	B-205 A/B	L/s	5.00	18043	18976
	B-206 A/B	L/s	5.30	18153	19092
	CA-206 A/B*	m3	1		3000
	MX-207	kW	7.5	26373	27737
	CF-208	kW	30	188238	197969
	SE-209	m2	0.8	23590	24809
	MX-301	kW	36.83	200356	210714
	MX-302	kW	7.44	26295	27654
	B-302 A/B	L/s	6.60	18623	19586
	CF-303	kW	15	108571	114184
	B-308 A/B	L/s	2.60	17134	18020
	E-308	m2	55	326544	343424
	CF-401	kW	15	108571	114184
	SE-402	m2	0.80	23590	24809
	ML-403	kg/h	680	33471	35202
	TZ-404	tn/h	0.800	9362	9846

	DS-405**	kg/h	1000		9250
	CV-601 A/B	kg/h vapor	25210	752200	791085
	CH-603	kW	22	80526	84689
	AC-605**	m3/h	87.00		17136
	ET-606**	kW	551.00		11835
	OI-608	Proveedor		LOZAR	13177
	DC-608**	m3/dia	138.39		17248
	GE-609**	kW	551.00		62908
	SC-702*	ft3/min	885.00	5152	5012
	EI-703	Proveedor		SACI PUMPS	18000
<b>Total Bombas, Compresores, etc. [€]</b>					<b>3355696</b>
<b>Coste Total Equipos [€]</b>					<b>5448088</b>
<b>Coste Total Equipos [M€]</b>					<b>5.45</b>

\*Se ha utilizado el método algorítmico de J. R. Couper [3]

\*\*Se ha utilizado el generador de precios (fuente: CYPE Ingenieros) [9]

#### 7.4.3.3. HAPPEL

El método Happel para estimar la inversión es bastante antiguo por lo cual se ha actualizado el porcentaje de los costes de mano de obra de los equipos utilizando los factores de instalación de J. R. Couper [3]. Para la suma de varios equipos de Acero Inoxidable se ha utilizado el factor 1.8, para los intercambiadores el factor es 1.9 y para todo tipo de instrumentación factor es de 2.5 del precio de equipos correspondientes. Estos factores se han convertido en porcentaje de instalación. Además, en costes de equipos especiales se ha añadido el coste estimado de Clean Room, incluyendo todas las instalaciones y equipos a instalar. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la Inversión total.

*Tabla 7.4-2. Estimación de la Inversión con método Happel.*

Concepto		%	Coste Material [€]	%	Coste Mano de obra [€]
<b>Recipientes</b>	A		1737696	80% A	1390157
<b>Columnas fabricadas en el terreno</b>	B		-		-
<b>Columnas prefabricadas</b>	C		200943	80% C	160755
<b>Intercambiadores</b>	D		153753	90% D	138377
<b>Bombas, compresores y otra maquinaria</b>	E		3355696	80% E	2684557
<b>Instrumentación</b>	F		313859	150% F	470788
<b>Suma Coste Material</b>	G		5761947		

<b>Aislamientos</b>	H	10%G	576195	150%H	864292
<b>Tuberías</b>	I	20%G	1152389	100% I	1152389
<b>Cimentaciones</b>	J	5% G	288097	150% J	432146
<b>Edificaciones (+ Terrenos)</b>	K	4% G	3424578	70% K	2397205
<b>Estructuras</b>	L	4% G	230478	20% L	46096
<b>Material Contra incendios</b>	M	1% G	57619	800%M	460956
<b>Electricidad</b>	N	6% G	345717	150%N	518575
<b>Pintura y saneamiento</b>	O	1% G	57619	800%O	460956
<b>Suma Material + Mano de obra</b>	<b>P</b>				23071888
<b>Equipos especiales instalados</b>	Q				405000
<b>Suma P+Q</b>	R				23476888
<b>Costes Generales (CG)</b>		30%R			7043066
<b>Coste total instalación (R+CG)</b>					30519954
<b>Honorarios de ingeniería</b>		13%R			3051995
<b>Contingencias</b>		13%R			3051995
<b>Inversión Total</b>		<b>156% R</b>			<b>36623945</b>
<b>Inversión Total [M€]</b>					<b>36.62</b>

#### 7.4.4. Capital Circulante

El capital circulante se entiende como el fondo de maniobra de la empresa. Se trata de la suma de las materias primas y los recursos financieros líquidos tales como tesorería y las deudas de los clientes y de la empresa. Es una cantidad monetaria necesaria para una producción y gestión fluida de la planta. El capital circulante es un valor que se recupera al liquidar la actividad empresarial. Este capital se puede calcular de dos métodos: global y del ciclo de producción. En este caso se ha escogido el método del Ciclo de Producción, cuya fórmula y cálculo se presenta a continuación.

$$\begin{aligned}
 CC &= \frac{q}{12} \cdot (m' + 0.5M'f + 2M' + 0.5V') \\
 &= \frac{3000}{12} \cdot \left( 1044 + 0.5 \cdot 4440 \cdot \left( \frac{0.25}{30} \right) + 2 \cdot 4440 + 0.5 \cdot 7143 \right) \\
 &= 3378420 \text{ €} = 3.38 \text{ M€}
 \end{aligned}$$

*Ecuación 7.4-3. Estimación del Capital Corriente con método global.*

Donde:

CC es el capital circulante en €

q es la producción anual [tn]

m' es el coste de la materia prima por tonelada del producto [€/Mat Prima/tn API]

$M'$  es el coste de fabricación de la unidad de producto [€/tn API] (ver apartado 7.5.1 Valoración del coste de fabricación)

$f$  es el ciclo de fabricación mensual (tiempo que transcurre desde que empieza hasta que termina la transformación de cada unidad de materia prima)

$V'$  es el precio unitario del producto [€/tn]

## 7.5. Costes

### 7.5.1. Valoración del coste de fabricación

Los costes de fabricación son costes anuales, que se necesitan para la producción. Se estimarán utilizando el método de factor múltiple de Vian [6]. Los costes de fabricación se dividen en costes directos (variables) y costes indirectos (variables y fijos). En esta estimación del coste anual no se incluye la amortización, ya que está se incluirá más adelante. A continuación, se presenta la tabla correspondiente y algunas partes necesarias para realizar la estimación. Para tener en cuenta los gastos que se han despreciado en los cálculos el valor final obtenido se redondea a más la decena de millar.

*Tabla 7.5-1. Costes de fabricación.*

Partida	Descripción	Expresión media ponderada	Valor (€)	Valor (M€)
<b>M1</b>	Materias primas	M1	3132151	3.13
<b>M2</b>	Mano de obra directa	M2	3607779	3.61
<b>M3</b>	Patentes	M3	0	0.00
<b>M4</b>	Mano de obra indirecta	0.18(M2)	649400	0.65
<b>M5</b>	Servicios generales	M5	1365253	1.37
<b>M6</b>	Suministros	0.01(I)	366239	0.37
<b>M7</b>	Conservación	0.06(I)	2197437	2.20
<b>M8</b>	Laboratorio	0.20(M2)	721556	0.72
<b>M9</b>	Envasado	M9	8825	0.01
<b>M10</b>	Expedición	M10	0	0.00
<b>M11</b>	Directivos y empleados	0.2(M2)	721556	0.72
<b>M12</b>	Amortización	0.1(I)	0	0.00
<b>M13</b>	Alquileres	M13	0	0.00
<b>M14</b>	Impuestos (fábrica)	0.005(I)	183120	0.18
<b>M15</b>	Seguros (fábrica)	0.01(I)	366239	0.37
<b>M</b>	<b>Estimación media redondeada</b>		<b>13290000</b>	<b>13.29</b>



A continuación, se explican cómo se han determinado las partes de los costes de fabricación, la cuales, su expresión media ponderada no depende de otros costes.

### M1 Materias Primas

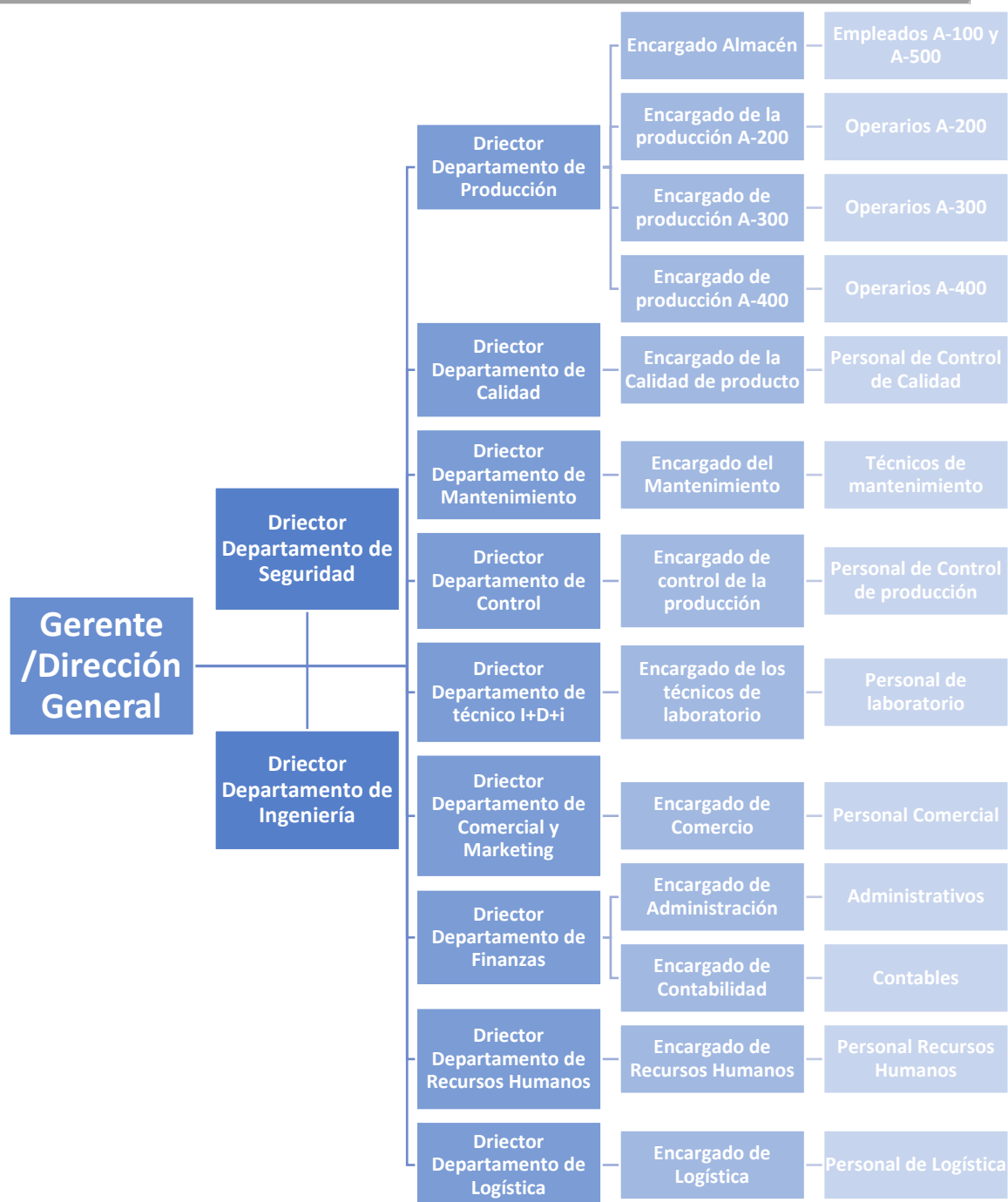
El coste de las materias primas incluye todos los gastos de su compra, transporte y de almacenamiento de éstas. Para determinar los costes se han utilizado los valores actuales del mercado actualizando los precios con los índices correspondientes a los factores de localización. El coste anual de las materias primas será de 3.13 M€, como se muestra en la siguiente Tabla 7.5-2.

*Tabla 7.5-2. Costes de las materias primas. [7, 8, 9, 10, 11, 12]*

Compuesto	Cantidad [tn/año]	Precio unidad [\$ /tn]	País	Location Factor	Coste [\$ /año]	Coste [€ /año]
<b>Fenol</b>	1897	1100	China	0.83	1732144	1546557
<b>Hidróxido de sodio</b>	806	330	US	1.01	268773	239976
<b>Dióxido de Carbono</b>	887	29	UE	1.00	25717	22962
<b>Ácido Sulfúrico</b>	946	140	US	1.01	133708	119382
<b>Anhídrido Acético</b>	1702	920	China	0.83	1299342	1160127
<b>Óxido de Calcio</b>	467	125	China	0.83	48325	43148
<b>Total</b>						<b>3132151</b>

### M2 Mano de obra Directa

La mano de obra directa está referida a los costes de los empleados relacionados con el proceso de producción. En este caso serán todos los trabajadores contratados en la empresa APIRINA y se considerará una jornada laboral de 2400h anuales (jornada de 8 horas diarias durante 300 días al año). Los operarios trabajarán de 5 turnos debido a la producción de lunes a domingo, por lo cual, en el se incluirán los pluses de nocturnidad y festivos. A continuación, se muestra el organigrama de la empresa APIRINA.



*Figura 7.5-1. Organigrama de la empresa APIRINA.*

Los sueldos correspondientes cumplirán el convenio colectivo de la industria química (Resolución de 26 de julio de 2018, de la Dirección General de Trabajo) [11]. A parte, al coste de los salarios obtenido se añadirá el coste de la seguridad social, que se considera un 25% de los salarios. A continuación, se presentan los diferentes puestos de los empleados y su coste.

*Tabla 7.5-3. Costes de mano de obra directa.*

Cargo	# trabajadores	Sueldo bruto anual [€/año]	Coste total anual [€/año]
<b>Gerente</b>	1	100000.00	100000
<b>Directores de departamentos</b>	11	42498.93	467488
<b>Encargados todos departamentos</b>	13	33518.03	435734
<b>Control Calidad</b>	4	31304.90	782623
<b>Control Producción</b>	8	31304.90	219134
<b>Operarios producción</b>	25	24408.82	170862
<b>Operarios almacén</b>	7	24408.82	48818
<b>Administrativos</b>	2	27439.55	54879
<b>Contables</b>	2	27439.55	54879
<b>Personal de logística</b>	2	27439.55	54879
<b>Comerciales</b>	1	27439.55	27440
<b>Recursos Humanos</b>	1	27439.55	27440
<b>Técnicos de laboratorio</b>	5	30551.15	152756
<b>Técnicos de mantenimiento</b>	3	30551.15	91653
<b>Personal recepción</b>	1	18603.32	18603
<b>Personal de seguridad (guardias)</b>	2	20880.61	41761
<b>Personal de limpieza</b>	8	17159.34	137275
<b>Total [€]</b>			2886224
<b>Seguridad Social (25%)</b>			721556
<b>Total +SS [€]</b>			3607779
<b>Total [M€]</b>			<b>3.61</b>

### M3 Patentes

Los patentes utilizados en el diseño del proceso de la planta APIRINA son patentes expirados de su protección legal, por lo cual, no tiene coste.

### M5 Servicios generales

Los servicios generales son aquellos que se necesitan para garantizar el funcionamiento de la planta. A continuación, se muestran los costes de estos servicios.

*Tabla 7.5-4. Costes de servicios generales.*

Servicio	Valor anual	Proveedor	Precio unitario [€/año]	Costes [€/año]
Gas natural [kWh]	2981054	Endesa	0.046	138023
Agua de servicios [m3]	470952	Ematsa	2.100	988999
Electricidad [kWh]	1983600	Endesa	0.120	237820
Nitrógeno [m3]	1320	Air Liquide	0.311	411
<b>Total</b>				<b>1365253</b>
<b>Total [M€/año]</b>				<b>1.37</b>

## M9 Envasado

Los productos acabados se almacenarán en bidones de 200 kg y en Big Bag de 1 tonelada. Como mínimo se necesitarán 350 bidones de 150L, sin embargo, se comprará 365 para tener bidones de recambio inmediato para un lote, a parte, se necesitarán los palets. A continuación, se presenta el coste obtenido teniendo en cuenta el stock de 7 días.

*Tabla 7.5-5. Costes de envasado.*

Producto	Dimensiones	Proveedor	Cantidad	Precio unitario [€/ud]	Coste [€]
<b>Bidón ballesta 150L</b>	971xØ500	ICOMMERS EVERY	365	22.98	8388
<b>Depósito Big Bag</b>	90x90x100	Envase Online	2	5.53	11
<b>Palets madera</b>	1200x1000	ICOMMERS EVERY	71	6.00	426
<b>Total</b>					<b>8825</b>

## M10 Expedición

Los costes de expedición incluyen los gastos debidos al transporte y venta del producto almacenado según su forma de envasado y naturaleza (facturas, documentación, inventarios, etc.). Estimar el valor del coste de expedición es complicado al ser un coste variable y que depende de la demanda. Se estima que el coste de expedición no superará 1% de las ventas, por lo cual, se desprecia este coste.

## M13 Alquileres

La empresa no tendrá en cuenta el coste de alquileres, ya que todos los bienes inmovilizados serán comprados por la empresa, por lo cual, su valor será 0€.

### 7.5.2. Valoración de los gastos generales

A partir de la estimación media de los costes de fabricación, M, se puede determinar los gastos generales [6]. Los gastos financieros son los intereses del capital prestado, en este caso serán 3% de interés del valor de la inversión total. [12]

*Tabla 7.5-6. Costos generales.*

Partida	Descripción	Expresión media ponderada	Valor [€]	Valor [M€]
<b>G1</b>	Gastos comerciales	$0.1 \cdot M$	1331956	1.33
<b>G2</b>	Gerencia	$0.05 \cdot M$	665978	0.67
<b>G3</b>	Gastos financieros	$0.03 \cdot Po^{(*)}$	1098718	1.10
<b>G4</b>	Investigación y Servicios técnicos	$0.05 \cdot M$	665978	0.67
<b>G</b>	<b>Estimación media</b>	<b><math>0.2 \cdot M + 0.03 \cdot Po</math></b>	<b>3762629</b>	<b>3.76</b>

(\*)  $Po$ =Capital Prestado

### 7.5.3. Costes totales

Los costes totales anuales de la empresa serán la suma de los costes de fabricación y administrativos ( $M+G$ ), que tienen un valor de **17.03 M€**.

## 7.6. Ventas

Los ingresos anuales que tendrá la empresa APIRINA será la venta de los dos productos fabricados. A continuación, se muestran las ventas anuales de la empresa.

*Tabla 5.6-1. Ventas anuales.*

Compuesto	Precio unitario [\$/kg]	Cantidad [tn/año]	Ventas [\$/año]	Ventas [M\$/año]	Ventas [M€/año]
<b>Acido o-acetilsalicílico</b>	8	3000	24000000	24.00	21.43
<b>Acetato de calcio</b>	1.2	1318	1581120	1.58	1.41
<b>Total</b>					<b>22.84</b>

## 7.7. Amortización

Se debe reflejar las pérdidas del valor de un activo, en este caso de los equipos adquiridos, por su uso y paso del tiempo. Fiscalmente la amortización es un gasto gradual, donde el activo (inmovilizado) se consume durante el ejercicio fiscal máximo establecido. Pasado este tiempo los bienes no tienen valor. Se simula la vida útil esperada de estos equipos, se estimará una vida útil de 10 años. Para determinar las cuotas de la amortización se va a utilizar el método de la Amortización Lineal. A continuación, se presenta la fórmula con la cual se calculará la amortización.

$$A_n = \frac{(I - VR)}{t}$$

*Ecuación 7.7-1. Cuota de amortización al año n.*

Donde:

An es la cuota de la amortización al año n [€/año]

t es el tiempo de la vida útil del activo [años]

I es el valor de la inversión del capital inmovilizado [€]

VR es el valor residual que la empresa puede recuperar a la hora de liquidar,

Las cuotas de amortización calculadas se podrán observar en la Tabla 5.7-1. del siguiente apartado, donde se calculan los Flujos Netos de Caja.

## 7.8. Rentabilidad del proyecto

Es imprescindible comprobar, que la compañía APIRINA será capaz de mantenerse independientemente de las tensiones (cambios) de la tesorería especialmente al inicio y final de la vida útil de la empresa. La tesorería es el capital disponible para la empresa, que permitirá los pagamientos (serían los dineros en la caja, bancos, etc.). Para ver si la empresa es viable y puede soportar las tensiones de tesorería se calculará y analizará los Flujos Netos de Caja (NCF), con los cuales se obtiene los requerimientos de financiamiento e indica la rentabilidad del proyecto. [4]

Para calcular NCF se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$NCF_n = (-I - CC + VR)_n + (V - C)_n + i \cdot BI_n$$

Ecuación 7.8.-1. Flujo Neto de Caja al año n.

$$BB_n = (V - C - A)_n$$

Ecuación 7.8.-2. Beneficio Bruto al año n

Donde:

NCF<sub>n</sub> es el Flujo Neto de Caja en año n [€]

I es la Inversión del Inmovilizado [€]

CC es el Capital Circulante [€]

VR es el valor residual [€]

V son las ventas anuales [€/año]

C son costes totales anuales [€/año]

A es la cuota de amortización al año n [€]

i es el tipo interés de los Impuestos [%], que, como se comentó en apartado 7.2. será de 25%

BI es la Base Imponible [€] que se determina a partir del Beneficio Bruto (BB), será igual al valor de BB cuando esté tiene un valor positivo, en el caso de que se obtiene pérdidas, es decir, BB será negativo la BI será 0.

i es el Impuesto de Sociedades (IS)

### 7.8.1. Análisis de los Flujos Netos de Caja

*Tabla 7.8-1. Flujos Netos de Caja con vida útil de la empresa de 11 años con valores en M€*

Concepto\ año	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Inversión</b>	-18.31	-18.31						
<b>Capital Circulante</b>			-3.38					
<b>Valor Residual</b>								
<b>Ventas</b>			22.84	22.84	22.84	22.84	22.84	22.84
<b>Costes</b>			-17.08	-17.03	-17.03	-17.03	-17.03	-17.03
<b>Amortización</b>			-2.57	-4.35	-3.99	-3.63	-3.27	-2.90
<b>Beneficio Bruto</b>			3.19	1.46	1.82	2.18	2.55	2.91
<b>Base Imponible</b>			3.19	1.46	1.82	2.18	2.55	2.91
<b>Impuestos</b>				-0.27	-0.36	-0.46	-0.55	-0.64
<b>NCF</b>	<b>-18.31</b>	<b>-18.31</b>	<b>2.38</b>	<b>5.54</b>	<b>5.45</b>	<b>5.36</b>	<b>5.27</b>	<b>5.18</b>

Concepto\ año	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Inversión</b>								
<b>Capital Circulante</b>								3.38
<b>Valor Residual</b>								3.19
<b>Ventas</b>	22.84	22.84	22.84	22.84	22.84	22.84	22.84	
<b>Costes</b>	-17.08	-17.08	-17.08	-17.08	-17.08	-17.08	-17.08	
<b>Amortización</b>	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	
<b>Beneficio Bruto</b>	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	
<b>Base Imponible</b>	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	
<b>Impuestos</b>	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80
<b>NCF</b>	<b>4.96</b>	<b>4.96</b>	<b>4.96</b>	<b>4.96</b>	<b>4.96</b>	<b>4.96</b>	<b>4.96</b>	<b>5.78</b>

Se ha determinado una durada del proyecto de 14 años, donde el año 15 se hará la liquidación de la empresa. En la tabla 7.8-1 se observa que se obtienen Beneficios todos los años y el Flujo Neto de Caja es positivo en los años de producción.

### 7.8.2. Valor Actual Neto y Tasa de Retorno Interno

Una vez calculados los NCF se puede realizar actualización de estos en el periodo del proyecto obteniendo el Valor Actual Neto (VAN). Si  $VAN > 0$  el proyecto es rentable para el tipo del interés utilizado. También para realizar análisis de rentabilidad se debe determinar la Tasa de Rentabilidad Interna (TIR), para analizar la flexibilidad de la planta respecto los cambios del interés de Tesorería. Los cálculos que se realizarán serán los siguientes:



$$VAN = \sum_{n=1}^{n=t} \frac{NCF_n}{(1+i)^n}$$

Ecuación 7.8-3. Valor Actual Neto.

Cuando el VAN es igual a 0 se puede determinar el tipo de interés referente a la Tasa Interna de Rentabilidad.

$$VAN = 0 = \sum_{n=1}^{n=t} \frac{NCF_n}{(1+TIR)^n}$$

Ecuación 7.8-4. Tasa Interna de Rentabilidad.

Donde:

VAN Valor Actual Neto [€]

TIR Tasa de Rentabilidad Interna (%)

NCFn es el Flujo de Caja al año n [€]

i es el tipo de interés (%)

A continuación, se presenta la gráfica representativa de la evolución del VAN.

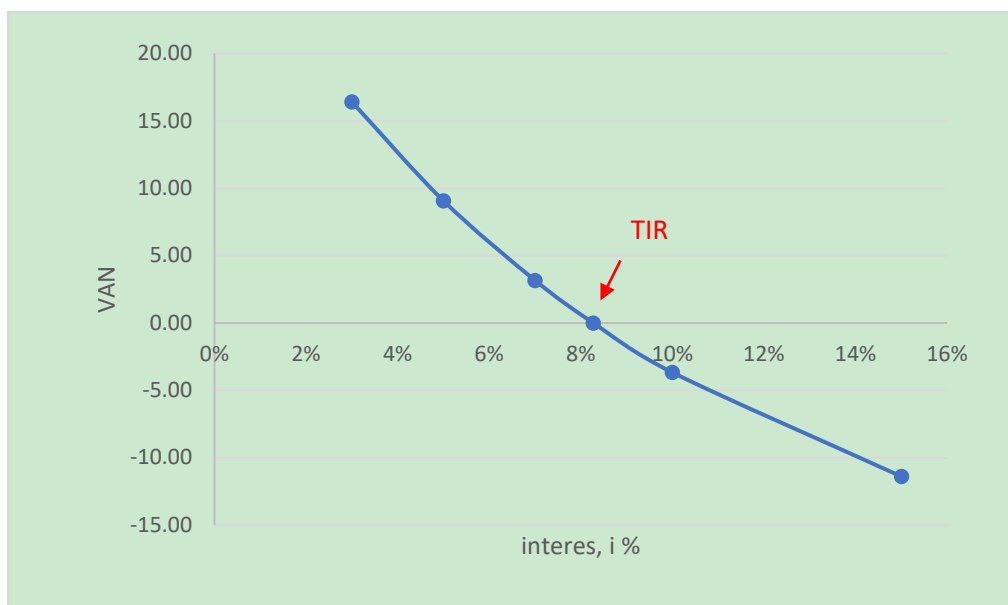


Figura 7.8-1. Evaluación del Valor Actual Neto según el tipo de interés aplicado.

En la figura 7.8-1 se observa, que el TIR obtenido es de 8.27% y, por tanto, todos los valores del interés por debajo de este TIR supondrán el VAN positivo. Cuanto mayor es el valor del TIR mayor es la rentabilidad de un proyecto. El VAN positivo indica, que se está recuperando la inversión. Teniendo en cuenta que la empresa APIRINA es de nueva creación, y aún no conocida en el mercado la Tasa de rentabilidad Interna no es muy favorable, debido, a que según la entidad bancaria y el valor de capital prestado puede ser difícil obtener un préstamo. El tipo de interés (es un coste financiero de un préstamo) puede variar entre 3 % y 9 %, sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, es posible, que no se obtenga un préstamo, ya que la entidad bancaria o inversionistas no quieran arriesgar pérdida de dinero por causa de no rentabilidad de la empresa, es decir, que se pueden rechazar el proyecto. Una empresa grande y ya reconocida en el mercado probablemente sin problema obtendría un préstamo con interés bajo.

### 7.8.3. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El periodo de recupero de la inversión indica en cuánto tiempo se va a recuperar los fondos invertidos en el proyecto. A continuación, se presenta el cálculo de este.

$$PRI_n = a + \frac{I - \sum_{n=1}^a NCF_n}{NCF_n}$$

Ecuación 7.8-5. Periodo de Recuperación de la Inversión.

Donde:

a es el número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial [año]

I es la inversión inicial del proyecto [€]

NFCn es el valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión [€].

En este proyecto la inversión total (36.62 M€) en términos nominales, se recupera al acabo de 9 años.

## 7.9. Análisis de Sensibilidad

Realizar un análisis de sensibilidad de la planta es muy importante, ya que se estudia las posibles variaciones en la rentabilidad del proyecto asumiendo cambios de varios parámetros. Cabe destacar, que la estimación previamente realizada tiene un grado de incertidumbre y tiene un error de aproximadamente 20%, por lo cual, se ha elaborado el análisis de sensibilidad para manejar la incertidumbre reconociendo que cualquier parámetro es solo un pronóstico y que es probable que sea diferente cuando la fecha llegue, es decir, que las suposiciones pueden cumplirse o no. Una variable, para los efectos del análisis de sensibilidad, se considera crítica cuando se espera que puedan ocurrir cambios futuros de su valor más probable, es decir, que la probabilidad de ocurrencia del cambio es significativa. A continuación, se analizará como varían los parámetros de rentabilidad.

*Tabla 7.9-1. Análisis de sensibilidad*

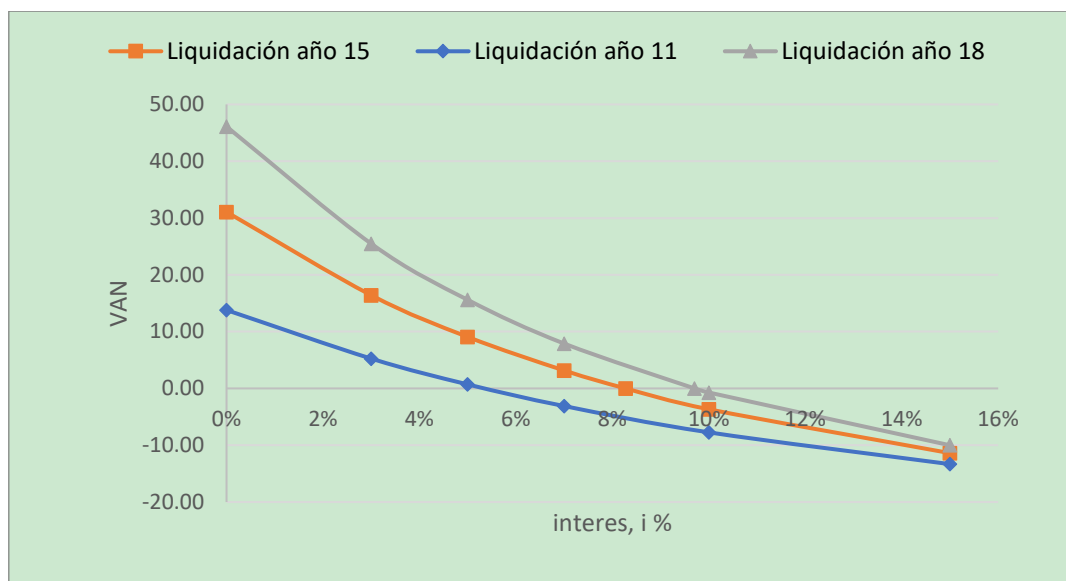
Parámetro		Variación	TIR	VAN (3%)	VAN (7%)	RR	PRI años
Sin variación		-	8.27%	POSITIVO	POSITIVO	8.70%	9
Inversión		+50%	3.45%	POSITIVO	NEGATIVO	5.19%	12
		-20%	11.39%	POSITIVO	POSITIVO	10.24%	8
Ventas		+20%	18.26%	POSITIVO	POSITIVO	21.17%	6
		-10%	2.50%	NEGATIVO	NEGATIVO	2.46%	14
Coste producción		+20%	1.47%	NEGATIVO	NEGATIVO	1.43%	15
		-10%	11.36%	POSITIVO	POSITIVO	12.43%	8
Coste materias primas		+30%	5.47%	POSITIVO	NEGATIVO	5.62%	11
		-20%	10.06%	POSITIVO	POSITIVO	10.73%	9
Coste Personal		+15%	5.73%	POSITIVO	NEGATIVO	5.88%	11
VARIOS	Inversión	+20%	8.15%	POSITIVO	POSITIVO	10.02%	9
	C. Producción	-10%					
	C. Materias Primas	-10%					
	C. Personal	+10%					

Como se observa en la tabla 7.9-1, los parámetros variados tienen diferentes efectos en la rentabilidad del proyecto. En esta tabla se incluye concepto de la Ratio de Retorno (RR), que se obtiene dividiendo el promedio del beneficio anual entre la inversión total. Para el caso sin variación éste es de 8.7 %. Se ve, que la variación de la inversión y Coste de producción, especialmente la subida de estos, y la bajada de las ventas tienen efecto muy negativo y se puede concluir que proyecto no es rentable en estos casos.

Se debe hacer mejoras en el proyecto para disminuir el coste de producción para obtener mejor rentabilidad. En la tabla se ha incluido una variación de varios elementos a la vez, haciendo una predicción de los parámetros que en periodo actual y/o futuro pueden cambiar, se observa, que en este caso no hay mucha variación respecto a la situación de partida.

### 7.9.1. Comparación de varias duradas del proyecto

En este apartado se van a comparar diferentes duradas del proyecto estudiado. A continuación, se muestran los resultados de la evolución del VAN para cada caso.



*Figura 7.9-1. Comparación de la evolución del Valor Actual Neto en caso de diferentes duradas del proyecto.*

En la figura 7.9-1 se observa, que cuanto mayor la durada del proyecto la rentabilidad de este es mayor. El TIR del caso donde el proyecto se liquida al año 18 es de 9.7 % y cuando se liquida al año 11 es de 5.35 %. El caso que la vida útil de los equipos este mayor que 13 años (caso: liquidación en año 15) puede ser poco probable, por lo cual, más importancia tiene la variación del resultado obtenido del caso de que proyecto dure 10 años (caso: liquidación año 11). Como se ha comentado anteriormente el TIR sigue siendo relativamente bajo teniendo en cuenta empresa de nueva creación, es decir, que hay riesgo de que los inversionistas o bancos no invierten en el proyecto.

## 7.10. Bibliografía

- [1] Agencia Estatal BOE, “*Real Decreto 1/2010, de 2 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital*”, Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las cortes e igualdad, Gobierno de España, última consulta: mayo 2019 <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-10544>
- [2] Happel, J., Jordan, D.G., “*Economía de los Procesos Químicos*”, 2ª edición, Ed. Reverté, España, 1981 <https://books.google.es/books?id=CEtlxLXcwPoC...>
- [4] Sinnott, R., Towler, G., “*Chemical Engineering Design.*”, 2ª edición, Ed. Elsevier, Estados Unidos, 2013  
<http://uniquebec.info/materialsapp/Y14REGULATION/CHEMICAL/41/41BOOKS/ChemicalEngineeringDesignPrinciplesSecondEdition.pdf>
- [3] Walas, S. M., “*Chemical Process Equipment: Selection and Design.*”, Appendix C, Woburn, MA: Butterworth, 1988, (datos actualizados en último cuatrimestre del 2002 de acuerdo con la base de datos de Walas)
- [5] Chemical Engineering Journal, página web, *The Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*, última consulta: mayo 2019 [www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci)
- [6] Vian, A., “*El pronóstico económico en química industrial*”, Ed. Eudema, Madrid, 1991
- [7] OK CHEM, Chemical Business Grows Here, página web, *OUTLOOK '19: Asia BPA markets set for limited fluctuations*, última consulta: mayo 2019 <https://es.okchem.com/news/2lj5KWOf6/OUTLOOK-%2719%3A-Asia-BPA-markets-set-for-limited-fluctuations.html>
- [8] ICIS, página web, *AFPM '19: US caustic soda outlook hinges on trade obstacles, buyer disruptions*, ICIS News, última consulta: mayo 2019 <https://www.icis.com/explore/resources/news/2019/03/23/10338354/afpm-19-us-caustic-soda-outlook-hinges-on-trade-obstacles-buyer-disruptions/>
- [9] Intratec, página web, *Chemicals Pricing Data Subscriptions. Historical Prices & Forecast of Chemical Commodities*, última consulta: mayo 2019 <https://www.intratec.us/indexes-and-pricing-data/chemicals-pricing-data-subscriptions>
- [10] CEIC, página web, *China CN: Market Price: Monthly Avg: Organic Chemical Material: Acetic Anhydride*, última consulta: mayo 2019 <https://www.ceicdata.com/en/china/china->

---

[petroleum--chemical-industry-association-petrochemical-price-organic-chemical-material/cn-market-price-monthly-avg-organic-chemical-material-acetic-anhydride](#)

[11] Agencia Estatal BOE, “*Resolución de 26 de julio de 2018, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general de la industria química.*”, Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las cortes e igualdad, Gobierno de España, última consulta: mayo 2019 [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-11368](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-11368)

[12] Banco de España, página web, *Tabla tipos de interés legal*, Portal Cliente Bancario, última consulta; junio 2019 [https://clientebancario.bde.es/pcb/es/menu-horizontal/productosservici/relacionados/tiposinteres/guia-textual/tiposinteresrefe/Tabla\\_tipos\\_de\\_interes\\_legal.html](https://clientebancario.bde.es/pcb/es/menu-horizontal/productosservici/relacionados/tiposinteres/guia-textual/tiposinteresrefe/Tabla_tipos_de_interes_legal.html)

[9] CYPE Ingenieros, pagina web, *Generador de precios de la construcción. España.*, última consulta: junio 2019 <http://www.generadordeprecios.info/>