

CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO FÓRMICO

CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 INTRODUCCIÓN.....	2
7.2.3 MÉTODO DE VIAN.....	3
7.2.4 CAPITAL CIRCULANTE.....	9
7.2.4 PUESTA EN MARCHA	10
7.2.4 INVERSIÓN INICIAL TOTAL.....	10
7.2 COSTES DE PRODUCCIÓN	10
7.3.1 COSTES DE FABRICACIÓN (M).....	10
7.3.2 COSTES GENERALES (G)	15
7.3.2 COSTES DE PRODUCCIÓN TOTALES	16
7.2 VENTAS Y RENTABILIDAD DE LA PLANTA	16
7.4.1 INGRESOS POR VENTAS	16
7.4.2 NET CASH FLOW (NCF)	16
7.4.3 VALOR ACTUAL NETO (VAN) Y TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR)	20
7.4.4 PAYBACK	22
7.6 VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	23
7.6 BIBLIOGRAFÍA.....	23

7.1 INTRODUCCIÓN

En cualquier tipo de proyecto, el factor de gran importancia en el diseño de una planta de procesos química es la viabilidad económica, debido a que las posibilidades de que un proyecto comience están directamente relacionadas con las expectativas económicas que este genere.

Estas expectativas se estiman en base a la inversión de capital realizada y a los flujos futuros de caja que podría generar esta planta en base a un análisis de mercado.

La evaluación económica tendrá la siguiente organización: empezando por una estimación del capital invertido (7.2) y costos operacionales (7.3). Ya conseguidos los valores mencionados, se realizará un análisis de los ingresos y viabilidad del proyecto (7.4).

7.2 INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial se constituye por el dinero que hay que invertir para realizar el proyecto, construir la planta y hacer que ésta funcione. De esta manera, se obtendrán unos bienes y servicios que se espera que sean favorables y, por tanto, conlleven a un beneficio económico.

7.2.1 GASTOS PREVIOS

Los gastos previos hacen referencia al capital necesario antes de empezar la implantación del proyecto, en el se incluyen los gastos derivados de la gestión administrativa o el coste de los estudios de mercado, a fin de conocer las posibilidades de venta del producto final. En nuestro caso no se ha realizado una estimación de este apartado de la inversión debido a que no se ha realizado este estudio de mercado.

7.2.2 CAPITAL IMMOBILIZADO

El capital inmovilizado es la parte del capital que se dirige para la compra de equipos, accesorios, edificios, instrumentación, catalizadores, etc. Es el mayor coste y no se recupera, ya que, excepto los terrenos, el capital de los demás ítems disminuye con el

tiempo, la única forma para compensar su valor es amortizando. Dicha amortización se considera un coste.

Para el cálculo del capital inmovilizado se ha realizado con el método de Vian, que es junto al método de Happel el método más preciso para la estimación del capital inmovilizado.

7.2.3 MÉTODO DE VIAN

El método de Vian se realiza a partir de distintas partidas de capital en función de los ítems que se tienen en cuenta para construir y hacer funcionar una planta química. A continuación, se presenta el método desgranado para seguir el procedimiento:

Tabla 1. Método de Vian

INVERSIÓN	DEFINICIÓN	RANGO
I1	Maquinaria y aparatos	X
I2	Gastos de Instalación	0.35-0.5 X
I3	Tuberías y válvulas	0.6X
I4	Instrumentos de control y medición	0.5-0.3 X
I5	Aislamientos caloríficos	0.03-0.1 X
I6	Instalación eléctrica	0.1-0.2X
I7	Terrenos y edificios	Edificios interiores
		0.2-0.3 X
		Edificios mixtos
		0.12-0.15X
		Edificios exteriores
		0.05X
I8	Instalaciones auxiliares	0.25-0.7 X
Y	Capital físico o primario	ΣI
I9	Honorarios del proyecto y dirección del montaje	0.2-0.3 Y
Z	Capital secundario o directo	I9+Y
I10	Contrata de obras	0.04-0.1Z
I11	Gastos imprevistos	0.1-0.3 Z
Total		Z+I10+I11

- I1 Maquinaria y aparatos:

Para poder aplicar este método se tiene que conocer el coste para los equipos. Para ello se realizarán estimaciones en caso de que no se haya podido obtener el coste del equipo de su proveedor. Algunos equipos presentan una complejidad añadida debido a que requieren de recubrimientos anticorrosivos. Por este motivo, se ha decidido estimar el precio del equipo a partir del precio de los materiales que conforman el equipo y su peso.

La inversión I1 corresponde al coste de todos los equipos que se pueden encontrar en la planta, como por ejemplo, tanques, reactores, bombas, etc.

Para la estimación del coste de cada uno de los equipos se han empleado dos métodos diferentes para poder contrastar precios, el método de las correlaciones de Sinnott y el método algorítmico de Couper. Una vez obtenido el precio de cada equipo, se ha tenido que actualizar con el índice del año actual (2016) y hacer la conversión de dólares a euros.

El cálculo de dicha inversión se realiza a partir del sumatorio de coste de todos los equipos, éste se encuentra en las listas que se presentan seguidamente:

Tabla 2. Precios de equipos área 300

NAVE 300					
TAG	UNIDADES	PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR	Ce2006 (\$)	Ce 2016 (\$)
R-300.1/2/3	3	Peso carcasa (kg)	16621.00	879203.0	960447.8
C-302	1	Peso carcasa (kg)	3839.40	91088.4	99505.7
C-303	1	Peso carcasa (kg)	1211.00	43391.0	47400.7
T-301	1	Volumen	143.00	119312.6	130338.0
E-300.1	1	Área	60.70	30347.2	33151.5
E-302.1	1	Área	370.70	79665.3	87027.0
E-302.2	1	Área	9.90	27294.9	29817.1
E-303	1	Área	16.30	25310.3	27649.2
T-302	1	Volumen	7.65	10816.9	11816.5

CAPÍTULO 7.

TR-300	4	Caudal (L/s)	114.00	107290.7	117205.1
CM-301	1	Potencia motor (kW)	560.00	484770.0	529566.3
CM-302	1	Potencia motor (kW)	300.00	385794.0	421444.2
P-301	1	Caudal (L/s)	4.87	7756.7	8473.5
P-302	1	Caudal (L/s)	5.44	7846.7	8571.8
P-303	1	Caudal (L/s)	1.94	7273.3	7945.4
P-304	1	Caudal (L/s)	3.74	7575.5	8275.5
C-301	1	Peso carcasa (kg)	943.00	37953.2	41460.4
P-305	1	Caudal (L/s)	5.81	7846.7	8571.8
P-306	1	Caudal (L/s)	5.81	7846.7	8571.8
P-307	1	Caudal (L/s)	446.00	22903.0	25019.4
P-308	1	Caudal (L/s)	440.00	22903.0	25019.4

Tabla 3. Precios de equipos área 400

Nave 400					
TAG	UNIDADES	PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR	Ce2006 (\$)	Ce 2016 (\$)
R-401	1	Volumen	9.58	223706.6	244378.8
R-402	2	Volumen	30.63	971178.3	1060922.3
E-401.1	1	Área	9.90	24720.3	27004.6
E-401.2	1	Área	181.90	47689.6	52096.4
E-401.3	1	Área	2503.60	249297.5	272334.5
E-401.4	1	Área	556.90	134990.4	147464.5
E-402.1	1	Área	52.40	29320.5	32030.0
E-402.2	1	Área	417.10	88127.8	96271.4
E-402.3	1	Área	1188.50	249297.8	272334.7
E-403.1	1	Área	24.40	26126.3	28540.6
E-403.2	1	Área	239.40	56938.7	62200.3
E-404.1	1	Área	276.90	63223.4	69065.7
E-404.2	1	Área	571.70	138180.8	150949.7

CAPÍTULO 7.

T-401	1	Volumen	5.16	19300.7	21084.2
C-401	1	Peso carcasa (kg)	7764.18	153504.5	167689.5
C-402	1	Peso carcasa (kg)	6725.68	137812.7	150547.6
C-404	1	Peso carcasa (kg)	4074.14	94843.2	103607.4
P-401	1	Caudal (L/s)	3.87	7595.8	8297.7
P-402	1	Caudal (L/s)	20.86	10071.2	11001.8
P-403	1	Caudal (L/s)	2.66	7397.1	8080.6
P-404	1	Caudal (L/s)	31.06	11437.2	12494.1
P-406	1	Caudal (L/s)	3.74	7575.5	8275.5
P-407	1	Caudal (L/s)	50.00	13865.3	15146.6
P-408	1	Caudal (L/s)	20.00	9953.5	10873.2
P-409	1	Caudal (L/s)	0.92	7091.0	7746.3
P-410	1	Caudal (L/s)	15.00	9256.9	10090.1
P-412	1	Caudal (L/s)	70.00	16328.8	17798.4
P-413	1	Caudal (L/s)	6.70	8040.7	8764.4
CH-401	1	Potencia (btu/h)	0.77	50000.0	54500.0
CH-402	1	Potencia (btu/h)	1.90	50000.0	54500.0
CH-403	1	Potencia (btu/h)	1.67	50000.0	54500.0
T-R400	2	Volumen	89.00	4000.0	4360.0
T-403	1	Peso carcasa (kg)	1874.00	56149.4	61202.8
P-414	1	Caudal (L/s)	272.74	15000.0	16350.0
P-415	1	Caudal (L/s)	272.74	15000.0	16350.0
P-416	1	Caudal (L/s)	88.19	10000.0	10900.0
P-417	1	Caudal (L/s)	88.19	10000.0	10900.0
P-418	1	Caudal (L/s)	7.22	8040.0	8763.6
P-419	1	Caudal (L/s)	7.22	8040.0	8763.6

CAPÍTULO 7.
Tabla 4. Precios de equipos área 500

Nave 500					
TAG	UNIDADES	PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR	Ce2006 (\$)	Ce 2016 (\$)
T500	4	Volumen m3	147	585136.3	639207.2
P-501.1/.2	2	Caudal (L/s)	2.6	7378.4	8060.2
P-502	1	Caudal (L/s)	-	6900.0	7537.6

Tabla 5. Precios de equipos área 700

Nave 700					
TAG	UNIDADES	PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR	Ce2006 (\$)	Ce 2016 (\$)
V-700.1/.2	2	Caudal de vapor (kg/h)	55000	166496.2	181881.7
V-701	1	Caudal de vapor (kg/h)	55000	83248.1	90940.9
D-700	1	-		20000.0	21848.1
SB-700	1	-		20000.0	21848.1
CH-701	1	Potencia (btu/h)	0.77	150189.3	164067.9
CH-702	1	Potencia (btu/h)	1.9	270153.0	295117.1
CH-703	1	Potencia (btu/h)	1.67	248419.5	271375.3

Tabla 6. Precios de equipos área 800

Nave 800					
TAG	UNIDADES	PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR	Ce2006 (\$)	Ce 2016 (\$)
BR-801	1	volumen m3	81.6	453068.6	494935.4
T-801.2	2	Peso carcasa (kg)	113	37562.3	41033.4
T-802	1	-		20000.0	21848.1
RTO-801	1	-		-	500000.0

CAPÍTULO 7.

Tabla 7. Precios de equipos área 900

Nave 900					
TAG	UNIDADES	PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR	Ce 2006 (\$)	Ce 2016 (\$)
T-901	2	Peso carcasa (kg)	4.60	43631.1	47662.9
T-902	1	Peso carcasa (kg)	25.27	40636.7	44391.9
T-903	2	Peso carcasa (kg)	46.00	20000.0	21848.1
T-904	2	Peso carcasa (kg)	91.30	63452.6	69316.1
P-901	1	Caudal (L/s)	0.01	6903.3	7541.2
P-902	1	Caudal (L/s)	0.01	6904.4	7542.4
P-903	1	Caudal (L/s)	5.93	7922.9	8655.0
P-904	1	Caudal (L/s)	2.21	7319.8	7996.2
P-905	1	Caudal (L/s)	-	6900.0	7537.6
P-906	1	Caudal (L/s)	-	6900.0	7537.6

Tabla 8. Precios de coste de equipos totales

NAVE	COSTE
N-300	3114452.6
N-400	3027021.5
N-500	599414.7
N-700	335550.3
N-800	1010630.9
N-900	210570.8
Total (\$):	8297640.8
COSTE 2016 (\$):	9064403.3
COSTE 2016 (EUROS):	8103576.6

Por lo tanto obtenemos una I1 de 81 millones de euros y ya podemos realizar el método de Vian:

Tabla 9. Método de Vian

INVERSIÓN	DEFINICIÓN	RANGO	CÁLCULO
I1	Maquinaria y aparatos	X	8103576
I2	Gastos de Instalación	0.35-0.5 X	3646609.2
I3	Tuberías y válvulas	0.6X	4862145.6
I4	Instrumentos de control y medición	0.5-0.3 X	3241430.4
I5	Aislamientos caloríficos	0.03-0.1 X	567250.32
I6	Instalación eléctrica	0.1-0.2X	1215536.4
I7	Terrenos y edificios	Edificios interiores	
		0.2-0.3 X	2025894
		Edificios mixtos	
		0.12-0.15X	972429.12
		Edificios exteriores	
		0.05X	405178.8
I8	Instalaciones auxiliares	0.25-0.7 X	4051788
Y	Capital físico o primario	ΣI	29091837.8
I9	Honorarios del proyecto y dirección del montaje	0.2-0.3 Y	7272959.46
Z	Capital secundario o directo	$I9+Y$	36364797.3
I10	Contrata de obras	0.04-0.1Z	2545535.81
I11	Gastos imprevistos	0.1-0.3 Z	5454719.6
Total		$Z+I10+I11$	44365052.7

Finalmente, como podemos ver en la Tabla 9 obtenemos un capital inmovilizado de 44.36 M euros.

7.2.4 CAPITAL CIRCULANTE

Este capital, como dice su nombre, es un capital que se encuentra en movimiento durante el funcionamiento de la planta y permite el funcionamiento correcto de ésta. Incluye todo aquello que sea compra de materias primas y los salarios de los trabajadores, entre otros. Este capital se recupera al final de la vida útil de la planta, aunque inicialmente, supone uno de los gastos más importantes.

Para poder establecer un valor del capital en circulación, este se aproxima a un rango de entre el 10-30% de las ventas. En una primera aproximación este valor de las ventas puede ser desconocido, se acaba aplicando que el capital circulante es del 10-30% del inmovilizado, el valor estándar es del 20%.

Por lo tanto, el capital circulante estimado es de 8873010 euros.

7.2.4 PUESTA EN MARCHA

La partida de capital destinada a poner en marcha la planta es pequeña si se compara con el inmovilizado o el capital circulante. Incluye también costes extra, pérdidas anormales, etc. En el caso de construcción de una nueva planta, dicho capital es considerado como una inversión.

7.2.4 INVERSIÓN INICIAL TOTAL

Después de realizar todos los cálculos presentados en este apartado se puede obtener que la inversión inicial, correspondiente a la suma del capital inmovilizado y el capital circulante. Los gastos previos y la puesta en marcha son gastos que despreciaremos ya que son números despreciables respecto el capital inmovilizado y el capital circulante. La inversión total inicial es de 47230562 €.

7.2 COSTES DE PRODUCCIÓN

Una vez conocida la inversión inicial, se calculan los costes asociados a la producción de ácido fórmico, considerando los valores de bienes y servicios usados.

Los costes de producción se obtienen de la suma de los costes derivados de la fabricación con los costes generales, a continuación se desglosaran estos dos costes calculados para obtener los costes de producción totales.

7.3.1 COSTES DE FABRICACIÓN (M)

Los costes de fabricación o manufactura están relacionados con todo aquello que haga referencia a la instalación productiva. Se desglosa en diferentes partidas anuales que se detallan a continuación:

- Materias primas (M1)

El primer término de los costes de fabricación, deriva del coste de las materias primas. Se trata del coste de las materias primas almacenadas para llevar a cabo el proceso de producción. Además de incluir el coste de compra se incluye el transporte, el almacenaje, etc.

Tabla 10. Materias primas.

MATERIAS PRIMAS	PRECIO (Euros/kg)	CONSUMO (kg/año)	COSTE (Euros/año)
Metanol	0.28	189504	53061.12
CO	0.2	43200000	8640000
Octanol	5	62712	313560
Metoxido con Metanol	2.5	341568	853920
Agua	1.32	57168	75461.76
Costes totales: 9936002.88			

- Mano de obra (M2)

En este caso los costes de la mano de obra se refieren al sueldo que tienen todos los trabajadores de la empresa. Cada uno realizará un turno de 8 horas cada día, teniendo en cuenta que la planta opera 300 días al año, es decir, los trabajadores realizarán 2.400 horas de trabajo al año. A continuación, se presenta el número de trabajadores con su respectivo sueldo a partir de dónde se han obtenido los costes de mano de obra.

Tabla 11. Coste mensual sueldo trabajadores.

CARGO	NÚMERO DE TRABAJADORES	SUELDO (Euros/mes)
Jefe fabrica	1	4000
Jefe Planta	1	3000
Jefe ingenieros	1	3000
Jefe laboratorios	1	2500
Ingenieros	6	2200

CAPÍTULO 7.

Laborante L+V	1	1300
Laborante turnos	4	1900
Jefe turnos	4	2300
Operario	20	1500
Operario +bombero	4	1800
I+D	2	1900
Administración y márquetin	8	1500
Coste total (Euros /año): 1355200		

- Patentes (M3)

Debido a que el proceso productivo es conocido y otras compañías e investigadores han patentado las condiciones óptimas de producción de ácido fórmico, y previamente se ha decidido seguir estas condiciones, es necesario estimar el coste debido a la utilización de patentes registradas y en vigor.

Se ha decidido menospreciar el coste de las patentes frente a los costes calculados.

- Servicios (M4)

Los costes generados por los servicios requeridos por la planta se representan a continuación en la Tabla 12. Cuando hablamos de servicios requeridos nos referimos a nitrógeno, agua, electricidad, aire comprimido, gas natural, etc. En el caso del nitrógeno, se ha optado por la opción de pagar un alquiler mensual del tanque, pagando así una cuota mensual fija de este a la empresa encargada de suministrarlo.

Tabla 12. Coste anual servicios.

SERVICIOS	CONSUMO ANUAL	PRECIO (EUROS)	COSTE ANUAL (Euros/año)
Gas natural	34125379 Nm ³	0.4	13650151
Agua de red	15000 m3	1.32	19800

CAPÍTULO 7.

Electricidad	41076869 kW·h	0.018	7393835.52
Nitrógeno	-	300 Euros/mes	3600
Coste total: 2106738.,52			

- Suministros (M4)

Son los costes asociados a la adquisición de productos que se utilizan con regularidad pero no son considerados materias primas, como el material de limpieza, de seguridad, entre otros.

Se ha calculado como el 1% del capital inmovilizado, los costes por suministros son de 443650 euros.

- Mantenimiento (M5)

Los costes en mantenimiento hacen referencia al gasto generado por reparaciones que no puedan ser asumidas por el personal de mantenimiento de planta, revisiones periódicas y externas. El coste se calcula en función del capital inmovilizado. Se determina su valor como el 5% del inmovilizado, resultando un coste de mantenimiento de 2218252 €.

- Laboratorios (M6)

El coste de fabricación derivado del laboratorio hace referencia a controles de calidad tanto del producto como de las materias primas. Se estima como un 10% de la partida de mano de obra, resultando un coste de laboratorios de 135520 €.

- Expedición (M7)

Costes derivados del transporte del producto de planta al consumidor.

Se determinarán en función de la distancia de transporte, el medio de transporte, la naturaleza del producto y su peligrosidad, etc. El coste de la partida de expedición serán el 0.12% del capital inmovilizado. Por lo tanto los costes de expedición ascenderán hasta 5323.8 euros.

- Directrices y servicios técnicos (M8)

Se trata del salario del personal que se encuentra gestionando el correcto funcionamiento del proceso. Este coste se estima en función de la complejidad del proceso, pero habitualmente se considera como un 25% de la mano de obra, resultando un coste de 338800 €.

- Amortización (M9)

Corresponde al coste asociado a la pérdida de valor de las instalaciones del proceso productivo, vale decir, a la pérdida de valor del capital inmovilizado. No se trata de un gasto real que haya que hacer, si no que lo que se debe ir ahorrando para que al minuto de que el equipo deje de estar en condiciones para su uso se cuenta con el dinero para reemplazarlo. Para su cálculo se ha considerando una mediana de 10 años de vida operativa de los equipos, y como segunda consideración será que la amortización será al 10%. Por lo tanto tenemos un valor de amortización de equipos de 4436505.2 euros.

- Alquileres (M10)

El coste en alquileres tanto de terrenos como de maquinaria es de cero ya que tanto la maquinaria como los terrenos han sido comprados.

- Tasas e Impuestos (M11)

El coste de fabricación derivado de tasas e impuestos hace referencia a pagos administrativos no atribuibles a beneficios. El rango típico de este coste es 0,5-1% del capital inmovilizado, se ha considerado un valor del 0,7% del capital inmovilizado. La suma en tasas e impuestos asciende a 310555.4 euros.

- Seguros (M12)

El coste de fabricación derivado de las aseguradoras hace referencia al hecho de asegurar tanto instalaciones como equipos y edificios de la planta. Se ha considerado un

CAPÍTULO 7.

valor estándar, el 1% de capital inmovilizado. Finalmente obtenemos un coste en las aseguradoras de 443650 euros.

Finalmente, una vez evaluadas todas las partidas se procede a calcular el valor de los costes de fabricación M como el sumatorio de las partidas individuales.

7.3.2 COSTES GENERALES (G)

Los gastos generales también se subdividen en diferentes partidas presentadas anteriormente, por lo tanto, para estimar estos gastos se procede a desarrollar las partidas:

- Gastos comerciales (G1)

Estos comprenden los costes asociados a viajes, publicidad, técnicas de venta y marketing, etc. Se trata de gastos atribuibles a la venta del producto. Es recomendable una evaluación entre un 5 y un 20 % de los costes de fabricación. Se escoge un 10%, resultando un coste de gastos comerciales de 3624901 €.

- Gastos financieros (G2)

El siguiente coste es asociado a los intereses de capitales prestados e invertidos en el negocio. Se evalúan según el interés del capital prestado. Esta partida tiene un valor nulo, debido a que se desconoce la cantidad que se ha solicitado en concepto de préstamo para realizar el proyecto.

- Investigación y servicios técnicos (G3)

Aquí tenemos los servicios técnicos, que hacen referencia al asesoramiento de clientes sobre los productos el cual corresponde al 1% del capital inmovilizado. Por la parte del I+D el valor es del 2% del capital inmovilizado, en total tenemos que este apartado comprende un 3% del capital inmovilizado con un valor de 1330951 euros.

Una vez evaluadas todas las partidas se procede a calcular el valor de los costes generales G como el sumatorio de las partidas individuales.

7.3.2 COSTES DE PRODUCCIÓN TOTALES

Finalmente, una vez estimados los valores de M y G, se calculan los costes de operación totales como la suma de estos dos, obteniendo un valor final de costes de operación de 41204871 euros.

7.2 VENTAS Y RENTABILIDAD DE LA PLANTA

7.4.1 INGRESOS POR VENTAS

Para calcular los ingresos por ventas anuales generados, se precisa el precio de venta tanto del producto principal, que se ha evaluado en el primer apartado de este capítulo, como el precio de los posibles subproductos. Como en nuestro proceso no obtenemos subproductos, solo generamos ingresos por ventas a partir de la venta del ácido fórmico. Según el precio del ácido fórmico y su producción anual, los ingresos que se generarán se presentan a continuación:

Tabla 13. Ventas anuales de la planta química.

PRODUCTO	PRODUCCIÓN ANUAL (kg/año)	PRECIO (Euros/kg)	VENTAS (Euros/año)
Ácido fórmico	76415110.6	0.75	57311332.92
Biogás	244265	0.4 (Euros/m)	97706.00
Ventas totales (€/año): 57409038.90			

7.4.2 NET CASH FLOW (NCF)

El flujo neto de efectivo o NCF por su sigla en inglés “Net Cash Flow” corresponde al dinero disponible en caja y bancos más el valor de aquellos elementos del activo (principalmente activos financieros) de disponibilidad inmediata. En sentido dinámico,

CAPÍTULO 7.

en cambio, el NCF de un determinado periodo de tiempo viene determinado por las corrientes de cobros y pagos que lo han determinado.

Para obtener el flujo neto de efectivo se tiene que restar los impuestos, que se desgravan como un 35% de la base imponible. Este viene dado por la diferencia entre el beneficio bruto de caja y la amortización del capital inicial invertido.

Para la realización de los balances económicos se han de tener en cuenta una serie de parámetros, los cuales se presentan a continuación:

Vida útil de la planta: Se considera una vida útil de la planta de 10 años y se asume que al final de la vida útil de la planta se recupera la cantidad residual del valor del terreno y el capital circulante.

Construcción de las instalaciones: En nuestro caso, se considera que el período de construcción de la planta es de 26 meses, como esta temporalidad debe ser anual, se considerará que son dos años, y se divide el coste del inmovilizado en dos partes iguales para los dos primeros años.

Impuestos: Se consideran los impuestos anuales como un 35% de la base imponible del año anterior, esta base representa el mismo valor que los beneficios brutos siempre y cuando estos sean mayores a cero. En cambio, si existen pérdidas, es decir esta base es menor a cero, la base es igual a cero y al año siguiente de haber presentado una pérdida se puede descontar del beneficio esta pérdida para así pagar menos impuestos. El período máximo para descontar las pérdidas de los impuestos es de 5 años. Después de este período, si la empresa continua obteniendo una base imponible negativa, se considera que el proyecto no es rentable.

Beneficios: Esta partida corresponde al ingreso por ventas, las cuales se asume que el precio de venta es constante a lo largo del período de operación de la planta.

CAPÍTULO 7.

Valor residual: consiste en la suma de dinero que se puede recuperar al final de la vida operativa de la planta, en el caso en que se pudiera vender al final del periodo de la vida útil de esta, ya sea sus instalaciones, maquinarias y/o equipos. Para este caso solo se considerará el valor del terreno, ya que es el único activo que no pierde valor en el tiempo, sino que lo gana.

Amortización: Es uno de los costes más importantes en el cálculo de la rentabilidad de un planta química y es el coste asociado a la pérdida de valor del inmovilizado. En este caso, a diferencia de la calculada en los costos de manufactura, se utilizará el método de amortización regresiva, ya que es el más común dentro del rubro, esta se basa en el coste de reposición, es decir, se paga mucho al principio y poco al final.

De entre los diferentes métodos de cálculo de amortizaciones regresivas se ha utilizado la suma de dígitos, que se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$A_i = I \cdot \frac{(t - (n - 1))}{z}$$

$$z = \frac{t \cdot (t + 1)}{2}$$

Donde:

A_i: Amortización correspondiente al año “i”.

I: Es el capital inmovilizado.

t: Vida útil del proyecto.

n: Año correspondiente al cálculo del estudio.

Seguidamente se presenta la tabla con los resultados obtenidos en el balance económico de la planta por año. Las unidades de los datos que se presentan están en millones de euros.

Tabla 14. Cuenta de resultados del proyecto

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inmovilizado	-22,18	-22,18											
Cap.Circulante		-4,17	-4,17										
Valor residual													11,74
Ventas			57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	
Costes			-41,2	-41,2	-41,2	-41,2	-41,2	-41,2	-41,2	-41,2	-41,2	-41,2	
Amortización			-7,4	-6,7	-5,9	-5,2	-4,4	-3,7	-2,9	-2,2	-1,4	-0,7	
Base Imponible			4,63	9,5	10,3	11	11,8	12,5	13,3	14	14,8	15,5	
Impuestos				-1,6205	-3,325	-3,605	-3,85	-4,13	-4,375	-4,655	-4,9	-5,18	-5,425
NCF	-22,18	-26,35	12,03	14,5795	12,875	12,595	12,35	12,07	11,825	11,545	11,3	11,02	6,315

CAPÍTULO 7.

Una vez calculada la amortización correspondiente a cada año, se calcula la base imponible (BI) mediante la siguiente ecuación:

$$BI = V - C - A$$

Donde:

V: Son las ganancias recibidas por ventas del producto

C: Hace referencia a los costes que tenemos anuales

A: La amortización referente a aquel año.

Finalmente podemos calcular el NCF referente a cada uno de los años mediante la siguiente expresión:

Donde:

CC: Es el capital circulante.

VR: Valor residual.

ti: Es el valor impuesto por los impuestos.

7.4.3 VALOR ACTUAL NETO (VAN) Y TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR)

La realización del proyecto está directamente relacionada con la viabilidad de este, la cual se estima mediante los flujos netos de efectivo o NCF. Estos son llevados al minuto antes de comenzar el proyecto, es decir, al año cero, mediante un método financiero de actualización de flujos. Este método se denomina VAN o Valor Actual

Neto, con el cual se adquiere una noción de verdadero riesgo económico que existe al realizar el proyecto.

Este método, VAN, trata en llevar los flujos futuros de efectivos calculados (NCF de cada año de la vida del proyecto), mediante el uso de una tasa de interés “i” que posea el capital, y como fue mencionado, la vida útil del proyecto o cantidad “n” de años, la cual se estimó en 10 años, debido a que obtener una variabilidad en el área económica en una temporalidad mayor a esta le entregará una mayor incertezza al cálculo.

Para el cálculo del VAN utilizaremos la siguiente expresión:

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

En este caso lo que se hace es representar la curva del VAN para diferentes intereses y comprobar que valores de interés dan un VAN positivo. Si el VAN es cero quiere decir que no hay ganancias ni pérdidas, se recupera el capital invertido; y si es negativo no tiene ningún sentido realizar el proyecto, ya que las pérdidas superan al desembolso inicial.

Además, con la tasa de retorno interno (TIR) se determina el interés que da un valor del VAN igual a cero o lo que es lo mismo, el interés máximo que puede alcanzar la empresa para no tener pérdidas y poder recuperar la inversión. Interesa que el TIR sea elevado porque significará que el margen de intereses que puede escoger la empresa es mucho más amplio.

Seguidamente se presenta la curva del VAN y el valor del interés TIR, para poder comentar la viabilidad del proyecto:

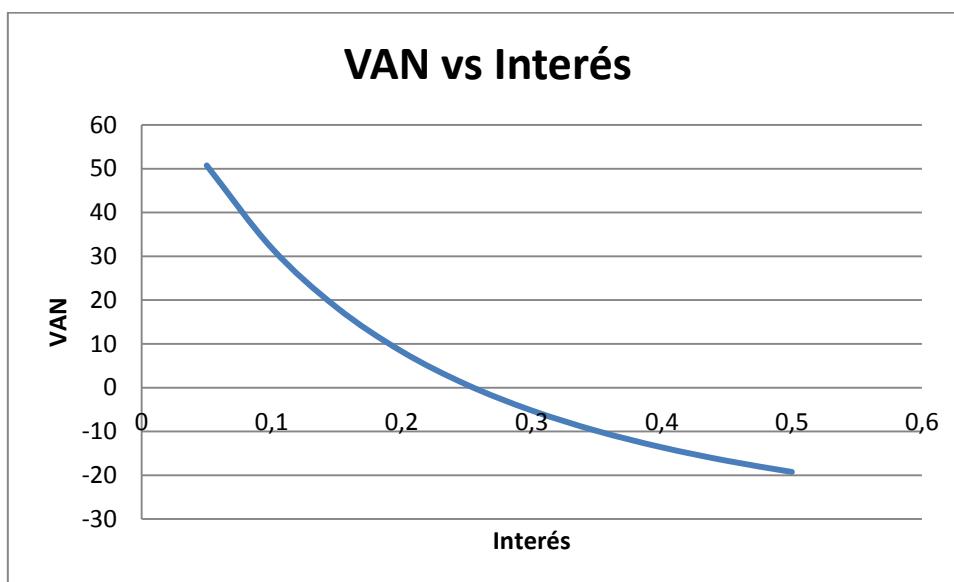


Figura 1. VAN del proyecto referente a diferentes intereses.

Como podemos observar en la anterior figura, el VAN se hace negativo a intereses relativamente altos, más concretamente el VAN es cero en el punto en que el interés es

CAPÍTULO 7.

de 25%. Esto quiere decir que con intereses inferiores al 25%, nuestro proyecto será económicamente viable.

Se ha realizado el cálculo exacto del TIR para conocer el porcentaje de interés exacto hasta el cual el proyecto es viable. El TIR obtenido ha sido de 25.51%, es decir, a este interés solamente se recuperará la inversión inicial y, a partir de él, a intereses mayores, el proyecto será inviable.

7.4.4 PAYBACK

Es un método convencional, que como su nombre indica consiste en el cálculo del tiempo que se va a tardar en recuperar la inversión en función a los NCF. Sin embargo, con el cálculo del Pay-Back no se tiene en consideración el momento en que se reembolsa el capital ni presenta información sobre lo que ocurrirá una vez recuperada la inversión.

El cálculo del pay-back se realiza utilizando la siguiente ecuación:

$$PB = \sum_{n=1}^{n=t} \frac{NCF_n}{I} \cdot 100\%$$

Donde PB es el porcentaje de inversión recuperado cada año.

Utilizando la ecuación recientemente presentada, con los NCF, a partir del segundo año, que es cuando el proyecto comienza a percibir ingresos, se obtiene la siguiente gráfica.

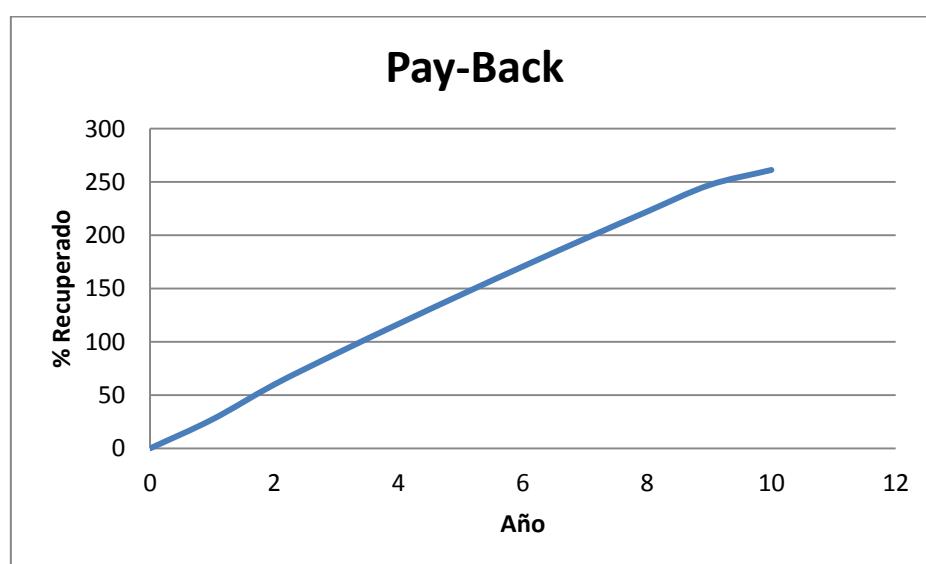


Figura 2. Pay-Back recuperado cada año.

Como podemos observar en la figura anterior, no recuperaremos el 100% de la inversión inicial hasta la llegada del 3er año. A partir de este año, todos los ingresos son ganancia para nuestra empresa.

Al realizar la evaluación económica no se han tenido en cuenta los gastos de la puesta en marcha de la planta ya que supone un factor menospreciable en frente de los demás costes, pero aun así en este apartado hay que tener en cuenta que lo obtenido de ventas el primer año útil será menor. Si el coste de la puesta en marcha fuese muy significativo podríamos decir que recuperaríamos la inversión inicial al 4t año en lugar de al tercero.

7.6 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Finalmente, concluiremos con que el proyecto es económicamente viable, ya que para que no salga rentable el interés debería ser menor al 25.51%, y como este interés no es un interés bajo, como para no dar una cierta seguridad financiera, se podría encontrar una entidad financiera que apostara por la viabilidad del proyecto.

Además, si observamos el pay-back podemos ver como rápidamente recuperamos la inversión inicial y obtenemos beneficios.

7.6 BIBLIOGRAFÍA

- Eudema: Madrid. (1991). *El pronóstico económico de la química industrial*
- MarketsandMarkets. (2016). academia.edu. Recuperado el 05 de 2016, de <<http://www.academia.edu/>>