



Treball Final Grau

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria

Universitat Autònoma de Barcelona

Planta Química per la producció d'alfa-naftol

Juny 2014 • Tutor: Carles Solà

Pau Ayats Forrelat • Raquel Fuentes Lopez • Marc Giménez Gallardo

Anaïs Gómez Ramon • Alberto Ramón Ferrer



7. AVALUACIÓ ECONÒMICA



ÍNDEX

7.1 Introducció.....	3
7.1.1 Anàlisi del mercat	3
7.2 Inversió inicial	7
7.2.1 Despeses prèvies	7
7.2.2 Capital immobilitzat.....	7
7.2.2.1 Càlcul del cost dels equips.....	11
7.2.2.2 Càlcul de la instal·lació dels equips (mètode Happel)	28
7.2.3 Capital circulant	30
7.2.4 Posada en marxa	31
7.3 Costos de producció	32
7.3.1 Costos de fabricació.....	33
7.3.1.1 Costos directes i variables	33
7.3.1.2 Costos indirectes i variables	34
7.3.1.3 Costos indirectes fixes	36
7.3.2 Costos d'administració, ventes i despeses generals	36
7.3.2.1. Costos generals variables	36
7.3.2.2. Costos generals fixes	37
7.3.3 Costos extrems	37
7.4. Ingressos per ventes.....	38
7.5 Viabilitat del projecte	39
7.5.1 Càlcul del Net Cash Flow (NCF).....	39
7.5.2 Càlcul del Valor Actual Net (VAN).....	42
7.5.3 Càlcul del TIR.....	44
7.6 Conclusions.....	45

7.1 Introducció

L'avaluació econòmica té com a objectiu realitzar un estudi sobre la viabilitat de la planta de producció d'1-Naftol que es vol dissenyar, és a dir, determinar el rendiment econòmic per tal de preveure si haurà beneficis o pèrdues una vegada la instal·lació hagi estat construïda i hagi començat la seva activitat productiva.

Per a realitzar aquests estudi, és imprescindible tenir en compte una gran quantitat de variables i tenir en compte que les valoracions poden tenir cert grau de error, ja que són estimacions futures. S'haurà de calcular la inversió inicial (capital que cal invertir per a posar en marxa la planta de producció), els costos de producció associats a la planta, altre tipus de costos (que podrien ser costos de tractament de residus, costos de ma d'obra...) i, finalment, els beneficis que s'obtenen gràcies a la venda de productes i subproductes.

7.1.1 Anàlisi del mercat

El primer que s'ha de fer per vendre un producte, és conèixer les principals aplicacions d'aquest, encara que es sap que el 80% de la producció d'1-Naftol es destinarà a la planta de producció de Sevin i la resta es comercialitzarà. Les principals aplicacions de l'1-Naftol són:

- Producció de insecticides, com l'àcid 1-Naftoaxicètic, el Devrinol o el Sevin.
- Producció de fàrmacs, com l'èster 1-Naftil salicilat, 1-Isopropilamino-3-(1-naftoxy)-2-propanol, Nadoxolol i Nadolol.

Per tant, l'1-Naftol es podrà vendre tant a la indústria farmacèutica (per a la producció de fàrmacs), com a la indústria química (per a la producció de fertilitzants), essent aquesta últim de major importància.

Per aquest motiu, com que les indústries que requereixen 1-Naftol com a matèria primera són de tipus farmacèutica i química, es correcte estudiar quins són els sectors mundials on abunden aquests dos tipus d'indústries.

- Respecte a la indústria farmacèutica, els Estats Units d'Amèrica representen quasi la mitat del mercat farmacèutic mundial, amb més de 289 mil milions de dòlars en ventes anuals, seguit per la Unió Europea i per Japó.

Alguns mercats emergents com Xina, Rússia, Corea del Sur i Mèxic, van créixer prop d'un 80% l'any 2006.

- Respecte a la indústria química, els Estats Units d'Amèrica encapçalen la llista de països on hi ha major activitat d'indústries químiques, seguit de Japó, Alemanya i França (Any 2001). La resta de la llista de països amb indústries químiques d'activitat elevada es poden observar a la figura següent:

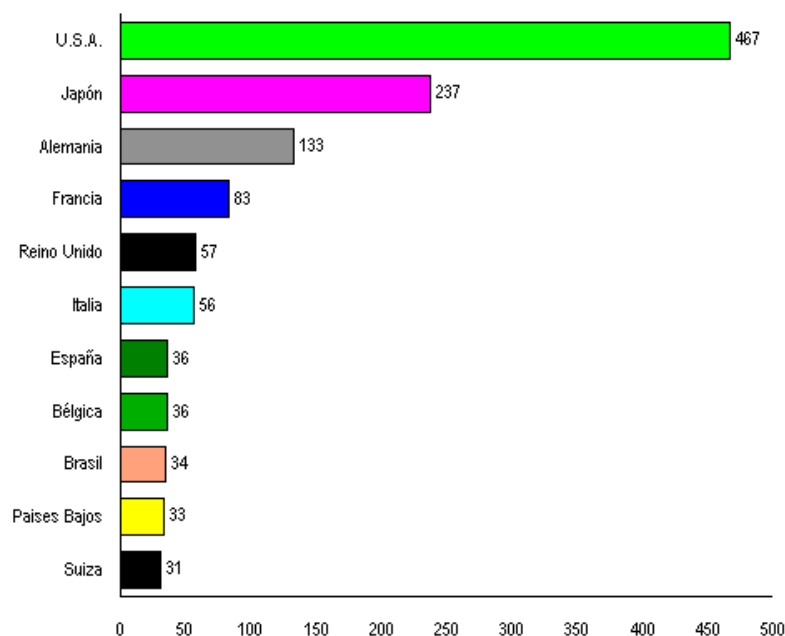


Figura 7.1.1.1 Nombre d'indústries químiques a nivell mundial

Tot i que les dades proporcionades són de fa molts d'anys (2006 i 2001, respectivament), es pot afirmar que les tendències no solen experimentar grans canvis.

Per tant, el mercat es podria orientar en buscar indústries que requereixin 1-Naftol en la zona de Nord Amèrica.

El preu de l'1-Naftol depèn, bàsicament, de dos factors:

- El preu del Naftalè

Tot i que el procés de producció d'1-Naftol requereix un gran nombre de matèries primeres, el naftalè es pot considerar la matèria prima essencial, per tant, és la que suposa una influència major, ja que se'n requereix més quantitat.

A continuació, en la següent taula es pot observar les despeses que suposen la compra de cada reactiu a grans quantitats, per tant no es tindrà en compte la compra d'hidrogen, ja que aquest ve subministrat mitjançant botelles:

Taula 7.1.1.1 Despeses anuals per la compra de matèries primes

Matèria prima	Preu (€/Tn)	Q (Tn/Any)	Cost (€/Any)
Naftalè	975	13444	13108095
Àcid Nítric	300	7074	2122200
2-Propanol	1200	49534	5944320
Àcid Sulfúric	250	9518	2379600
Agua	1.66	17480	29016

Per tant, es pot afirmar que, un augment de costs en el valor del naftalè, suposaria un increment notable en les despeses respecte a la compra de matèries primes. Per aquest motiu, s'estudiarà la situació global del naftalè.

La capacitat de producció del Naftalè es concentra a Xina, els Estats Units d'Amèrica i Europa occidental. És important destacar que, durant l'última dècada, Xina s'ha convertit en el major productor mundial de naftalè.

Per tant, hi ha una gran quantitat de països que consumeixen Naftalè com a matèria primera, tal i com es pot observar a la figura següent:

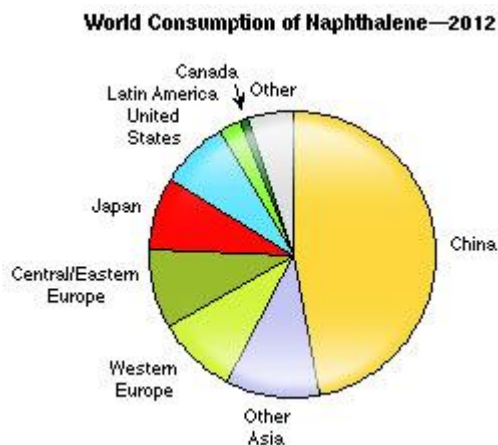


Figura 7.1.1.2 Consum mundial de Naftalè

Si aquest consum de naftalè augmenta al llarg dels anys, i la producció de naftalè es manté constant, aleshores el preu d'aquest compost incrementarà.

- Llei d'oferta i demanda

La Llei d'oferta i demanda és un model econòmic bàsic postulat per la formació de preus de mercat de bens, utilitzant-se per explicar una gran diversitat de fenòmens i processos tant macroeconòmics com microeconòmics. Serveix de base per teories i models econòmics.

Es important destacar que, a mesura que sorgeixen noves indústries arreu del món, el preu de cada compost pot variar, de forma que, si es produeix molta quantitat d'una substància i no hi ha molts de compradors, el preu d'aquesta substància baixarà.

Per finalitzar la introducció, s'escollirà un preu de venda estimat per l'1-Naftol relativament baix. El preu actual de l'1-Naftol està comprés entre 2500-3500 €/Tn, per tant, el preu de l'1-Naftol produït a la planta es vendrà a 3000 €/Tn, per tal d'assegurar un nivell alt de ventes.

7.2 Inversió inicial

La inversió inicial és el capital necessari que s'ha d'aportar abans de començar l'activitat de producció. Aquesta quantitat de diners es compon de diversos paràmetres:

7.2.1 Despeses prèvies

És la quantitat de capital necessària abans d'iniciar el disseny del projecte i la construcció de la instal·lació. En comparació al capital que es requereix a etapes posteriors, aquesta despesa econòmica és una quantitat petita.

Les despeses prèvies estan associades a les gestions administratives i gestories, als estudis de mercat i a les activitats d'investigació necessàries per al correcte disseny de la planta.

És important destacar que aquestes despeses prèvies es realitzaran en tots els casos que es vulgui dissenyar un projecte, tot i que al final aquest no sigui rentable.

Les despeses prèvies no es tindran en compte en l'avaluació econòmica ja que, tal i com s'ha dit anteriorment, són de poca importància en comparació al total de la inversió inicial.

7.2.2 Capital immobilitzat

El capital immobilitzat comprèn el conjunt d'elements o mitjans, materials i immaterials, indispensables per a dur a terme el procés productiu. Aquests cost suposa gran part de la inversió inicial i correspon, per exemple, a l'adquisició de tots els edificis, equips, instruments, maquinària, catalitzadors...

Aquest import va disminuint al llarg del temps degut a l'ús dels equips i del seu envelliment.

Aquest és un capital amortitzable, i es pot calcular utilitzant tres mètodes diferents:

1) Mètode global

Són una sèrie de càlculs ràpids, d'una durada d'uns 5-30 minuts, però no són molt fiables, ja que suposen un error del 50-100%.

Dins del mètode global, es pot trobar el mètode del factor universal, el mètode del coeficient d'immobilització i el mètode de Williams.

2) Mètode del factor únic

Són una sèrie de càlculs amb durada d'unes 30 hores, però tenen un percentatge d'error menor que l'anterior grup, ja que suposen un error del 20-50%.

El mètode del factor únic també es pot anomenar com el mètode del factor de Lang, i únicament es pot utilitzar per plantes estàndard.

3) Mètode del factor múltiple

Són una sèrie de càlculs que poden durar més de 50 hores a realitzar-los. És el mètode de càlcul més fiable, ja que suposa un error del 10-20%.

Existeixen dos mètodes d'estimació del capital immobilitzat mitjançant el factor múltiple: El mètode Vian i el mètode Happel.

Per la realització del capital immobilitzat, s'ha decidit realitzar el mètode Happel, que consisteix en:

Mètode Happel

Concepte	Material	Ma d'obra
Recipients	A	10% d'A
Torres, fabricades al terreny	B	30 a 35% de B
Torres prefabricades	C	10 a 15% de C
Bescanviadors	D	10% de D
Bombes, compressors ..	E	10% d'E
Instruments	F	10 a 15% de F
Suma d'A a F	G	
Aïllament	H=5 a 10% de G	150% d'H
Canonades	I=40 a 50% de G	100% d'I
Cimentacions	J=3 a 5% de G	150% de J
Edificacions	Terrenys +K (4% de G)	70% de K
Estructures	L=4% de G	20% de L
Material contra incendis	M=1/2 a 1% de G	500 a 800% de M
Electricitat	N= 3 a 6% de G	150% de N
Pintura i neteja	O= 1/2 a 1% de G	500 a 800% d'O
Suma de material i ma d'obra	P	
Costos d'equips especials instal·lats	Q	
Suma de P i Q	R	
Despeses generals	30% de R	
Honoraris d'enginyeria (10% del cost total de construcció)	13% de R	
Contingències(10% del cost total de construcció)	13% de R	
Inversió total	156% de R	

No obstant això, per poder aplicar el mètode Happel, cal conèixer el cost dels equips. Aquest valor es pot conèixer mitjançant una gran varietat de mètodes:

- Catàlegs: En ocasions el preu de l'equip ve determinat per l'empresa que l'ha fabricat, de manera que no requereix cap càlcul.
- Regla de Williams: Consisteix en calcular el preu d'un equip comparant-lo amb un altre equip similar, que tingui una magnitud característica semblant a l'equip en qüestió. Per utilitzar la regla de Williams, s'utilitza la següent expressió:

$$C_E = C_{E_{\text{Conegut}}} \cdot \left(\frac{S_E}{S_{E_{\text{Conegut}}}} \right)^b$$

On:

- C_E = Cost de l'equip a conèixer.
- $C_{E, \text{conegut}}$ = Cost de l'equip conegut.
- s_E = Magnitud característica de l'equip el qual es vol determinar el seu preu.
- $s_{E, \text{conegut}}$ = Magnitud característica de l'equip el qual es coneix el seu preu.
- b = Exponent de Williams. En general, $b \approx 0.6$.

➤ Estimacions de costos dels equips de Sinnott-Touler

➤ Correlacions a l'apèndix C Couper

És important destacar que el cost de l'equip es pot calcular respecte a un any antic. Per aquest motiu es imprescindible actualitzar aquest valor mitjançant la següent fórmula:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

On:

- $C_E(Any X)$ = Cost de l'equip a conèixer a l'any actual (Any X)
- $C_{E, \text{conegut}}$ = Cost de l'equip a conèixer a l'any antic (Any Y)
- $CEPCI(Any X)$ = Índex per l'any actual (Any X)
- $CEPCI(Any Y)$ = Índex per l'any antic (Any Y)

L'any actual és fixat, i és el 2014. No obstant això, el valor del CEPCI és un valor preliminar del més de Febrer de 2014, ja que no hi ha estudis més recents. Per tant:

$$CEPCI(2014) = 575$$

7.2.2.1 Càlcul del cost dels equips

En primer lloc, s'han de calcular els preus dels equips i instruments de la planta, tenint en compte el diagrama de procés. A continuació es mostren tots els costos que suposen els equips i d'on s'han obtingut:

- Tancs d'emmagatzematge

Els preus dels tancs d'emmagatzematge s'han obtingut a partir de l'Apèndix C Couper. Les equacions que s'han utilitzat han set les següents:

$$C (\$) = 1.218 \cdot F_M \cdot e^{2.631+1.3673 \cdot \ln(V)-0.06309 \cdot (\ln(V))^2} \quad 1300 < V < 21000 \text{ gal}$$

$$C(\$) = 1.218 \cdot F_M \cdot e^{11.662-0.6104 \cdot \ln(V)+0.04536 \cdot (\ln(V))^2} \quad 21000 < V < 11000000 \text{ gal}$$

Per tant, l'única variable que cal conèixer és el volum dels tancs, el galons.

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2002.

Els preus de cada tanc s'exposen a continuació. Cal remarcar que, tot i que la sitja d'emmagatzematge no és un tanc, s'ha considerat com a tal per tal de disposar d'un cost orientatiu. A més, el paràmetre F_M depèn del material del tanc d'emmagatzematge de la següent manera:

Material of Construction	Cost Factor F_M
Stainless steel 316	2.7
Stainless steel 304	2.4
Stainless steel 347	3.0
Nickel	3.5
Monel	3.3
Inconel	3.8
Zirconium	11.0
Titanium	11.0
Brick-and-rubber-or brick-and-polyester-lined steel	2.75
Rubber- or lead-lined steel	1.9
Polyster, fiberglass-reinforced	0.32
Aluminium	2.7
Copper	2.3
Concrete	0.55

Taula 7.2.2.1.1 Costos dels tancs d'emmagatzematge

Tancs Emmagatzematge						
	V (m ³)	V (gal)	F _M	C _{Equip} (2002) (\$)	C _{Total} (2002) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
Sitja C ₁₀ H ₈	160	35195	2.7	92367	166260	241658
Sitja C ₁₀ H ₈	160	35195	2.7	92367	166260	241658
Sitja C ₁₀ H ₈	160	35195	2.7	92367	166260	241658
Sitja C ₁₀ H ₈	160	35195	2.7	92367	166260	241658
Tanc HNO ₂	150	32995	2.4	80341	144613	210193
Tanc HNO ₃	150	32995	2.4	80341	144613	210193
Tanc C ₃ H ₇ OH	34	7479	2.7	59748	107547	156318
Tanc H ₂ SO ₄	136	29916	2.7	87516	157529	228966
Tanc H ₂ SO ₄	136	29916	2.7	87516	157529	228966
Tanc H ₂ O	163	35855	2.7	92952	167314	243189
Tanc H ₂ O	163	35855	2.7	92952	167314	243189
Tanc H ₂ O	163	35855	2.7	92952	167314	243189
Tanc H ₂ O	163	35855	2.7	92952	167314	243189
Sitja C ₁₀ H ₇ OH	150	32995	2.7	90383	162690	236468
Sitja C ₁₀ H ₇ NO ₂	31	6819	2.7	58397	105115	152783

Per aquest motiu, els costos totals dels tancs d'emmagatzematge seran d'uns 3400000 \$.

- Reactors

Els preus dels reactors s'han obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnott-Touler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següent:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic de cada reactor. En aquest cas, S és el seu volum (m³) i els valors de les anterior constants són els següents:

a	53 000
b	28 000
n	0.8

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

Els preus de cada reactor s'exposen a continuació.

Taula 7.2.2.1.2 Costos dels reactors

Reactors						
	V (m ³)	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
Reactor Nitració	17	53000	28000	0.8	323095	364489
Reactor Nitració	17	53000	28000	0.8	323095	364489
Reactor Hidrogenació	1.1	53000	28000	0.8	83218	93880
Reactor Hidrogenació	1.1	53000	28000	0.8	83218	93880
Reactor Hidròlisis	25	53000	28000	0.8	420714	474613
Reactor Hidròlisis	25	53000	28000	0.8	420714	474613

Per aquest motiu, els costos totals dels reactors seran de 1900000 \$.

- Tancs pulmó

Els preus dels tancs pulmó s'han obtingut a partir de l'Apèndix C Couper. Les equacions que s'han utilitzat han set les següents:

$$C (\$) = 1.218 \cdot F_M \cdot e^{2.631+1.3673 \cdot \ln(V)-0.06309 \cdot (\ln(V))^2} \quad 1300 < V < 21000 \text{ gal}$$

Per tant, l'única variable que cal conèixer és el volum dels tancs, el galons, el paràmetre F_M , que variarà de la mateixa manera que els tancs d'emmagatzematge.

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2002.

Els preus de cada tanc s'exposen a continuació:

Taula 7.2.2.1.3 Costos dels tancs pulmó

Tancs Pulmó						
	V (m ³)	V (gal)	F _M	C _{Equip} (2002) (\$)	C _{Total} (2002) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
T-301	34	7479.0	2.7	59748	107547	156318
D-301	0.65	143.0	2.7	8545	15382	22357
T-302	0.53	116.6	2.7	7327	13188	19169
T-501	0.53	116.6	2.7	7327	13188	19169
T-502	82	18037.5	2.4	62573	112631	163707
T-701	62	13638.1	2.4	60030	108055	157056
D-701	1.7	374	2.7	16438	29588	43006
T-702	0.53	116.6	2.7	7327	13188	19169

Per aquest motiu, els costos totals dels tancs pulmó seran de 600000 \$.

- Columnes de destil·lació

Els preus de les columnes de destil·lació s'han obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnott-Towler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següents:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic de cada columna de destil·lació. Per aquest equip, cal calcular dos costos: Un d'ells fa referència al volum del rebliment, mentre que l'altre fa referència a la orientació de la columna i el pes de l'equip en buit.

En aquests cassos, el volum de rebliment és en m³, i el pes de l'equip en buit és en kg.

Els valors de les constants a, b i n quan es vol determinar el cost del rebliment, seran:

a	0
b	7 700
n	1.0

Els valors de les constants a, b i n quan es vol determinar el cost de la columna (és a dit, l'estructura de la columna), seran:

a	10 000
b	29
n	0.85

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

Els preus de cada columna de destil·lació s'exposen a continuació.

Taula 7.2.2.1.4 *Costos de les columnes de destil·lació*

Columnes Destil·lació						
	S	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
C-301	22	0	7700	1.0	169400	191103
	4670	10000	29	0.85	48134	54301
C-501	1.32	0	7700	1.0	10164	11466
	1448	10000	29	0.85	24095	27181
C-701	12	0	7700	1.0	90090	101632
	2158	10000	29	0.85	29785	33601

Per aquest motiu, els costos totals de les columnes de destil·lació seran de 420000 \$.

- Bescanviadors de calor

Els preus dels bescanviadors de calor s'han obtingut a partir de l'Apèndix C Couper. Les equacions que s'han utilitzat han set les següents:

$$C(\$) = 1.218 \cdot f_d \cdot f_m \cdot f_p \cdot C_b$$

$$C_b = e^{8.821 - 0.30863 \cdot \ln(A) + 0.0681 \cdot (\ln(A))^2} \quad 150 < A < 12000 \text{ sqft}$$

$$f_m = g_1 + g_2 \cdot \ln(A)$$

Per tant, per conèixer el seu preu, cal calcular C_b , que només depèn de l'àrea de bescanvi de calor, i trobar els factors f_d , f_m i f_p . Aquests factors estan tabulats en el mateix apèndix, i poden tenir els següents valors:

Type	f_d
Fixed-head	$\exp[-1.1156 + 0.0906(\ln A)]$
Kettle reboiler	1.35
U-tube	$\exp[-0.9816 + 0.0830(\ln A)]$

Pressure Range (psig)	f_p
100–300	$0.7771 + 0.04981(\ln A)$
300–600	$1.0305 + 0.07140(\ln A)$
600–900	$1.1400 + 0.12088(\ln A)$

Els valors de g_1 i g_2 depenen del material amb el qual està format el bescanviador de calor:

Material	g_1	g_2
Stainless steel 316	0.8603	0.23296
Stainless steel 304	0.8193	0.15984
Stainless steel 347	0.6116	0.22186
Nickel 200	1.5092	0.60859
Monel 400	1.2989	0.43377
Inconel 600	1.2040	0.50764
Incoloy 825	1.1854	0.49706
Titanium	1.5420	0.42913
Hastelloy	0.1549	0.51774

A continuació, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2002.

Els preus de cada bescanviador de calor s'exposen a continuació:

Taula 7.2.2.1.5 Costos dels bescanviadors de calor

Intercanviadors de calor							
	A	f _d	f _m	f _p	C _{Equip} (2002) (\$)	C _{Total} (2002) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
BC-301	649.3	0.64	2.37	1.10	32493	71486	103903
RB-301	649.1	1.35	2.37	1.10	68375	150425	218641
BC-302	94.3	0.55	1.92	1.00	8725	19196	27901
BC-303	649.3	0.64	2.37	1.10	32493	71486	103903
BC-401	105.5	0.55	1.95	1.01	9303	20466	29748
BC-501	547.9	0.63	2.33	1.09	28417	62517	90868
RB-501	47.8	0.52	1.76	0.97	6109	13441	19536
BC-502	21.7	0.48	1.58	0.93	4318	9501	13809
CB-701	649.3	0.64	2.37	1.10	32493	71486	103903
RB-701	649.3	0.64	2.37	1.10	32493	71486	103903
BC-702	47.8	0.52	1.76	0.97	6109	13441	19536
BC-703	649.1	0.64	2.37	1.10	32485	71467	103876

Per aquest motiu, els costos totals dels bescanviadors de calor seran de 940000 \$.

- Spray dryers

Per l'estimació del preu dels spray dryers s'utilitza una correlació que depèn del volum de l'equip. Aquesta correlació és la següent:

$$C_e(\$) = 47 \cdot F_{M\&S} \cdot V^{0.52}$$

On $F_{M\&S}$ és l'índex de Marshall % Swift actual (1536.5) i V és el volum del spray dryer, en m^3 .

Els preus de cada spray dryer s'exposen a continuació:

Taula 7.2.2.1.6 Costos dels spray dryers

Spray Dryers		
	$V (m^3)$	$C_{Total} (2013) (\$)$
SD-301	1.2	79397
SD-701	24	376999

Per aquest motiu, els costos totals dels spray dryers seran de 450000 \$.

- Ciclons

Els preus dels ciclons s'han obtingut a partir de l'Apèndix C Couper. Les equacions que s'han utilitzat han set les següents:

$$C_e(\$) = 1.218(a + b \cdot W)$$

Per tant, l'única variable que cal conèixer és el cabal de gas a tractar, en tones/h, juntament amb els paràmetres a i b , tabulats en el mateix apèndix. Els valors d'aquests paràmetres depenen de la següent manera:

Material	Inorganic Process		Organic Process	
	a	b	a	b
Carbon steel	42	1.63	—	—
316	65	3.50	98	5.06
Monel	70	5.50	114	7.14
Nickel	84.4	6.56	143	9.43
Hastelloy	—	—	300	10.0

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2002.

Els preus de cada cicló s'exposen a continuació:

Taula 7.2.2.1.7 Costos dels ciclons

Ciclons						
	W (tn/h)	a	b	C _{Equip} (2002) (\$)	C _{Total} (2002) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
CY-301	0.366	98	5.06	121.62	170268	247482
CY-701	6.854	98	5.06	161.61	226248	328849

Per aquest motiu, els costos totals dels ciclons seran de 576000 \$.

- Torres de refrigeració

Els preus de les torres de refrigeració s'han obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnot-Touler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següent:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic de cada reactor. En aquest cas, S és el seu cabal volumètric (Q_L, en L/S) i els valors de les anterior constants són els següents:

a	150 000
b	1 300
n	0.9

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

Els preus de cada torre de refrigeració s'exposen a continuació.

Taula 7.2.2.1.2 Costos de les torres de refrigeració

Torres de Refrigeració						
	Q _L (L/S)	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
TR-1001	46.39	150000	1300	1	191088	215569
TR-1002	46.39	150000	1300	1	191088	215569
TR-1003	46.39	150000	1300	1	191088	215569

Per aquest motiu, els costos totals de les torres de refrigeració seran de 647000 \$.

- Calderes de vapor

El preu de la caldera de vapor s'ha obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnott-Touler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següent:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic de la caldera de vapor. En aquest cas, S són els kg/h de vapor d'aigua i els valors de les anteriors constants són els següents:

a	106 000
b	8.7
n	1

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

El preu de la caldera de vapor s'exposa a continuació.

Taula 7.2.2.1.9 Cost de la caldera de vapor

Caldera de vapor						
	S (kg/h vapor H ₂ O)	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
CV-1001	4000	106000	8.7	1.0	140800	158839

Per aquest motiu, els costos totals de la caldera de vapor serà de 159000 \$.

- Forn d'oli tèrmic

El preus del forn d'oli tèrmic s'ha obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnot-Touler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següent:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic del forn d'oli tèrmic. En aquest cas, S són els MW que aporta el forn i els valors de les anterior constants són els següents:

a	68 500
b	93 000
n	0.8

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

El preu del forn d'oli tèrmic s'exposa a continuació.

Taula 7.2.2.1.10 Cost del forn d'oli tèrmic

Forn oli tèrmic						
	S (MW)	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
COT-1001	2	68500	93000	0.8	230422	259943

Per aquest motiu, els costos totals de la caldera de vapor serà de 260000 \$.

- Bombes

Els preus de les bombes s'han obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnott-Touler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següents:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic de cada bomba. Per aquest equip, cal calcular dos costos: Un d'ells fa referència al cabal que opera, mentre que l'altre fa referència al seu consum.

En aquests cassos, el cabal és en L/s, i el consum elèctric és en kW.

Els valors de les constants a, b i n quan es vol determinar de la bomba segons el cabal d'operació, seran:

a	6 900
b	206
n	0.9

Els valors de les constants a, b i n quan es vol determinar el cost de la bomba segons el consum, seran:

a	-950
b	1 770
n	0.6

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

Els preus de cada bomba s'exposen a continuació.

Taula 7.2.2.1.11 Costos de les bombes

Bombes						
	S	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
P-101	20.83	6900	206	0.9	10068	11358
	6.58	-950	1770	0.6	6432	7256
P-102	0.75	6900	206	0.9	7059	7963
	0.52	-950	1770	0.6	2146	2420
P-103	20.83	6900	206	0.9	10068	11358
	1.70	-950	1770	0.6	3384	3817
P-104	1.22	6900	206	0.9	7146	8061
	0.29	-950	1770	0.6	1792	2022
P-105	16.73	6900	206	0.9	9500	10717
	7.70	-950	1770	0.6	6974	7867
P-106	8.96	6900	206	0.9	8383	9457
	11.30	-950	1770	0.6	8533	9626
P-201	11.87	6900	206	0.9	8810	9938
	1.24	-950	1770	0.6	2964	3344
P-202	0.88	6900	206	0.9	7084	7991
	0.02	-950	1770	0.6	1119	1263
P-301	11.87	6900	206	0.9	8810	9938
	12.22	-950	1770	0.6	8897	10037

P-302	0.77	6900	206	0.9	7063	7968
	0.06	-950	1770	0.6	1277	1441
P-303	0.86	6900	206	0.9	7079	7986
	15.00	-950	1770	0.6	9937	11210
P-304	0.06	6900	206	0.9	6915	7801
	0.003	-950	1770	0.6	1002	1130
P-401	1.73	6900	206	0.9	7238	8165
	30	-950	1770	0.6	14572	16439
P-501	1.68	6900	206	0.9	7228	8154
	0.07	-950	1770	0.6	1309	1477
P-502	0.58	6900	206	0.9	7026	7926
	0.02	-950	1770	0.6	1119	1263
P-503	27.25	6900	206	0.9	10934	12334
	7.27	-950	1770	0.6	6770	7637
P-504	1.31	6900	206	0.9	7163	8081
	0.12	-950	1770	0.6	1446	1631
P-601	17.66	6900	206	0.9	9629	10863
	5.84	-950	1770	0.6	6053	6828
P-602	1.29	6900	206	0.9	7158	8075
	0.05	-950	1770	0.6	1243	1403
P-701	1.49	6900	206	0.9	7196	8118
	0.42	-950	1770	0.6	2002	2258
P-702	0.55	6900	206	0.9	7020	7919
	0.01	-950	1770	0.6	1062	1198
P-703	3.67	6900	206	0.9	7563	8532
	0.19	-950	1770	0.6	1608	1814
P-704	0.49	6900	206	0.9	7008	7906
	0.04	-950	1770	0.6	1207	1361

Per aquest motiu, els costos totals de les bombes seran de 311000 \$.

- Agitadors

Els preus dels agitadors s'han obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnot-Touler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següent:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic de cada agitador. En aquest cas, S és la potència del motor i els valors de les anterior constants són els següents:

a	15 000
b	990
n	1.1

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

Els preus de cada agitador s'exposen a continuació.

Taula 7.2.2.1.12 Costos dels agitadors

Agitadors						
	P (kW)	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
AG-201	11	15000	990	1.1	27277	30772
AG-202	11	15000	990	1.1	27277	30772
AG-401	0.4	15000	990	1.1	15378	17348
AG-402	0.4	15000	990	1.1	15378	17348
AG-601	11	15000	990	1.1	27277	30772
AG-602	11	15000	990	1.1	27277	30772

Per aquest motiu, els costos totals dels agitadors seran de 158000 \$.

- Cintes transportadores

Els preus de les cintes transportadors s'han obtingut a partir de les estimacions de costos d'equips de Sinnot-Touler. L'equació que s'ha utilitzat ha set la següent:

$$C_e(\$) = a + b \cdot S^n$$

On els valors de a, b i n estan tabulats, i S és el paràmetre característic de cada cinta transportadora. En aquest cas, S és la longitud de la cinta, en m, i els valors de les anterior constants són els següents:

a	36 000
b	640
n	1.0

Després, per a actualitzar el valor dels costos, s'utilitza la següent equació:

$$C_{Equip}(Any X) = C_E(Any Y) \cdot \frac{CEPCI(Any X)}{CEPCI(Any Y)}$$

S'ha de destacar que, l'any actual (Any X) és el 2013 i l'any antic (Any Y) és el 2006.

Els preus de cada cinta transportadora s'exposen a continuació.

Taula 7.2.2.1.13 Costos de les cintes transportadores

Cintas transportadoras						
	L (m)	a	b	n	C _{Total} (2006) (\$)	C _{Total} (2013) (\$)
CT-101	10	36000	640	1	42400	47832
CT-102	10	40000	1160	1	51600	58211
CT-201	16	40000	1160	1	58560	66062
CT-202	16	40000	1160	1	58560	66062
CT-801	4	40000	1160	1	44640	50359
CT-802	2	40000	1160	1	42320	47742

Per aquest motiu, els costos totals de les cintes transportadores seran de 336000 \$.

- Balances per als camions

Per l'estimació del preu de les balances, s'ha consultat una pàgina on s'ha observat que el preu de cada balança pels camions és de 14500 €. Per tant, dos balances per camions suposen un cost de **29000 €**.

- Descalcificadores

El preu de les descalcificadores s'ha obtingut a partir de la recerca de varies pàgines web. El preu de cada equip és de **20 000 €**.

- Estació transformadora

Per estimar el preu de l'estació transformadora s'ha consultat varies pàgines, i el seu preu s'ha estimat d'uns **110 000 €**.

7.2.2.2 Càlcul de la instal·lació dels equips (mètode Happel)

Una vegada es coneix el preu de cada equip, es procedeix a realitzar el mètode de Happel per tal de conèixer el capital immobilitzat de la planta. El procediment s'ha explicat anteriorment, encara que cal aclarir que els percentatges que s'han d'aplicar per a realitzar el càlculs dels equips es fixa segons la seva complexitat, és a dir, si és un equip molt complex, el seu cost serà el màxim possible, mentre que si és senzill, el seu preu serà el més baix possible.

A continuació, a la següent taula s'exposen els càlculs realitzats:

Taula 7.2.2.2.1 Càlcul del capital immobilitzat (Mètode Happel)

Mètode de Happel			
	Classe d'ítem	Material (\$)	Ma d'obra (\$)
A	Recipients	3963228	396323
B	Torres fabricades al terreny	0	0
C	Torres prefabricades	419284	41928
D	Bescanviadors de calor	3838220	383822
E	Bombes, compressors..	1957121	195712
F	$\% \cdot (A+B+C+D)$	1233110	147973
G	$A+B+C+D+E+F$	11410964	-
H	5 a 10% de G	798767	1198151
I	40 a 50% de G	4564385	4564385
J	3 a 7% de G	456439	684658
K	Terrenys +4% de G	456439	319507
L	4% de G	456439	91288
M	0.5 a 1% de G	114110	684658
N	3 a 6% de G	342329	513493
O	0.5 a 1% de G	57055	285274
P	Suma Material i Ma d'obra	28164098	
Q	Costos d'equips especials instal·lats	-	
R	P+Q	28164098	
1	Despeses generals	8449230	
2	Horaris enginyeria	3661333	
3	Contingències	3661333	

Per tant, el total del cost immobilitzat es calcula sumant el valor de les despeses generals, el dels horaris d'enginyeria i el cost de les contingències. El valor d'aquesta despesa econòmica serà de 44000000 \$, és a dir 32300000 € (32 milions d'euros).

7.2.3 Capital circulant

El capital circulant correspon a la quantitat monetària destinada al funcionament del negoci, que s'ha de tenir des del moment inicial i en tot moment per tal d'assegurar el funcionament de la instal·lació.

Aquest capital té en compte els sous de cada treballador, les compres de cada material, els costos d'envasats i els serveis entre altres. Es tracta d'un cost variable i no amortitzable que es troba en moviment durant l'activitat de la planta i es recupera al final de la vida útil d'aquesta. Tot i que aquest capital es recupera al tancament de la instal·lació, per a posar en marxa l'activitat de producció suposa una forta despesa econòmica que forma part de la inversió inicial, per tant, es molt important tenir-ho en compte.

Aquest tipus de capital pot calcular-se mitjançant dos mètodes:

1) **Mètodes globals:**

Es basa en considerar el capital circulant com un 20% del valor de les ventes o un 20% del valor del capital immobilitzat.

2) **Cicle de producció:**

Es basa en obtenir el capital circulant a partir de la divisió de la planta en diferents apartats, i a continuació, calculat aquest tipus de capital a partir de la següent equació:

$$\text{Capital circulant} = \frac{q}{12} \cdot (m' + 0.5 \cdot M' \cdot f + 2 \cdot M' + 0.5 \cdot V')$$

On:

- q = Capacitat de producció (tn/any)
- m' = Cost de la matèria prima per unitat de producte
- M' = Cost de fabricació per unitat de producte
- f = Cicle de fabricació
- V' = Preu de venda del producte

En aquest cas, per tal de simplificar els càlculs, s'utilitza el mètode global per tal d'obtenir el valor del capital circulant, considerant aquest cost com el 20% del capital immobilitzat. Per tant:

$$\underline{CC} = 0.2 \cdot I = \underline{6.5 \text{ milions d'euros}}$$

7.2.4 Posada en marxa

També s'han de tenir en compte les despeses que es poden produir durant la posada en marxa, ja sigui per realitzar reparacions, neteja d'alguns equips, tasques de manteniment, pèrdues de reactius, algun augment de la ma d'obra...

No obstant això, aquestes despeses es poden menysprear en la inversió inicial, ja que suposen una despesa molt petita en comparació a les grans quantitats que representen el capital immobilitzat i circulant

Per un altra costat, cal tenir en compte els costos dels terrenys situats a Tarragona. Per aquest motiu, s'ha realitzat una recerca per tal de conèixer quin és el preu que suposa comprar la parcel·la en aquesta regió. La majoria de les parcel·les industrials tenen un valor de 400 €/m², però s'ha trobat una parcel·la d'uns 210 €/m². Per tant, es fa una aproximació, i es suposa que la parcel·la on es situarà la planta de producció d'1-Naftol serà de 300 €/m².

Al tenir un parcel·la de 18000m², la parcel·la a Tarragona suposarà un cost de **5400000 €** (5.4 milions d'euros).

Per tant, la inversió inicial serà de la suma del capital immobilitzat, del capital circulant i els costos de la compra del terreny. Aquest valor serà de **44 milions d'euros**.

7.3 Costos de producció

El següent pas abans de començar l'estudi de la viabilitat del projecte és estimar els costos associats a la producció. Aquests estan referits al valor dels bens i prestacions utilitzats per l'empresa per tal de poder produir els productes que es comercialitzen.

Els costos de producció poden ser deguts a la fabricació (Cost M) o a l'administració, ventes i despeses generals (Cost G). A més, es tindrà en conta altres costos extres.

Els costos de producció poden classificar-se segons:

- **Costos directes:**

Són costos imputables de manera directa a un producte, a un procés o a una producció.

- **Costos indirectes:**

Són costos que no es poden imputar de manera directa a un producte.

- **Costos fixos:**

Són costos que no depenen de la quantitat produïda del producte, és a dir, solament per tenir la planta de producció oberta ja s'han de pagar aquestes despeses.

- **Costos variables:**

Són aquells costos que sí varien en funció de la producció. Es distingeixen diversos tipus:

- Proporcionals:

Són aquells que augmenten quan la producció també ho fa, és a dir, són costos variables proporcionals a la producció.

- Regulats:

Són aquells que també augmenten quan ho fa la producció, però de forma no lineal. Es divideixen en:

- **Progressius:** Si augmenten més ràpid que els costos variables proporcionals.
- **Regressius:** Si augmenten de manera més lenta que els costos variables proporcionals.

7.3.1 Costos de fabricació

7.3.1.1 Costos directes i variables

En l'estimació dels costos de fabricació s'inclouen els costos de les matèries primeres, la mà d'obra i les patents.

❖ **Matèries primeres:**

És el cost de les matèries primeres emmagatzemades per a dur a terme el procés de producció. En aquests costos, a part d'incloure el cost de la matèria primera, integren el transport, emmagatzematge...

Per tal de conèixer el cost de les matèries primeres, cal saber el consum anual d'elles i el seu preu. Aquest càlcul es mostra a continuació en la següent taula:

Taula 7.3.1.1.1 Costos de matèries primes

Matèria primera	Preu (€/Bombones)	q (Bombones/Any)	Cost (€/Any)
Hidrogen	40	376200	15048000

Matèria primera	Preu (€/Tn)	q (Tn/Any)	Cost (€/Any)
Naftalè	895	13444.2	12032559
Àcid Nítric	300	7074	2122200
Isopropanol	1050	4953.6	5201280
Àcid Sulfúric	225	9518.4	2141640
Agua	1.66	17479.8	29016

Per tant, els costos anuals en compres de matèries primes seran de **36600000 €/Any** (36 milions d'euros).

❖ **Mà d'obra:**

En aquest cas, els costos de mà d'obra fan referència al sou que tenen tots els treballadors de la instal·lació. Cada treballador realitza un torn de 8 hores cada dia. Si la planta opera 300 dies a l'any, tots els treballadors faran 2400 hores de feina. Els sous de cada càrrec s'exposa a continuació, mostrant-se també els costos totals de mà d'obra.

Tenint en compte el nombre de persones que hi ha a cada càrrec i el seu sou (aquesta informació es pot observar a la següent taula), es pot calcular les despeses en la mà d'obra fàcilment.

Taula 7.3.1.1.2 *Costs de mà d'obra*

Cargo empresarial	Número trabajadores	Sueldo (€/h)
Directivos	2	35
Especialistas	6	15
Operarios	20	7
Administración i márquetin	2	13
Técnicos de laboratorio	7	8
Personal de seguridad	3	8

El cost total de mà d'obra serà de **974400 €/any**.

❖ Patents

Les patents es paguen en concepte dels drets de explotació desenvolupat per l'empresa. En aquest cas, tot i haver consultat patens, es consideraran que el seu cost és menyspreable en comparació amb els anteriors.

7.3.1.2 Costos indirectes i variables

❖ Serveis

Són tots aquells serveis que es requereixen pel correcte funcionament de la planta. Aquests comprenen el valor de l'electricitat, l'aigua, nitrogen i el gas natural:

Taula 7.3.1.2.1 *Costos dels serveis*

Servei	Consum (m³/h)	Preu (€/m³)	Cost (€/Any)
Gas natural	1743	0.35	4392360
Electricitat	4287	0.12	3703968
Agua Serveis	428	1.66	5115456
Nitrogen	5.23	17.3	651449

Per tant, hi haurà un cost pels serveis de **14000000 €/Any**.

❖ Subministres

Són els costos associats a l'adquisició de productes que s'utilitzen amb regularitat, però que no són considerats com matèries primeres, com el material de neteja, material de seguretat...

En general, suposen entre el 0.2 i 1.5% del capital immobilitzat. Per tant, per calcular el valor d'aquests cost, es considerarà que és un 0.85 % (valor mitjà) del capital immobilitzant, suposant una despesa econòmica de **433500 €/Any**.

❖ Manteniment

En aquest tipus de costos inclouen les tasques de manteniment que no es poden resoldre mitjançant l'ajut del personal de planta, com, per exemple, reparacions i substitucions de peces.

El seu valor s'obté suposant que és un 5-7% del capital immobilitzat. Per tant, per a conèixer aquest cost, és suposarà una despesa econòmica igual al 6% del capital immobilitzant, és a dir, uns **306000 €/Any**.

❖ Laboratoris

Els costos de laboratori es poden considerar entre el 5 i 25% de la mà d'obra directa. Aquest tipus de costos inclouen tant els costos respecte els controls de qualitat de les matèries primes com els controls de qualitat dels productes.

Per a conèixer aquest cost, és suposarà una despesa econòmica igual al 17.5% de la mà d'obra, és a dir, uns **170520 €/Any**.

❖ Envasat

Aquest tipus de costos depenen de la distribució del producte principal, és a dir, de l'1-Naftol. Aquest es subministra en Big-bags. Es formen 34 Big-bags d'1-Naftol en estat sòlid al dia. Coneixent que cada Big-bag s'introdueixen 1000 kg i que suposa un cost de 1.94 €, els costos associats a l'envasat seran de **19788 €/Any**.

7.3.1.3 Costos indirectes fixes

❖ Amortització

L'amortització és la pèrdua de valor de les instal·lacions productives. L'amortització només es tindrà en compte quan es realitzin els balanços econòmics de la planta (Net Cash Flow).

❖ Taxes i impostos

Són costos referits a despeses econòmiques de tipus administratiu que no poden ser atribuïdes a beneficis. El seu valor sol estar entre el 0.5-1 % del capital immobilitzat. Per tant, per calcular el seu valor, es suposa una despesa econòmica del 0.75% del capital immobilitzat, és a dir, uns **382500€/Any**.

❖ Segurs

Són costos associats als segurs d'equips i instruments, i no tenen en compte els segurs dels treballadors. S'estima un valor que sol ser el 1% del capital immobilitzat., és a dir, uns **510000€/Any**.

Per tant, els costos de fabricació seran de **59000000€/Any**.

7.3.2 Costos d'administració, ventes i despeses generals

7.3.2.1. Costos generals variables

❖ Despeses comercials

Són els costos relacionats amb la publicitat de l'empresa. S'estima el seu valor al voltant del 5-20% dels costos de fabricació. Per a conèixer el valor d'aquest cost, es suposa una despesa econòmica del 17.5% dels costos de fabricació, és a dir, uns **10325000 €/Any**.

7.3.2.2. Costos generals fixes

❖ Despeses financeres

Són costos referits a interessos i altres despeses relacionades amb el préstem de capital per a finançar la construcció de la planta química. No obstant això, es suposa que no es demana cap préstem, per tant, aquest valor és nul.

❖ Despeses per la investigació

Són els costos relacionats en la política d'I+D de les empreses. Aquest valor son oscil·lar entre el 3-4% dels costos de fabricació, però a més, s'ha de tenir en compte els costos derivats de l'assessorament realitzat als diferents clients, suposant un cost addicional del 1-1.5% dels costos de fabricació. Per tant, les despeses per la investigació suposen un 4.75% dels costos de producció, és a dir, uns **2802500 €/Any**.

És a dir, els costos d'administració, ventes i despeses generals, seran uns **13127500 €/Any**.

7.3.3 Costos extres

❖ Costos derivats al tractament extern de residus

Alguns residus generats a la planta s'envien fora per a procedir amb el seu tractament/inertització. Això suposa un cost addicional en el seu transport, encara que, al desconèixer la quantitat exacta de compostos a tractat, no es pot associar un cost a aproximat a aquesta despesa econòmica.

❖ Costos derivats al tractament intern de residus

Les aigües residuals amb concentració elevada de nitrats i sulfats es tracten a la planta mitjançant l'addició de hidròxid de sodi per tal de precipitar el sulfat. Posteriorment, aquest residu líquid amb elevada concentració de nitrats s'envia a plantes de tractament externes, tal i com s'ha indicat a l'apartat de medi ambient.

❖ Costos derivats de les emissions de CO₂

És important tenir en compte els impostos derivats a les emissions de CO₂ a l'atmosfera, que suposen una despesa econòmica d'uns 14 €/ton. L'única font d'emissions de CO₂ que s'ha avaluat a la planta són les calderes de vapor i, al haver-n'hi solament una, s'ha considerat que aquesta despesa és menyspreable

Per tant, els costos de producció, tenint en compte les despeses econòmiques anteriors, seran de **66300000 €/Any**.

7.4. Ingressos per ventes

L'objectiu principal de la planta és obtenir un benefici mitjançant la producció i la comercialització d'1-Naftol. Es produeixen 10 000 tones d'1-Naftol a l'any, els quals el 80% es comercialitza a la planta de producció de Sevin i la resta es comercialitza a altres consumidors. El preu de venda és de 2500 €/Tn, per tant, els ingressos per venda seran:

$$Ingressos = 10751 \text{ Tn/Any} \cdot 3000 \text{ €/Tn} = 32253000 \text{ €/Any}$$

A més, cal tenir en compte els ingressos que es produeixen per la venda del 2-Nitronaftalè comercialitzant-lo amb un preu de venda de 3000 €/Tn (valor de venda del seu isòmer, 1-Nitronaftalè). Per tant:

$$I = 155 \text{ Kg/h} \cdot 10^{-3} \text{ Tn/Kg} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 300 \text{ dies/any} \cdot 2700 \text{ €/Tn} = 3010000 \text{ €/Any}$$

Per tant, els ingressos totals seran de **35267000 €/Any** (35 milions d'euros).

7.5 Viabilitat del projecte

Per tal d'estudiar la viabilitat del projecte, cal calcular els Net Cash Flow (NCF), Valor Actual Net (VAN) i el TIR.

7.5.1 Càlcul del Net Cash Flow (NCF)

Els NCF estudien i comptabilitzen els moviments dels diners que entren i surten de l'empresa en base a exercicis anuals a partir de l'any en què es realitza la inversió inicial. Aquest estudi s'ha de realitzar per a un període determinat de temps.

Els NCF es calculen en dos parts. Primer cal calcular els NCF sense tenir en compte els impostos ni tampoc l'amortització (quantitat de capital destinada a recuperar les despeses invertides en la construcció de la planta). Per tant, per aquesta primera aproximació, s'utilitza la següent expressió:

$$NCF_{Sense impostos} = Ventas - Costos$$

A continuació, es calcula els NCF tenint en compte els impostos i l'amortització a partir de la següent equació:

$$NCF_{Amb impostos} = (-I - CC + R + X)_n + (V - C)_n - t\% \cdot B_{n-1}$$

On:

- I = Capital immobilitzat
- CC = Capital circulant
- R = Valor residual
- X = Ingressos relacionats amb la inversió
- V = Ventas
- C = Costos de producció
- t = Tassa d'impostos
- B = Base imposable = V - (C + A)

S'ha de destacar que, si la base imposable és negativa, no s'hauran de pagar impostos. A més, els impostos es paguen segons la base imposable de l'any anterior.

Es decideix realitzar la viabilitat de la planta per a 10 anys. A més, realitzen les següents estimacions:

- Durant el temps de vida de la planta, tota la producció es comercialitzarà.
- El terreny es podrà vendre l'any posterior a la fi del projecte.
- S'estima que el període de construcció de la planta és de 2 anys, repartint-se el capital immobilitzat de manera equitativa.
- Els considera que els impostos són d'un 35% sobre la base imposable de l'any anterior.

L'amortització serà lineal, recuperant-se cada any una quantitat constant de capital. Aquesta variació lineal serà:

$$A = \frac{I - R}{t}$$

On:

- I = Immobilitzat
- t = Temps d'amortització, que serà el temps de vida útil del projecte
- R = Valor residual, o els ingressos que s'obtenen al vendre l'immobilitzat al final de la vida útil de la planta. Per aquest projecte, es suposa que el valor residual es zero.

A continuació es mostra la taula on es calculen els NFC (sense i amb impostos) calculats al llarg de la vida útil del projecte.

Taula 7.5.1.1 NFC calculats

Any	0	1	2	3	4	5
Immobilitzat	-1.61E+07	-1.61E+07	-	-	-	-
Terrenys	-5.40E+06	-	-	-	-	-
CC	-	-	-6.46E+06	-	-	-
Vendes	-	-	3.53E+07	3.53E+07	3.53E+07	3.53E+07
Costs	-	-	-6.47E+07	-6.47E+07	-6.47E+07	-6.47E+07
Amortització	-	-	-3.23E+06	-3.23E+06	-3.23E+06	-3.23E+06
Base imposable	-	-	-3.26E+07	-3.26E+07	-3.26E+07	-3.26E+07
Impostos	-	-	0	0	0	0
(NCF) _{Sense Impostos}	0	0	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07
(NCF) _{Amb Impostos}	-2.15E+07	-1.61E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07

Any	6	7	8	9	10	11	12
Immobilitzat	-	-	-	-	-	-	-
Terrenys	-	-	-	-	-	-	5.40E+06
CC	-	-	-	-	-	-	6.46E+06
Vendes	3.53E+07	3.53E+07	3.53E+07	3.53E+07	3.53E+07	3.53E+07	0
Costs	-6.47E+07	-6.47E+07	-6.47E+07	-6.47E+07	-6.47E+07	-6.47E+07	0
Amortització	-3.23E+06	-3.23E+06	-3.23E+06	-3.23E+06	-3.23E+06	-3.23E+06	0
Base imposable	-3.26E+07	-3.26E+07	-3.26E+07	-3.26E+07	-3.26E+07	-3.26E+07	0
Impostos	0	0	0	0	0	0	0
(NCF) _{Sense Impostos}	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	0
(NCF) _{Amb Impostos}	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	-2.94E+07	1.19E+07

Tal i com es pot observar a l'anterior taula, tant els NCF sense impostos com els NCF amb impostos són negatius, ja que els costos de producció són majors que els beneficis que s'obtenen per la venda de productes i subproductes (com que la base imposable és negativa cada any, no hi ha impostos a l'any posterior, així que els dos NCF calculats anteriorment tindran el mateix valor).

Un dels motius que aquests costos de producció siguin tant elevats, és la elevada despesa econòmica que s'obté al comprar les matèries primeres, ja que es gasta molta quantitat de diners en comprar hidrogen i naftalè al llarg de l'any (18 i 12 milions d'euros, respectivament). A més, un altre factor a considerar és l'elevat consum que hi ha respecte els serveis, obtenint-se despeses econòmiques de grans magnituds.

Per finalitzar l'anàlisi dels elevats costos de producció, cal remarcar la quantitat excessiva de diners que es destinen per la publicitat de la planta. Tot i que aquest factor és molt important, es podria reduir la quantitat de diners assignada.

7.5.2 Càlcul del Valor Actual Net (VAN)

El Van és la suma de tots els valors actuals dels futurs ingressos i pèrdues. Per a calcular aquest paràmetre, s'ha de realitzar una actualització dels diners en funció de l'interès del capital (i) i el nombre d'anys de vida del projecte, 10 en aquest cas, és a dir, utilitzant la següent fórmula.

$$VAN = NCF_0 + NCF_1 \cdot (1 + i)^{-t_1} + NCF_2 \cdot (1 + i)^{-t_2} + \dots + NCF_n \cdot (1 + i)^{-t_n}$$

Quan més alt és el valor del VAN, més rentable és el projecte, mentre que si el seu valor és negatiu, aquest no serà viable.

Tal i com s'ha observat en l'apartat 7.5.1, els NCF calculats eren negatius, per tant, el projecte ja es sap que no serà rentable, ja que els VAN que s'obtenen tindran valors menors a 0, per tant, hi haurà pèrdues.

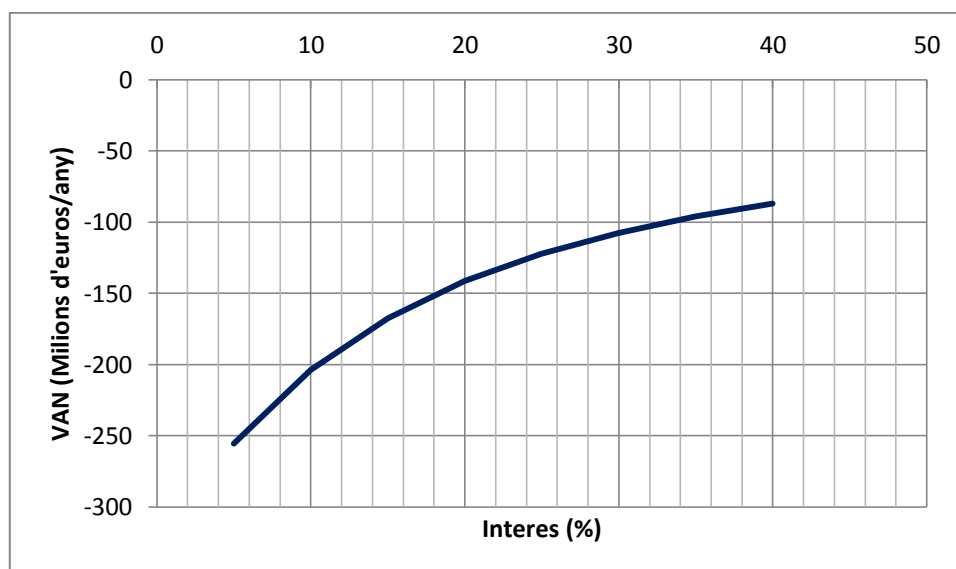
No obstant això, es realitzarà el càlcul d'aquest per tal de mostrar la metodologia que s'ha seguit.

A continuació es mostra el càlcul del VAN a diferents interessos:

Taula 7.5.2.1 Càlcul del VAN a diferents interessos

Any	(NCF) _{Amb Impostos}	Interès (%)	VAN (€/Any)
0	-2.15E+07	5	-2.55E+08
1	-1.61E+07	10	-2.04E+08
2	-3.58E+07	15	-1.68E+08
3	-2.94E+07	20	-1.41E+08
4	-2.94E+07	25	-1.22E+08
5	-2.94E+07	30	-1.07E+08
6	-2.94E+07	35	-9.60E+07
7	-2.94E+07	40	-8.69E+07
8	-2.94E+07		
9	-2.94E+07		
10	-2.94E+07		
11	-2.94E+07		
12	6.46E+06		

La gràfica on es pot observar com varia el VAN segons l'interès és la següent:



Gràfica 7.5.2.1 Variació del VAN segons l'interès

Segons la gràfica anterior, a mesura que l'interès augmenta, les pèrdues del projecte són menors, però tot i així, continuen sent pèrdues ($VAN < 0$), per tant, el projecte no serà rentable.

7.5.3 Càlcul del TIR

El TIR és el valor de l'interès que aconseguix que el VAN sigui zero. Aquest valor determina l'interès a partir del qual hi haurà pèrdues, és a dir, a partir del qual el projecte no serà rentable.

Si un projecte té un TIR del 25%, si hi ha un interès del 5%, el VAN serà positiu, per tant, hi haurà beneficis i el projecte serà rentable; però si l'interès és del 30%, el VAN serà negatiu, per tant, hi haurà pèrdues econòmiques i el projecte no serà rentable.

Com que el projecte no és rentable, no es calcularà el TIR. A més, tal i com s'observa a la *gràfica 7.5.2.1*, el VAN no tallarà l'eix de les x, per tant, no hi ha sentit en calcular el TIR.

7.6 Conclusions

La principal conclusió que s'obté al realitzar l'estudi de la viabilitat del projecte és que aquest no és rentable, ja que els NCF que s'obtenen són negatius, per tant, hi ha pèrdues. Al produir-se aquest fet, es poden plantejar dos alternatives per a solucionar aquest problema:

1. Augmentar la producció, per tal d'obtenir major quantitat de producte per vendre. No obstant això, aquesta alternativa no es tindrà molt en compte, ja que al augmentar la producció, també augmenta el nombre de matèries primes a requerir, per tant, els costos de producció també incrementarien i es podria tornar a repetir el cas que el projecte no fos viable.
2. Calcular a partir de quin preu el projecte és viable, és a dir, anar augmentant el preu de venda del producte principal, ja que dels subproductes (al produir-se en menor quantitat) no té un efecte de variació tant elevat, fins que els beneficis superin als costos de producció.

Aquest preu s'obté mitjançant la següent equació:

$$P = \frac{CP - B'}{q}$$

On:

- P = Preu de venda de l'1-Naftol (€/Tn)
- CP = Costos de producció (€/Any)
- B' = Beneficis que s'obtenen per la venda del 2-Nitronaftalè (€/Any)
- q = Producció d'1-Naftol (Tn/Any)

Realitzant l'anterior càlcul, el preu a partir del qual el projecte és viable és de 5734 €/Tn.

Per aquest motiu, per a que el projecte fos viable, s'hauria de fixar un preu de venda de 6000 €/Tn, per exemple, però hi hauria possibilitats de no poder ser una empresa competitiva al tenir un preu de venda excessivament elevat.