

PLANTA PRODUCCIÓ CAPROLACTAMA



ENGINYERIA QUÍMICA

AUTORS: Narcís Borrat, Lledó Carceles, Oriol Cobo, Pau Mallorga, Alberto Marín i Albert Moreno

TUTOR: Javier Lafuente

DIRECTOR: Ricard Gené

Data de presentació: 14 de Juny de 2013, Universitat Autònoma de Barcelona.

7-AVALUACIÓ ECONÒMICA

CAPÍTOL 7: AVALUACIÓ ECONÒMICA

7.1.	Despeses prèvies	1
7.2.	Inversió inicial.....	1
7.3.	Capital immobilitzat.....	1
7.3.1.	Estimació del cost dels equips.....	1
7.4.	Capital Circulant	11
7.5.	Inversión inicial.....	12
7.6.	Despeses d'operació.....	12
7.6.1.	D'espeses de fabricació (M).....	12
7.6.2.	Despeses de gerència.....	17
7.7.	Càlcul dels guanys per ventes	18
7.8.	Rendibilitat del negoci	19
7.9.	Viabilitat de la planta	22

7. Avaluació econòmica

En aquest apartat s'avaluarà la viabilitat econòmica del projecte. Per tal de realitzar l'avaluació econòmica s'ha de tenir en compte la inversió inicial necessària, que anirà relacionat amb els costos previs a realitzar, el capital circulant i altres factors per tal de realitzar el net cashflow. Finalment es realitzarà la rendibilitat del projecte i s'analitzaran els resultats obtinguts.

7.1. Despeses prèvies

Totes les despeses a les que es refereix aquest apartat fan referència a despeses a realitzar abans de la realització del projecte, relacionat amb aspectes legals, amb el desenvolupament del projecte, investigació, I+D, per tal de realitzar l'estudi del procés de producció i del seu desenvolupament i millora.

7.2. Inversió inicial

Per tal de fer una estimació de la inversió inicial a realitzar és imprescindible determinar el capital circulant, el capital immobilitzat, les despeses prèvies, que implicarà les despeses addicionals que pugui ocasionar la posada en marxa.

7.3. Capital immobilitzat

Aquest apartat inclou totes les despeses de compra dels equips, instrumentació i la seva respectiva instal·lació. En aquest cas cal determinar el tipus d'amortització i el seu valor amb el temps, ja que cal saber del cert el temps estimat a l'hora de recuperar la inversió inicial.

7.3.1. Estimació del cost dels equips

Per tal de dur a terme el mètode de Happel i realitzar una estimació del cost total de la planta, s'ha de calcular el preu dels equips segons el tipus d'equip.

Amb el llistat d'equips realitzat a l'apartat 2 anomenat "Equips" es pot realitzar el recompte dels equips i estimar el seu cost corresponent.

En primer lloc i a banda del càlcul dels equips, s'ha determinat el preu de les vàlvules de la planta. Aquest preu es calcula amb el mètode de Vian normalment, a partir del preu de la

maquinària i aparells (II), aplicant-li el tant per cent corresponent que proporciona el mètode. En aquest cas, es tractarà aquestes dades apart, que estarà més detallat a l'apartat de càlcul del mètode de Vian.

- Vàlvules:

Mitjançant varis catàlegs, s'ha determinat el preu per unitat de les vàlvules sobretot segons el seu diàmetre nominal i material de fabricació. Els preus obtinguts davant el recompte de vàlvules pertinent són els següents:

Taula 7.3.1.1. Preus de les vàlvules.

Polsades/vàlvules		Seguretat	Tres vies	Agulla	Papallona	Seient	Antiretorn	Bola	SUMA
3/8 "	nº unitats	0	0	0	1	1	1	0	3
	Preu (€) total	0	0	0	13,988	46,767	9,52	0	70,27
1/2 "	nº unitats	0	0	0	0	0	0	5	5
	Preu (€) total	0	0	0	0	0	0	76,45	76,45
3/4 "	nº unitats	1	0	0	4	4	1	17	27
	Preu (€) total	39,33	0	0	77,44	246,48	13,34	461,38	838
1"	nº unitats	3	0	0	0	2	0	5	10
	Preu (€) total	151,53	0	0	0	153,34	0	180,85	486
1 1/4"	nº unitats	2	1	0	14	12	0	31	60
	Preu (€) total	165,56	323,82	0	375,17	1329,7	0	1372,06	3566
1 1/2"	nº unitats	3	1	1	16	18	4	46	89
	Preu (€) total	315,66	436,36	263,21	504,42	2579,2	154,68	2904,9	7158
2"	nº unitats	6	2	5	34	26	7	102	182
	Preu (€) total	878,1	1445,72	1619,7	1261,06	5504	381,5	7274,6	18364
2 1/2"	nº unitats	10	0	1	37	6	1	50	105
	Preu (€) total	1683,025	0	372,54	1659,82	2130,1	91,51	5443,5	11380
3"	nº unitats	7	0	0	18	20	0	47	92
	Preu (€) total	1354,84	0	0	892,98	8874,8	0	6821,6	17944
4"	nº unitats	8	1	1	46	22	9	51	138
	Preu (€) total	1780,64	4256,76	492,7	2417,76	13016	1574,91	10572	34110
5"	nº unitats	2	1	0	6	4	0	17	30
	Preu (€) total	511,93	4895,274	0	380,7	3136	0	5609,6	14533

6"	nº unitats	0	0	0	4	2	1	14	21
	Preu (€) total	294,36	5629,5	651,6	75,32	1072,4	544,65	459	8727
8"	nº unitats	3	1	0	14	8	0	28	54
	Preu (€) total	1015,55	6474	0	1589,42	13904	0	27019	50002
10"	nº unitats	0	0	0	0	2	0	2	4
	Preu (€) total	0	0	0	0	3997	0	3911	7908,3
12"	nº unitats	1	0	0	0	2	0	4	7
	Preu (€) total	447,69	0	0	0	4597,1	0	11446	16491
16"	nº unitats	1	0	0	0	4	0	4	9
	Preu (€) total	514,8	0	0	0	10573	0	13163	24251
20"	nº unitats	3	0	0	0	2	0	5	10
	Preu (€) total	1776,2	0	0	0	6080	0	18922	26778
Preu total								242687	

El llistat d'equips amb el seu preu respectiu es mostra a continuació:

- Equips:

Càlculs per a l'estimació del cost d'equips

Per el càlcul dels costos dels equips s'utilitza el mètode happel, amb el que es determinen els diferents preus a partir de les diferents característiques físiques de cada un (volums, cabals,...).

El problema d'aquest mètode de càlcul és que el preu resultant és el corresponent a l'any 1970, i per tant s'ha d'actualitzar tal i com s'explicarà més endavant.

Càlcul del cost dels cristallitzadors

L'expressió per calcular el preu d'aquest equip es basa en la quantitat en tones/dia de producció.

$$Cost\ de\ compra = 11600 \cdot (T/D)^{0,55}$$

Aquest cost de compra està expressat en dòlars.

Càlcul del cost dels tancs de magatzematge

En aquest apartat s'inclouen tots els recipients de procés, inclús els reactors ja que l'agitador es conta apart (es disposa dels preus corresponents).

Depenent del material amb el que estiguin fets aquests recipients s'utilitzarà una expressió o una altra:

-Acer al carboni

$$\text{Cost de compra} = 15 \cdot V_{\text{recip.}}^{0,82}$$

-Acer inoxidable

$$\text{Cost de compra} = 57 \cdot V_{\text{recip.}}^{0,82}$$

-Acer vitrificat

$$\text{Cost de compra} = 660 \cdot V_{\text{recip.}}^{0,5}$$

En tots els casos, el volum (expressat en galons) és el dels recipients sense contar la capacitat d'aquests. Per tant, un de més gruixut tindrà un volum major.

L'acer vitrificat és per aquells reactors o recipients que contenen un medi àcid com el fosfòric o el nítric (reactors de la zona 100), evitant així l'atac químic que pugui patir a causa d'aquest medi.

Als reactors de l'àrea 200 no són d'acer vitrificat ja que el medi que contenen és massa àcid (òleum), per tant s'ha d'utilitzar un recobriment de PTFE per tal d'evitar aquest atac químic tant extrem.

Càlcul del cost de les columnes de destil·lació

En aquest cas el preu es calcula en funció del número d'etapes i del diàmetre de la columna en peus. Com a exemple de càlcul s'ha utilitzat la torre de destil·lació TD-101.

Aquesta torre té un diàmetre intern de 1'6 metres (5'5 peus) i un total de 18 plats. A l'hora d'estimar el preu d'aquest equip s'ha d'anar a les taules corresponents (mètode de happel) on hi ha diferents preus per una quantitat variable de plats però un diàmetre constant de 6 peus.

El primer que s'ha de fer és estimar el cost de la torre per el número de plats reals però amb el diàmetre que hi ha per defecte a les taules (6 peus).

Cost de la torre amb 10 plats i 6 peus de diàmetre → 11000\$.

Cost de la torre amb 20 plats i 6 peus de diàmetre → 19400\$.

Si es vol recalculer el cost de la torre per 18 plats i un diàmetre de 6 peus, se l'hi han de restar 2 plats a la torre de 20.

Cost de la torre amb 18 plats i 6 peus de diàmetre:

$$C_{6ft} = 19400 - \frac{2}{10} \cdot (19400 - 11000) = 17720 \$.$$

Cost de la columna amb 18 plats i 5,5 peus de diàmetre:

$$C_{5,5ft} = 17720 \cdot \left(\frac{5,5}{6}\right)^{0,65} = 16745,62 \$.$$

El factor 0,65 de l'exponent s'aplica quan s'han de calcular els costos de columnes buides d'altres diàmetres que no siguin 6 peus.

El cas de l'estimació de costos de l'stripping és el mateix que el de la torre de destil·lació.

Càlcul del cost de les columnes d'extracció

En aquest cas el preu de l'equip es basa amb el cabal d'aquest, i es fa servir la següent expressió utilitzant el mètode de Williams:

$$Cost = \left(\frac{Cabal}{10} \right)^{0,37} \cdot 15000$$

On el cabal és volumètric.

El cost de les columnes de bescanvi iònic s'ha calculat fent servir la mateixa expressió que les columnes d'extracció.

En tots els casos, un cop que s'ha calculat el cost dels equips, aquest s'ha d'actualitzar fent servir els índex d'actualització de Marshall & Swift tal i com es pot veure a continuació.

$$C_{Actual} = Cost \cdot \left(\frac{1362,7}{303,3} \right)$$

On el cost és l'estimació del preu de l'equip a l'any 1970, el cost actual és el preu actual de l'equip (any 2007), i els índex 1362,7 i 303,3 són els índex d'actualització de M&S per passar de l'any 1970 al 2007.

Per passar de dòlars a euros s'ha d'utilitzar factor actualitzat de la taula següent.

Taula 7.3.1.2. Conversió actual de moneda.

Euros (€)	Dòlars (\$)
1	1,32849

Taula 7.3.1.3. Conversió d'unitats volumètriques.

Galons	m ³
1	0,003785

Taula 7.3.1.4. Preus dels tancs, reactors i columnes de la planta.

Equip	Volum (m3)	Preu de compra any 1970(\$)	Preu de compra 1970 (€)	Preu actual (€)
CB-101	4,62	19358,3	14571,7	78563,0
RE-101	0,37	6551,9	4931,8	22158,2
RE-102	0,37	6551,9	4931,8	22158,2
RE-103	0,60	8282,0	6234,1	28009,4
TD-101	0,61	16745,6	12605,0	56633,2
TM-101	0,09	800,2	602,4	2706,4
ST-101	0,23	10707,5	8059,9	36212,4

DE-101	0,28	1948,9	1467,0	6591,3
DE-102	0,28	1948,9	1467,0	6591,3
RE-201	0,27	1880,4	1415,5	7631,5
RE-202	0,15	1132,9	852,8	4597,6
RE-203	0,15	1132,9	852,8	4597,6
RE-301	0,39	2563,9	1929,9	10405,2
RE-302	0,32	2162,6	1627,8	8776,5
RE-303	0,18	1360,7	1024,2	4601,7
DE-401	0,19	1432,2	1078,1	4843,8
EX-401	0,10	17803,6	13401,4	60211,1
EX-402	0,15	6759,9	5088,4	22861,8
EX-403	0,08	18341,0	13805,9	62028,8
IE-401	0,15	18340,6	13805,6	62027,4
IE-402	0,15	18340,6	13805,6	62027,4
IE-403	0,17	18340,6	13805,6	62027,4
IE-404	0,17	18340,6	13805,6	62027,4
TE-401	1,36	12560,8	9454,9	42480,2
ES-401	1,27	6723,9	5061,3	22740,2
ES-402	1,27	6723,9	5061,3	22740,2
CR-401	0,60	292641,3	220281,1	989703,5
CR-402	0,64	247707,7	186458,1	837739,6
TK-401	0,15	1132,9	852,8	3831,4
TK-402	0,15	1132,9	852,8	3831,4
TK-403	0,15	1132,9	852,8	3831,4
TK-404	0,15	1132,9	852,8	3831,4
TK-405	0,91	5112,9	3848,6	17291,6
TK-406	1,97	9619,7	7241,1	32533,4
TSF-401	--	--	--	23390,0
TK-701	1,30	6864,5	5167,1	23215,4
TK-702	1,30	6864,5	5167,1	23215,4
TK-703	1,30	6864,5	5167,1	23215,4
TK-704	1,30	6864,5	5167,1	23215,4
TK-705	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-706	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-707	0,83	4740,3	3568,2	16031,5
TK-801	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-802	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-803	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-804	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-805	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-806	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-807	1,37	7161,6	5390,8	24220,3
TK-808	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-809	13,18	45733,2	34425,0	154668,4

TK-810	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-811	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-812	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-813	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-814	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-815	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-816	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-817	13,18	45733,2	34425,0	154668,4
TK-818	3,62	15862,3	11940,1	53645,7
TK-819	3,62	15862,3	11940,1	53645,7
TK-820	3,62	15862,3	11940,1	53645,7
S-1201	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1202	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1203	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1204	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1205	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1206	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1207	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1208	1,02	5586,8	4205,4	18894,4
S-1209	1,02	5586,8	4205,4	18894,4

El cost total d'aquests equips és 4906779,1 €. El cost final s'ha sobredimensionat un 10% tenint en compte la implementació obtenint un valor de 5397457 €.

Taula 7.3.1.5.Preu dels equips especials.

Ítem	Preu (€)	Àrea (m2)	Unitats
Cèl·lules de càrrega Big-Bags	33840	600	36
Analitzador de gasos	31000	100	1
Centrífuga	240000	400	2
Membrana hidrogen	1000000	100	1
Escamadora	1600000	400	2
Filtre d'espelma	1590000	100	3
BE-101	29106	100	1
BE-102	43843	100	1
BE-103	116967	100	1
BE-104	62874	100	1
BE-105	24526	100	1
BE-106	101798	100	1
BE-201	59210	200	1
BE-202	24114	200	1
BE-203	13694	200	1
BE-204	11996	200	1
BE-205	12593	200	1

BE-301	42663	300	1
BE-302	110364	300	1
BE-303	42770	300	1
BE-304	18745	300	1
BE-401	12899	400	1
BE-402	141300	400	1
BE-403	481144	400	1
BE-801	10014	900	1
CH-901	3299,95	900	1
Compressor centrífug aire comprimit	220680,00	900	3
Compressor de reserva	37500	900	1
Tanc pulmó 1 m3	3356	900	1
Tanc sistemes de seguretat	115250	900	1

El cost total dels equips que apareixen a la taula anterior és de 6235545,95 €. Que sobredimensionat un 10% és de 6859100,55 €.

- Agitadors:

A la taula següent es mostren els models d'agitadors utilitzats a la planta. A la taula ... es descriurà cada model segons les seves particularitats i el preu respectiu de cada model.

Taula 7.3.1.6. Models d'agitadors utilitzats.

Equip	Agitador
RE-101	GFL 5.5-120/800-800
RE-102	GFL 5.5-120/800-800
RE-103	GFL 15-120/1000-1000
TM-101	GFL 1.1-320/350
RE-201	GFL 4.0-150/900-900
RE-202	GFL 1.5-150/400-400
RE-203	GFL 1.5-150/400-400
RE-301	GFL 9.2-120/800-800-800
RE-302	GFL 5.5-150/900-900
RE-303	GFL 4.0-150/600-600
CR-401	GFL 7.5-220/600-600
CR-402	GFL 7.5-220/600-600

Taula 7.3.1.7. Dades tècniques dels agitadors.

Equip	Longitud Eix	Diàmetre pales	Nombre pales	Diàmtreeix	Observacions	Preu
RE-101	3150	800	2	73	Motor ATEX	7.236,92 €
RE-102	3150	800	2	73	Motor ATEX	7.236,92 €
RE-103	5000	1000	2	90	Motor ATEX	12.950,46 €

TM-101	1900	350	1	40	Motor ATEX	2.796,01 €
RE-201	3000	900	2	73	Motor ATEX	5.173,60 €
RE-202	2000	400	2	40	Motor ATEX	3.100,90 €
RE-203	2000	400	2	40	Motor ATEX	3.100,90 €
RE-301	4500	800	3	73	Motor ATEX	10.360,37 €
RE-302	5000	900	2	73	Motor ATEX	7.963,05 €
RE-303	2600	600	2	60	Motor ATEX	4.523,60 €
CR-401	5750	600	2	90	Motor ATEX	9.342,56 €
CR-402	5750	600	2	90	Motor ATEX	9.342,56 €
TOTAL:						83.127,85 €

- Torres de refrigeració:

S'ha determinat de forma aproximada el preu les torres de refrigeració. El preu de cada unitat és de 46000 € i, tenint en compte que hi ha quatre torres de refrigeració, el preu final és de 184000 €.

Cost total dels equips de la planta:

Per tant, el preu total estimat pels equips de la planta, tenint en compte equips de la taula 7.3.1.4. i la taula 7.3.1.5., les bombes, els agitadors i les torres de refrigeració, és de 12766372,4 €.

Estimació del capital immobilitzat (Mètode de Vian)

Per l'estimació del capital immobilitzat s'utilitza el mètode de Vian, que consisteix a fer diverses estimacions a partir dels preus dels equips ja calculats tal i com s'explicarà a continuació.

I1: Maquinaria i aparells: És el preu que s'ha calculat de tots els equips.

$$I1 = X = 12766372,4 \text{ €}$$

I2: Despeses d'instal·lació de I1: Aquestes despeses es refereixen al material utilitzat, a l'instal·lació dels accessoris i a la mà d'obra. Segons aquest mètode, aquest valor es troba a un rang d'entre el 35% al 50% de X. S'utilitzarà el valor recomanat de 45% de X.

$$I2 = 0,4 \cdot X = 5106548,86 \text{ €}$$

I3: Canonades i vàlvules: Inclou el preu de totes les vàlvules i canonades. En aquest cas s'ha disposat d'un catàleg amb els preus de les vàlvules, pel que el factor de 60% de I1 que recomana el mètode, passa a ser un 58% corresponent al preu de les canonades, i el 2% restant se l'hi suma posteriorment.

$$P_{VALV} = 242687 \text{ €}$$

$$I3 = 0.6 \cdot X - P_{VALV} = 7659823,44 - 242687 = 7417136,44 \text{ €}$$

I4: Instruments de mesura i control: Aquesta estimació inclou el cost de tota la instrumentació del control de la planta i la seva instal·lació. Aquest valor estimat es troba en un rang d'entre un 5 a un 30% de I1, i s'ha escollit un valor del 15% del preu dels equips.

$$I4 = 0.15 \cdot X = 1914955,86 \text{ €}$$

I5: Aïllaments tèrmics: Inclou el cost de tot l'aïllament i la mà d'obra a l'hora de col·locar-ho. Aquest mètode dona un rang d'entre el 3 al 10% de I1, i en aquest cas s'ha escollit el valor més alt ja que hi ha una quantitat prou important d'equips aïllats.

$$I5 = 0.1 \cdot X = 1276637.24 \text{ €}$$

I6: Instal·lació elèctrica: Cost de la xarxa de distribució i les subestacions elèctriques. Encara que aquesta planta pugui arribar a ser autosuficient respecte al consum elèctric, sempre s'ha de construir la corresponent instal·lació per les possibles incidències.

Aquest mètode proposa uns rangs de costos del 10 al 20% de I1, pel que s'ha decidit treballar amb un valor òptim del 15% del cost dels equips.

$$I6 = 0.15 \cdot X = 1914955.86 \text{ €}$$

I7: Terrenys i edificis: El terreny no es té en compte ja que el client ja disposa de la parcel·la. Per tant aquesta estimació inclou els costos de l'edificació que, segons aquest mètode, és un 5% dels costos dels equips en cas que es trobin a l'exterior.

$$I7 = 0.15 \cdot X = 1914955.86 \text{ €}$$

I8: Instal·lacions auxiliars o serveis: Inclou tots aquells serveis que no intervenen al procés com és la calefacció o l'aire acondicionat. Es considera que el valor estimat representa el 25% del cost dels equips.

$$I8 = 0.25 \cdot X = 3191593.1 \text{ €}$$

Capital físic o primari: es calcula com la suma de tots els apartats anteriors.

$$Y = I1 + I2 + I3 + I4 + I5 + I6 + I7 + I8 = 35503155.72 \text{ €}$$

I9: Honoraris del projecte i direcció del muntatge: Les despeses associades a aquest apartat corresponen a un 12% del capital físic als honoraris del projecte, un 6% a la direcció i un 2% a la compra. Per tant l'estimació dels costos d'aquest apartat equivalen a un 20% del capital primari.

$$I9 = 0.2 \cdot Y = 7100631.144 \text{ €}$$

Capital directe o secundari: és la suma del capital primari i I9.

$$Z = Y + I9 = 42603786.86 \text{ €}$$

I10: Contracte d'obres: Correspon a un valor d'entre el 4 al 10% del capital directe. S'ha decidit treballar amb un 5% d'aquest capital.

$$I10 = 0.05 \cdot Z = 8520757.372 \text{ €}$$

I11: Despeses no previstes: Correspon a un valor d'entre el 10 al 30% del capital directe. S'ha decidit treballar amb un 20% d'aquest capital.

$$I11 = 0.2 \cdot Z = 8520757.372 \text{ €}$$

Estimació del capital immobilitzat

$$I = Z + I10 + I11 = 53254733.58 \text{ €}$$

7.4. Capital Circulant

El capital circulant engloba tot els diners que permeten el manteniment i funcionament de la planta. Es tracta de tots aquells diners que es troben en moviment, que s'acaba recuperant amb la venda del producte final i que no perd valor, és a dir, que no pot ser amortitzable.

El valor del capital circulant mitjançant el mètode global es calcula estimant que és entre un 10% i 30% del capital immobilitzat.

$$CC = 0.20 \cdot I = 0.20 \cdot 53254733,58 = 10650946,72 \text{ €}$$

7.5. Inversió inicial

S'ha d'estimar una inversió inicial necessària per la posada en marxa de la planta amb el capital circulant i el capital immobilitzat. També s'hi han d'incloure les matèries primeres utilitzades a la posta en marxa.

Taula 7.5.1. Matèria primera necessària per la posada en marxa.

Reactiu	quantitat (Tn)	Preu (€/Tn)	Preu (€)
H3PO4	39,6	750,8	29731,68
NH4NO3	3,241175	350	1134,41125
Toluè	25,75461	862,86	22222,6228
H2	2,1627	2627,8	5683,14306

Es necessita un total de 58771,86 € en matèries primeres per la posada en marxa.

Així doncs, tenint en compte aquests tres termes es calcula la inversió inicial necessària:

Inversió inicial = I+matèries primeres = 53313505,44 €

7.6. Despeses d'operació

Mitjançant el mètode de Vian es poden estimar les despeses relacionades amb l'operació de la planta.

Seguint el mètode de Vian, cal diferenciar les despeses de fabricació (M) i les despeses generals (G).

7.6.1. D'espeses de fabricació (M)

M1: Matèries primes.

Les matèries primes inclou l'emmagatzematge, transport, manteniment i d'altres factors relacionats amb l'obtenció i utilització de les matèries primes.

També es troben dins de les matèries primes les matèries auxiliars, com catalitzadors, sempre i quan aquests siguin de curta durada, per tal de no poder-los considerar immobilitzat.

Taula 7.6.1.1. Personal de la planta amb el seu respectiu salari.

Matèria primera	Consum (kg/h)	Consum anual (Tn)	Preu (€/Tn)	Preu (€)
ciclohexanona	5600,6	40324,32	1501,2	60534869,2
àcid nítric (60%)	6006,3	43245,36	150,12	6491993,44
òleum	4904	35308,8	67,57	2385815,62
H2	2162,7	15571,44	2627,8	40918630

Per tant el preu total anual de la matèria primera és de 110331308 €

M2: Mà d'obra directa.

Dins d'aquest apartat s'inclou la mà d'obra que es troba en la zona de producció. El valor relacionat amb la mà d'obra, evidentment, dependrà de l'automatització de la planta i del grau de producció.

Taula 7.6.1.2. Personal de la planta amb el seu respectiu salari.

Planta	Grup professional	Personal	Torns	Salari (€)
Operaris	4	12	4	1808,08
Mecànics	3	8	4	1653,65
Encarregat mecànics	5	4	4	2021,92
Magatzem	1	13	4	1463,57
Encarregats magatzem	3	4	4	1653,65

Taula 7.6.1.3. Cost anual dels operaris de planta.

Planta	Salari de cada paga (14 pagues) (€)	Cost anual (€/any)
Operaris	1549,784286	21696,98
Mecànics	1417,411429	19843,76
Encarregat mecànics	1733,070714	24262,99
Magatzem	1254,49	17562,86
Encarregats magatzem	1417,411429	19843,76

El nombre de treballadors totals que operen en planta són 47, tenint en compte el salari, les 14 pagues dels treballadors i les taxes pertinents.

El cost total de M2 és de 103210,35€/any.

M3: Patents.

Les despeses d'aquest apartat són nul·les ja que la planta es troba lliure de patents.

M4: Mà d'obra indirecta.

Aquest apartat inclou el personal relacionat amb tasques secundàries ja sigui de neteja, vigilants, revisors, guàrdies, etc.

Taula 7.6.1.4. Personal de les tasques secundàries amb el seu respectiu salari.

Oficina	Grup professional	Personal	Torns	Salari (€)
Neteja	1	4	1	1187,96
Dep. Administració:				
Recepció	3	1	1	1653,65
Logística	4	1	1	1808,08
Administratius	4	3	1	1808,08
Comptabilitat	5	1	1	2021,92
Compres-vendes	4	2	1	1808,08
Direcció comercial	7	1	1	2758,45
Direcció administrativa	6	1	1	2318,91
Dep. Enginyeria				
Enginyers	6	1	1	2318,91
Cap Dep. Enginyeria	8	1	1	3423,71
Seguretat:				
Seguretat	2	10	5	1546,73
Laboratori:				
Cap de Laboratori	8	1	1	3423,71
Tècnic	5	2	1	2021,92
Ajudants	2	2	1	1546,73

Taula 7.6.1.5. Cost anual dels treballadors al marge de la planta.

Oficina	Salari de cada paga (14 pagues) (€)	Cost anual (€/any)
Neteja	1018,26	14255,57
Dep. Administració:		
Recepció	1417,41	19843,76
Logística	1549,78	21696,98
Administratius	1549,78	21696,98
Comptabilitat	1733,07	24262,99
Compres-vendes	1549,78	21696,98
Direcció administrativa	1987,64	27826,89
Dep. Enginyeria:		
Enginyers	1987,64	27826,89
Seguretat:		
Seguretat	1325,77	18560,75
Laboratori		
Tècnic	1733,07	24262,99
Ajudants	1325,77	18560,75

El valor total de treballadors relacionats amb la mà d'obra indirecta són 35 treballadors, així que tenint en compte les catorze pagues assignades i les taxes corresponents, el cost total (M4) és igual a 240491,53 €/any.

M5: Serveis generals.

Hi ha dos tipus de serveis generals a destacar. En primer lloc, els serveis generals externs que preveuen el consum dels serveis i el preu que s'ha de pagar per obtenir-los. Els serveis generals interns determinen la pròpia generació de serveis amb la mà d'obra que hi va associada al M4.

Taula 7.6.1.6. Cost anual dels treballadors al marge de la planta.

Agua necesaria para repostar (m3/h)	preu (€/m3)	preu (€/any)
34,9068	0,89	223682,774

A la taula anterior estan les despeses necessàries per repostar l'aigua de refrigeració que s'evapora.

També hi ha un consum d'uns 1330 KWh, però al disposar d'un sistema de cogeneració a la pròpia caldera aprofitant els gasos residuals produïts, s'obté una planta autosuficient energèticament parlant ja que aquesta té una capacitat de producció d'uns 8'5 MWe.

$$M5=223682,8 \text{ €}$$

M6: Els subministres.

Tot el material d'adquisició addicional, ja sigui material de neteja, per oficines, etc.

Es considerarà un entre un 0.2 i 1.5% de l'Immobilitzat.

$$M6 = 0.007 \cdot I = 0.007 \cdot 53254733.58 = 372783.14 \text{ €}$$

M7: Manteniments.

Aquest apartat inclou els manteniments d'equips, instal·lacions, revisions periòdiques, reparacions i substitucions de peces.

Segons les condicions de la planta les expressions utilitzades per calcular M7 són les següents:

- Condicions suaus: $M7 = [2 - 4\%] \cdot I$
- Condicions mitges: $M7 = [5 - 7\%] \cdot I$
- Condicions dures: $M7 = [8 - 12\%] \cdot I$

En aquest cas el càlcul del manteniment ve donat per:

$$M7 = 0.06 \cdot I = 0.06 \cdot 53254733.58 = 3195284 \text{ €}$$

M8: Laboratori.

És imprescindible realitzar anàlisis de les substàncies d'entrada i sortida per garantir la puresa o concentració dels productes en qüestió.

El cost del laboratori representa entre un 5 i 25% de la mà d'obra (M2).

$$M8 = [5 - 25\%] \cdot M2 = 0.2 \cdot 81410.35 = 16282.07 \text{ €}$$

M9: Envasat.

El valor de M9 depèn de la vendes del producte.

M10: Expedició.

Preu per moure el producte d'on estigui emmagatzemat el producte final.

M11: Directius i tècnics.

Aquest apartat inclou tot el personal qualificat.

Taula 7.6.1.7. Personal qualificat amb el seu respectiu salari.

Planta	Grup professional	Personal	Torns	Salari (€)
Cap de Planta	8	2	2	3423,71
Caps de torn	7	4	4	2758,45
Oficina				
Direcció comercial	7	1	1	2758,45
Gerència	0	4	1	5416,67
Cap Dep. Enginyeria	8	1	1	3423,71
Laboratori				
Cap de Laboratori	8	1	1	3423,71

Taula 7.6.1.8. Cost anual del personal qualificat.

Planta	Salari de cada paga (14 pagues) (€)	Cost anual (€/any)
Cap de Planta	2934,610714	41084,55
Caps de torn	2364,388571	33101,44
Oficina		
Direcció Comercial	2364,388571	33101,44
Gerència	4642,86	65000
Cap Dep. Enginyeria	2934,610714	41084,55
Laboratori		
Cap de Laboratori	2934,610714	41084,55

El cost associat al personal qualificat és de 254456,53€.

M12: Amortització.

En funció de la vida dels equips es realitza l'estimació fixant uns temps d'amortització. En el cas que els equips siguin grans el temps de vida serà de 10 anys.

M13: Lloguers.

Edificis i zones llogades. En aquest cas no hi ha cap zona llogada i, per tant, cap cost addicional sobre aquest apartat.

M14: Taxes.

Impostos pel simple fet de tenir l'empresa en funcionament.

El valor es troba entre el 0.5 i 1% de l'Immobilitzat.

$$M14 = [0.5 - 1\%] \cdot I = 0.0075 \cdot 53254733.58 = 399410.5 \text{ €}$$

M15: Assegurances.

Relacionat amb les assegurances de responsabilitat civil, per tal de garantir que els treballadors es troben coberts en cas d'accidents. El valor és un 1% de l'Immobilitzat.

$$M15 = 0.01 \cdot I = 0.01 \cdot 53254733.58 = 532547.33 \text{ €}$$

El valor final de les despeses de fabricació venen donades per aquesta expressió:

$$M = \sum M_i = 115669456,3 \text{ €}$$

7.6.2. Despeses de gerència

G1.Despeses comercials

Aquestes són les despeses generals per la comercialització del producte considerant els viatges, el marketing, la publicitat, etc.

En el cas d'aquesta planta, es considera que les despeses en propaganda de la caprolactama corresponen a un 5% del cos total de fabricació, ja que és un producte que no necessita de publicitat per vendre's tot i tenir una petita despesa comercial associada.

$$G1 = 0.05 \cdot M = 5783472,8 \text{ €}$$

G2.Gerencia i administració

Té en compte els sous del personal i el funcionament dels departaments, comptabilitzant així les despeses de l'organització.

El seu valor està dins d'un rang d'entre el 3 al 6% del cost de fabricació, considerant com a òptim el valor més baix.

$$G2 = 0.03 \cdot M = 3470083,7 \text{ €}$$

G3. Despeses financeres.

Aquests són els costos físics relacionats amb el capital prestat i els interessos corresponents que hi vinguin associats. En aquest cas no es coneix el valor d'aquest capital i per tant no es pot comptabilitzar.

$$G3 = 0$$

G4. Investigació i serveis tècnics.

Inclou l'assistència tècnica al client per una banda, i la investigació alhora d'innovar i millorar els productes o la seva fabricació per l'altra. En aquest cas, aquest últim punt és bastant important ja que la caprolactama és un producte intermedi i sempre es pot optimitzar la seva producció així com minimitzar la quantitat de subproductes produïts.

El cost de l'assistència tècnica al client representa un 1,5% de les despeses de fabricació, i la investigació un 2%. Així doncs, aquest apartat representa un total del 3,5% de les despeses totals de fabricació.

$$G4 = 0.035 \cdot M = 4048430,97 \text{ €}$$

Un cop això i realitzant la suma d'aquests quatre apartats es determinen les despeses totals generals de la gerència.

$$G = \sum G_i = 13301987,47 \text{ €}$$

Per tant el cost total de les despeses de fabricació i la gerència anuals d'aquesta planta són de:

$$M + G = 128971443,8 \text{ €}$$

7.7. Càlcul dels guanys per ventes

A l'hora de realitzar aquest càlcul s'ha de tenir una estimació dels preus dels productes que s'hi produeixen, que en aquest cas és la caprolactama com a producte principal i el sulfat d'amoni com a subproducte.

A aquesta planta s'han de produir un mínim de 45000 Tn/any, però s'ha establert un marge de seguretat i la producció anual real de caprolactama és de 46127,52 tones.

Per altra banda hi ha també una producció del subproducte sulfat d'amoni de 50826,96 Tn/any.

Per aquest càlcul s'ha suposat que tota la caprolactama i el sulfat d'amoni que es produeix es pot vendre ja que tot i que hi poden haver temporades en les que les ventes no siguin del 100% i s'acumuli stock, hi haurà altres dies en els que la demanda serà major.

Tant el preu de la caprolactama com el del sulfat d'amoni s'ha obtingut a través de dues empreses donant així el rang següent.

Preu caprolactama: 2500-3500 €/Tn

Preu sulfat d'amoni: 150-400 €/Tn

Així doncs s'ha fixat el preu de la caprolactama a un valor de 3000 €/Tn, i el sulfat d'amoni a 300 €/Tn per tal de donar un cert marge al valor de les ventes i d'aquesta manera tenir la possibilitat d'augmentar-lo en cas de necessitat.

7.8. Rendibilitat del negoci

Primer de tot s'ha de veure si aquest negoci és viable o no, és a dir, si hi han suficients beneficis com per que surti rentable construir-la. Per això s'utilitza el mètode del net cash flow (NCF) actualitzant el valor del diner amb el VAN.

A l'hora de calcular el NCF s'han utilitzat els següents paràmetres.

-Costos fixes: són aquells que no varien al llarg de l'any com els costos de la matèria primera (es suposa que el preu és el mateix al llarg del temps) o els sous dels treballadors.

-Costos addicionals: estan associats al manteniment dels equips.

-Capital circulant: És aquell capital que no és fix, és a dir, es fa servir pel funcionament del negoci com per pagar petites despeses, etc.

-Vendes-costos: Són aquells diners que es recuperarien si no es tinguessin en compte ni els impostos ni l'amortització.

-Amortització: Són els costos que s'han de restar als beneficis obtinguts fins que s'ha recuperat el capital immobilitzat. En aquest cas es considera una amortització lineal, és a dir, cada any es recupera una part proporcional de l'immobilitzat.

-Beneficis bruts: És el valor de les vendes-costos si se l'hi resta l'amortització.

-Base Imponible: forma la base a partir de la qual es pagaran els impostos. Si els beneficis bruts són positius, la base imponible prendrà el mateix valor. Si els beneficis bruts són negatius (pèrdues) o zero, la base imponible serà zero i per tant els impostos associats nuls.

-Impostos: és un percentatge de la base imponible que se l'hi ha de restar al net cash flow calculat sense impostos. Aquest percentatge dependrà del tipus d'indústria que es tingui. En el cas d'aquesta planta de producció es té un valor del 33%.

Així doncs, tenint en compte el NCF (taula 7.8.1) es pot observar que tret dels dos primers anys de construcció, hi ha sempre un benefici al llarg de tot el temps de vida de la planta.

L'interès del VAN que es pot arribar a aconseguir és força alt de tal manera que el TRI es troba a un interès del 29,21% del valor actual net, és a dir, es pot tenir un marge de beneficis força alt.

Taula 7.8.1 Taula del Net Cash Flow (NCT)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversió inicial	-26,66	-26,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CC(MM)	0,00	0,00	-10,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,65
Vendes(MM)	0,00	0,00	153,63	153,63	153,63	153,63	153,63	153,63	153,63	153,63	153,63	153,63	0,00
Costos	0,00	0,00	-128,97	-128,97	-128,97	-128,97	-128,97	-128,97	-128,97	-128,97	-128,97	-128,97	0,00
costos addicionals	0,00	0,00	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	0,00
NCF (sense impostos)	-26,66	-26,66	13,51	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	10,65

Vendes -Costos	0,00	0,00	13,51	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	24,16	0,00
Amortització (MM)	0,00	0,00	-5,33	-5,33	-5,33	-5,33	-5,33	-5,33	-5,33	-5,33	-5,33	-5,33	0,00
Beneficis Bruts	0,00	0,00	8,18	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	0,00
Base Imponible	0,00	0,00	8,18	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	18,83	0,00
Impostos	0,00	0,00	0,00	-2,70	-6,22	-6,22	-6,22	-6,22	-6,22	-6,22	-6,22	-6,22	-6,22
NCF	-26,66	-26,66	13,51	21,46	17,94	17,94	17,94	17,94	17,94	17,94	17,94	17,94	4,44

Tots els valors de la taula estan en milions d'euros i la construcció de la planta dura 2 anys així que els beneficis de producció comencen als dos anys.

També s'ha considerat que la inversió inicial es reparteix en els dos primers anys.

7.9. Viabilitat de la planta

Donat els preus de venda dels productes i suposant que el mercat és capaç d'absorbir el 100% de la producció, es té com a resultat una planta suficientment viable com per estar en funcionament durant un període de 10 anys. Tot i això, es treballa amb uns preus de venda tals que permetrien obtenir un benefici major en cas de possibles pèrdues.