



Projecte final de grau

Planta de producció d'Anhídrid Ftàlic

*Tutora: M^a Eugenia Suárez Ojeda
Carmen Garcia Navas
Emma Johana Mesa Quiñones
Victor Ruiz Guijarro
Karen Velert Castro*



Capítol 7

Avaluació Econòmica

ÍNDEX

7.1. Introducció	2
7.2. Anàlisi de mercat.....	2
7.3. Inversió inicial.....	4
7.3.1. Estimació costos d'equips	4
7.3.1.1. Recompte cost equips	19
7.3.2. Estimació del capital immobilitzat	19
7.3.3. Estimació del capital circulat.....	20
7.3.4. Estimació de les despeses prèvies	21
7.3.5. Estimació del cost de la posada en marxa.....	22
7.3.6. Recompte inversió inicial	22
7.4. Costos.....	23
7.4.1. Costos de fabricació	23
7.4.2. Costos d'administració i vendes	32
7.4.3. Costos totals sense depreciació	33
7.4.4. Amortització	34
7.5. Vendes	35
7.6. Anàlisi de rendibilitat.....	36
7.7. Anàlisi de sensibilitat	39
7.7.1. Davallada de preus del producte	39
7.7.2. Augment del cost de l'o-xilè	42
7.8. Bibliografia	43

7.1. Introducció

Una de les parts més importants d'un projecte d'enginyeria, és el capítol econòmic ja que d'ell depèn que s'arribi a construir el projecte o no. Al llarg d'aquest capítol es realitza un estudi de la viabilitat econòmica de la planta ANPHA. En ell es detallen tota mena de costos i d'ingressos per tal de clarificar si és rentable o no invertir en la construcció de la planta presentada.

7.2. Anàlisi de mercat

Abans d'iniciar l'estudi específic de la planta, és necessari realitzar un breu anàlisi de mercat. Aquest projectarà una idea de quina és la situació actual del producte principal de la planta de producció d'anhídrid ftàlic i quines són les aspiracions de futur que es preveuen sobre ell. Això permetrà analitzar quins preus cal establir per tal de no quedar fora del mercat.

La fabricació de l'anhídrid ftàlic es realitza per a poder produir lubricants, resines, polímers i productes plàstics. Actualment, el major mercat d'anhídrid ftàlic es troba a Àsia. L'Àsia-Nordoriental, el Sudest Asiàtic i la Índia consumeixen el 60% de la producció mundial.

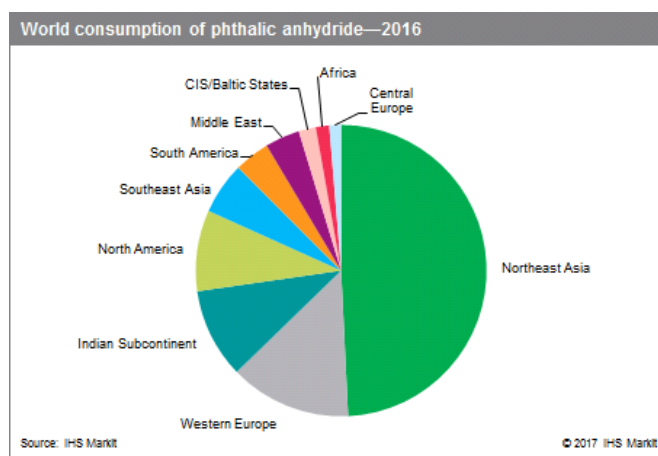


Figura 7.2.1. Consum mundial d'anhídrid ftàlic al 2016.

En quan a Europa, hi ha massa empreses destinades a la producció d'anhídrid ftàlic. De fet, s'estima que se'n produeixen 100,000 Tn/any més de la pròpia demanda. Això, sumat a algunes dificultats per a obtenir o-xilè com a matèria prima han provocat que

en els darrers anys (coincidents amb la crisi econòmica mundial), el mercat d'anhídrid ftàlic s'hagi vist afectat negativament. No obstant, tal i com s'observa a la Taula 7.2.2, el mercat s'està recuperant mica en mica.

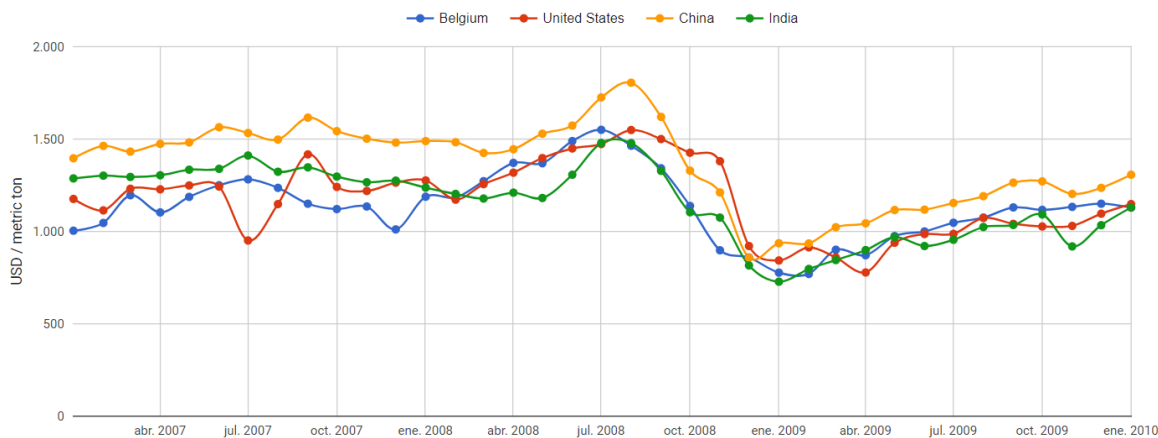


Figura 7.2.2. Representació gràfica de l'evolució del preu de l'anhídrid ftàlic.

El consum d'anhídrid ftàlic està lligat amb el rendiment econòmic global, per això es va veure afectat durant la crisi de 2008. Es consumeix aquest producte en la mesura en que es genera activitat de construcció, de producció automobilística i de fabricació d'equips especials.

Es preveu que durant els propers anys el consum de ftàlic també vagi destinat, com ho ve fent en els últims anys, a plastificants i resines. En concret, l'any 2016 la meitat produïda a escala global es va destinar a la fabricació de plastificants de ftalat i la destinada a resines s'estima que n'augmentarà la seva demanda un 1.4% durant els pròxims cinc anys.

7.3. Inversió inicial

Les empreses exitoses, un cop es troben en ple funcionament, comencen a donar beneficis. Abans d'arribar a aquest punt és necessari realitzar una inversió inicial per a poder obtenir i desenvolupar els recursos necessaris per assolir els objectius del projecte. Si l'estudi econòmic es realitza correctament, durant els anys posteriors a la inversió inicial, s'han de generar una sèrie de beneficis econòmics que permetin justificar la inversió inicial.

Aquests diners es divideixen en quatre grans blocs: capital immobilitzat, capital circulant i despeses prèvies. Abans de començar a calcular les partides d'aquests blocs, és necessari obtenir el cost total que suposa l'adquisició de tots els equips i maquinària ja que a partir d'aquests es podran calcular els altres costos.

7.3.1. Estimació costos d'equips

L'objectiu final és saber el valor total de la inversió inicial. El primer pas per assolir-lo es estimar el cost total dels equips.

Per a calcular els costos dels equips existeixen varis mètodes estimatius. Els dos més utilitzats en el món de l'enginyeria química són el Mètode algorítmic de Couper i el Mètode de les correlacions de Ray Sinnot. Tots dos proporcionen preus de compra per a diferents anys que s'hauran d'actualitzar utilitzant el CEPCI actual. Aquest té un valor de 558.3, publicat a la revista de CEPCI del juny de 2017. A l'Equació 7.3.1 es mostra el procediment a seguir per a obtenir el cost actualitzat.

$$Cost \text{ equip al 2017 en } \text{€} = Cost_{Mètode} \cdot \frac{CEPCI_{2017}}{CEPCI_{Mètode}} \cdot \frac{1 \text{ €}}{1.2 \text{ USD}}$$

Equació 7.3.1

El $CEPCI_{Mètode}$ varia segons el mètode d'estimació emprat. Per a Couper el CEPCI és de 2002 i té un valor de 395.6. En canvi, per a Sinnot té un valor de 509.7 ja que proporciona preus de 2007. La conversió de dòlars americans a euros vigent és d'1.2\$ per a 1€.

- **Heat exchangers**

Per estimar el cost dels bescanviadors de carcassa i tubs, el Mètode algorítmic de Couper presenta l'Equació 7.3.2. Degut a les similituds del reactor multitubular i del Switch Condenser amb els bescanviadors, s'ha utilitzat aquesta expressió per a estimar els seus costos.

$$C = 1.218 f_d f_m f_p C_b$$

Equació 7.3.2

Les variables f_d , f_m , f_p i C_b es calculen a partir de les equacions següents.

$$C_b = \exp[8.821 - 0.30863(\ln A) + 0.0681(\ln A)^2]$$

Equació 7.3.3

$$f_d = \exp[-1.1156 + 0.0906(\ln A)]$$

Equació 7.3.4

$$f_p = 0.7771 + 0.04981(\ln A)$$

Equació 7.3.5

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

Equació 7.3.6

Al final, el càlcul del cost depèn de l'àrea d'operació del bescanviador (A en ft^2) i del material de l'equip (g_1 i g_2 són valors tabulats que depenen del material). Com que el material utilitzat és AISI 316 L en tots els casos, els valors de g_1 i g_2 és 0.8603 i 0.23296 respectivament. A la Taula 7.3.1 es mostren els resultats de les equacions prèvies.

Taula 7.3.1. Resultats de les equacions prèvies mètode algorítmic

	f_d	f_p	f_m	C_b
E-200	0.724	1.213	2.898	83349.55
E-210	0.686	1.183	2.758	50394.89
PFR-200	0.864	1.310	3.353	607529.36
SC-300	0.862	1.308	3.346	586138.50

Amb aquests valors ja es pot aplicar l'Equació 7.3.2 i estimar el cost instal·lat actual. A la Taula 7.3.2 es mostren els resultats.

Taula 7.3.2. Cost equips

	C (\$) al 2002	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
E-200	258229	364432	303693
E-210	137339	193823	161519
PFR-200	2809197	3964547	3303789
SC-300	2693549	3801336	3167780

Tot i que destaca el cost tan elevat del reactor i del Switch Condenser, es donen per vàlids ja que són equips de dimensions molt grans. En el cas del PFR, per exemple, considerant el cost que representa el material (AISI 316 L, aproximadament 15€/kg) en un equip de 111.3 Tn, el cost ja ascendeix fins a 1.7 milions d'euros aproximadament. Si es té es suma la mà d'obra i el procés de fabricació s'obté una xifra molt propera als 3 milions d'euros.

- **Tancs**

La planta acull un total de 13 tancs. D'ells 9 són d'emmagatzematge, 3 porten agitació i 1 resistència elèctrica per fondre la sal. El cost dels primer s'ha calculat mitjançant el Mètode de les correlacions que proposa l'Equació 7.3.7.

$$C_{tancs\ emm.} = 1.218 F_M \exp[11.662 - 0.6104 (\ln V) + 0.04536(\ln V)^2]$$

Equació 7.3.7

Aquest càlcul tan sols depèn del material escollit per a la fabricació dels tancs (F_M) i el volum utilitzat d'aquest material (V , en gal).

Taula 7.3.3. Paràmetres tancs

Tanc	Fm	V (m3)	V (gal)
T-100	2.7	164.3	43375.2
T-110	2.7	164.3	43375.2
T-120	2.7	164.3	43375.2
T-130	2.7	164.3	43375.2
T-600	1.1	161	42504
T-610	1.1	161	42504
T-620	1.1	161	42504
T-630	1.1	70	18480
T-640	1.1	70	18480

Taula 7.3.4. Cost tancs emmagatzematge

Tanc	C (\$) al 2002	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
T-100	99351	140212	116843
T-110	99351	140212	116843
T-120	99351	140212	116843
T-130	99351	140212	116843
T-600	40184	56711	47259
T-610	40184	56711	47259
T-620	40184	56711	47259
T-630	30817	43491	36242
T-640	30817	43491	36242

Els tancs que incorporen agitació s'han calculat utilitzant el Mètode de les correlacions. S'utilitza la pròpia equació del mètode dues vegades, la primera part per al càlcul de la hèlix de l'agitador i en segon lloc per al càlcul del tanc.

$$C_{tancs\ agit.} = (a + b S^n)_{hèlix} + (a + b S^n)_{tanc}$$

Equació 7.3.8

Els valors dels paràmetres a, b i n establert pel Mètode es recullen a la Taula 7.3.5.

Taula 7.3.5. Paràmetres equació de Sinnott

	a	b	n
Hèlix	15000	990	1.05
Tanc	500	1030	0.4

Taula 7.3.6. Cost tancs amb agitació

Tanc	C (\$) al 2007	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
T-300	39001	42719	35599
T-400	15781	17285	14404
T-410	474707	519971	433309

Finalment, el tanc encarregat de fondre la sal s'ha tornat a utilitzar Couper. En aquest cas, s'utilitza l'expressió especial per a tancs "vessels" horitzontals.

$$C = F_M C_b + C_a$$

Equació 7.3.9

On F_M és el factor que ve donat pel material del tanc (2.1 per ser AISI 316L). Les variables C_b i C_a s'obtenen amb les Equacions 7.3.10 i 7.3.11.

$$C_b = 1.218 \exp(8.571 - 0.233(\ln W) + 0.04222(\ln W)^2)$$

Equació 7.3.10

$$C_a = 1669 D^{0.2029}$$

Equació 7.3.11

Les variables W i D equivalen al pes (en lb) i al diàmetre (en ft).

Taula 7.3.7. Paràmetres tanc 650

	D (ft)	W (lb)	F_M	C_b	C_a
T-650	13.05	26146.89	2.1	53164.05	2810.89

Taula 7.3.8. Cost tanc 650

	C (\$) al 2002	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
T-650	114455	161528	134607

- **Columnes empacades**

El cost de les tres columnes empacades de la planta s'estima utilitzant el Mètode algorítmic de Couper. L'Equació 7.3.12 és la indicada per a aquests equips.

$$C_{columna\ empacada} = 1.218[f_1 C_b + V_p C_p + C_{p1}]$$

Equació 7.3.12

D'aquesta equació els factors C_b i C_{p1} es calculen amb dues equacions més.

$$C_b = 1.218 \exp \left[7.123 + 0.1478(\ln W) + 0.02488(\ln W)^2 + 0.0158 \left(\frac{L}{D} \right) \ln \left(\frac{T_b}{T_p} \right) \right]$$

Equació 7.3.13

$$C_{p1} = 249.6 D^{0.6332} L^{0.8016}$$

Equació 7.3.14

Finalment, la resta de paràmetres són variables numèriques que s'obtenen a partir de les dades del disseny de la columna: el pes en lbs (W), el diàmetre extern en ft (D), l'alçada en ft (L), el gruix del fons (T_b), el gruix del cos de la columna (T_p), el volum de l'empaquetat (V_p) en ft^3 i el cost de l'empaquetat (C_p). Aquest últim és el mateix per a les tres columnes (Ceramics Raschig Rings 0.5 inch) i té un valor de 23.9 \$/ft³. També coincideix el valor de f_1 ja que les tres columnes són del mateix material: AISI 316 L. Per tant, el valor de f_1 és 2.1. La resta de dades es mostren a la Taula 7.3.9.

Taula 7.3.9. Paràmetres columnes

Columna	D (ft)	L(ft)	W (lb)	Vp (ft 3)	Tb/T p	Cb	Cp1
C-400	1.64	15.65	154.92	159.31	4	7385.26	3095.34
C-410	7.00	61.47	5859.13	2438.85	1	35425.0 0	23233.70
C-420	0.66	2.89	28.44	1.02	1	3274.48	447.02

Respecte la columna C-400 cal mencionar que s'ha calculat un diàmetre mitjà ja que la columna en té tres diferents. Amb totes les dades disponibles, es calcula el cost de la columna.

Taula 7.3.10. Cost columnes

Columna	C (\$) al 2002	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
C-400	27298	38524	32104
C-410	189904	268007	223339
C-420	8950	12630	10525

- **Compressors**

El cost dels compressors es calcula a partir de Couper que proporciona l'Equació 7.3.15.

$$C_{compressors} = 7.90 HP^{0.62}$$

Equació 7.3.15

L'equació depèn de la potència dels motors en cavalls de vapor (HP). Els quatre compressors tenen són de 2000KW, que equivalen a 2862.04 HP. A la Taula 7.A es mostren els resultats.

Taula 7.3.11. Cost compressors

Compressor	C (K\$) al 2007	C (K\$) al 2017	C (€) al 2017
K-100	1055	1489	1240811
K-110	1055	1489	1240811
K-120	1055	1489	1240811
K-600	1055	1489	1240811

- **Bombes**

Per a les bombes s'aplica el Mètode de les correlacions de Sinnott utilitzant l'Equació 7.3.8 i els paràmetres de la Taula 7.3.12.

$$C_{tanques agit.} = (a + b S^n)_{centrífuga} + (a + b S^n)_{motor}$$

Equació 7.3.16

Taula 7.3.12. Paràmetres equació de Sinnott per bomba

	a	b	n
Centrífuga	6900	206	0.9
Motor	-950	1770	0.6

EL primer valor de S de l'Equació 7.3.16 equival als m³/h tractats per la centrífuga i el segon valor equival a la potència del motor de la bomba, en KW. El cost total de les bombes es mostra a la Taula 7.3.13.

Taula 7.3.13. Cost bombes

Bomba	Cabal (m ³ /h)	Potència (KW)	C (\$) al 2007	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
P-100	5.4	1.1	8120.89	8895	7413
P-101	5.4	1.1	8120.89	8895	7413
P-102	5.4	1.1	8120.89	8895	7413
P-201	91.69	7.5	15675.03	17170	14308
P-202	91.69	7.5	15675.03	17170	14308
P-301	3.3	1	7910.48	8665	7221
P-302	3.3	1	7910.48	8665	7221
P-401	4.03	1	7948.02	8706	7255
P-402	4.03	1	7948.02	8706	7255
P-403	4.03	1	7948.02	8706	7255
P-404	4.03	1	7948.012	8706	7255
P-411	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-412	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-413	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-414	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-421	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-422	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-423	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-424	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-430	0.01	1	7721.03	8457	7048
P-431	0.01	1	7721.03	8457	7048

Taula 7.3.13. Cost bombes

Bomba	Cabal (m ³ /h)	Potència (KW)	C (\$) al 2007	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
P-432	3.8	1.1	8040.44	8807	7339
P-433	3.8	1.1	8040.44	8807	7339
P-600	148.9	18.5	22014.59	24114	20095
P-601	148.9	15	20809.47	22794	18995
P-602	148.9	15	20809.47	22794	18995
P-603	91.69	7.5	15675.04	17170	14308
P-604	91.69	7.5	15675.04	17170	14308

Algunes d'aquestes bombes no assolien el KW de potència, no obstant s'ha decidit arrodonir el seu valor a 1 per a poder realitzar el càlcul amb aquest mètode.

- **Cargols sense-fi**

Els preus d'aquests transportadors de sòlids es calculen a partir de Couper que estableix l'Equació 7.3.17.

$$C_{sense\ fi} = 0.49L^{0.78}$$

Equació 7.3.17

On L és la longitud del transportador en ft. A la planta d'ANPHA tots els cargols tenen una distància de 16.4 ft (5 metres). A la Taula 7.3.14 es mostren els resultats.

Taula 7.3.14. Cost cargols sense fi

Cargol	C (K\$) al 2002	C (K\$) al 2017	C (€) al 2017
SW-400	4.343	6.129	5107
SW-410	4.343	6.129	5107
SW-600	4.343	6.129	5107
SW-610	4.343	6.129	5107

- **Elevador de cubetes**

Per a estimar el cost dels elevadors de cubetes, s'utilitza el Mètode de les correlacions de Couper. Aquest permet calcular el preu dels equips a partir de la longitud aplicada a l'Equació 7.3.18.

$$C_{elevator} = 0.514L^{0.63}$$

Equació 7.3.18

Taula 7.3.15. Paràmetres elevadors

Elevador	L (m)	L (ft)
BE-600	8	26.24
BE-610	5	16.4

A la Taula 7.3.10 es mostren els resultats.

Taula 7.3.16. Cost elevadors

Elevador	C (K\$) al 2002	C (K\$) al 2017	C (€) al 2017
BE-600	40.263	56.823	47352
BE-610	29.944	42.260	35216

- **Chiller**

El cost del Chiller de la planta s'estima aplicant l'Equació 7.3.19 que fixa el mètode algorítmic de Couper.

$$C_{chiller} = 178FQ^{0.65}$$

Equació 7.3.19

On F és un valor tabulat que depèn del salt tèrmic de refrigeració. En aquest cas, com que l'oli tèrmic pateix un salt tèrmic de -40°C, el valor de F és 3.2. Q són els M Btu/h de l'equip. A la Taula 7.3.17 es mostren els costos d'aquest equip.

Taula 7.3.17. Cost Chiller

	C (\$) al 2002	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
CH-300	239748	338350	281959

- **After-Cooler**

El cost de l'After-Cooler s'ha estimat utilitzant l'Equació 7.3.20, que estableix el cost en funció de l'àrea de bescanvi A (60.3 m²). Aquesta Equació forma part del Mètode algorítmic.

$$C_{AC} = 30A^{0.4}$$

Equació 7.3.20

Taula 7.3.18. Cost After-Cooler

	C (K\$) al 2002	C (K\$) al 2017	C (€) al 2017
AC-300	400	565	470461

- **Heater In-line**

El cost del Heater In-line s'ha calculat utilitzat Sinnott. A la Taula 7.3.19 es mostren els paràmetres usats a l'Equació 7.3.21. El primer valor de S equival al cabal tractat en m³/h i el segon a la potència del motor en KW.

$$C_{heater\ In-line} = (a + b S^n)_{cabal} + (a + b S^n)_{motor}$$

Equació 7.3.21

Taula 7.3.19. Paràmetres equació de Sinnott

	a	b	n
Cabal	3800	49	0.8
Motor	490000	16800	0.6

Taula 7.3.20. Cost esclafador en línia

	C (\$) al 2007	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
H-300	37749	41349	34457

- **Calderes**

Les calderes de la planta es calculen aplicant a l'Equació 7.3.22 els paràmetres de Sinnott.

$$C_{caldera} = (a + b S^n)_{caldera}$$

Equació 7.3.22

Taula 7.3.21. Paràmetres equació de Sinnott

	a	b	n
Caldera	106000	8.7	1

El valor de S equival als kg/h de vapor generats. Els resultats de l'estimació del cost de les calderes es mostra a la Taula 7.3.22.

Taula 7.3.22. Cost calderes i escalfadors

	C (\$) al 2007	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
H-200	147412	161468	134556
H-310	1231780	1349230	1124359
Caldera 1	278886.4	305478	254565
Caldera 2	278886.4	305478	254565
Caldera 3	278886.4	305478	254565

- **Cristal·litzadors**

El preu dels cristal·litzadors s'estima amb l'Equació 7.3.23, aplicant doncs, el mètode algorítmic.

$$C_{cris.} = 1.218 F \exp(0.8043 + 0.8526 (\ln x) - 0.0229(\ln x)^2)$$

Equació 7.3.23

On x és el cabal en lb/h d'evaporació i F ve tabulada en funció del material de l'equip. A la Taula 7.3.23 es mostren els valors de les variables de l'equació anterior i en la Taula 7.3.24 es mostren els resultats.

Taula 7.3.23. Paràmetres cristal·litzadors

Cristal·litzador	F	x kg/h	x lb/h
S-400	1.13	19	41.8
S-410	1.13	380	836

Taula 7.3.24. Cost cristal·litzadors

Cristal·litzador	C (K\$) al 2002	C (K\$) al 2017	C (€) al 2017
S-400	55.88	78.87	65724
S-410	350.64	494.86	412379

- **Ventilador**

El cost del ventilador s'estima mitjançant el Mètode de les correlacions de Sinnott.

$$C_{\text{ventilador}} = (a + b S^n)_{\text{cabal}} + (a + b S^n)_{\text{motor}}$$

Equació 7.3.24

El primer terme S de l'Equació 7.3.24 correspon al cabal que circula per el ventilador en m³/h. El segon fa referència a la potència del motor (KW).

Taula 7.3.25. Paràmetres equació de Sinnott

	a	b	n
Ventilador	3800	49	0.8
Motor	490000	16800	0.6

El ventilador té un cabal de 167,855m³/h i una potència de 110KW. Els resultats es mostren a la Taula 7.3.26.

Taula 7.3.26. Cost ventilador

	C (\$) al 2007	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
V-700	279962	306656	255547

- **Torre absorció i desabsorció**

$$C = 1.218 (f_1 C_b + N f_2 f_3 f_4 C_t + C_{p1})$$

Equació 7.3.25

El paràmetre f₁ ve donat pel material. En aquest cas és 2.1 ja que la torre d'absorció és d'acer 316. N equival al nombre de plats i el valor de f₃ està tabulat en funció del tipus

de plat (en aquestes torres és 1). Les variables f_2 , f_4 , C_t , C_b i C_{p1} es calculen a partir de les equacions següents.

$$f_2 = 1.401 + 0.0724D$$

Equació 7.3.26

$$f_4 = \frac{2.25}{(1.0414)^N}$$

Equació 7.3.27

$$C_t = 457.7 \exp(0.1739D)$$

Equació 7.3.28

$$C_b = 1.218 \exp[6.629 - 0.1826(\ln W) + 0.02297(\ln W)^2]$$

Equació 7.3.29

$$C_{p1} = 300 D^{0.7396} L^{0.7068}$$

Equació 7.3.30

Aquestes equacions prèvies depenen del diàmetre D de la torre (en ft), de la longitud L (en ft) i del pes W de la carcassa en (lb).

Taula 7.3.27. Paràmetres torres

Torre	W (lb)	L (ft)	D (ft)	N
C-700	501125.94	49.2	25.912	20
C-710	6295.275	35.096	12.136	20

Taula 7.3.28. Càlculs previs

Torre	f1	f2	f3	f4	Ct	Cb	Cp1
C-700	2.1	3.27	1	0.99	41452.80	529385.59	52291.06
C-710	2.1	2.28	1	0.99	3776.92	26401.37	23501.28

A la Taula 7.3.29 es mostren els resultats finals de les torres de medi ambient.

Taula 7.3.29. Cost torres

Torre	C (\$) al 2002	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
C-700	4725578	6669085	5557571
C-710	305813	431586	359655

- **Torre refrigeració**

El cost de la torre de refrigeració s'ha estimat mitjançant el mètode proposat per Sinnott. Aquest, utilitza l'Equació 7.3.31 i els paràmetres de la Taula 7.3.30 per a calcular el preu.

$$C_{torre\ ref.} = (a + b S^n)_{cabal}$$

Equació 7.3.31

Taula 7.3.30. Paràmetres equació de Sinnott

	a	b	n
Cabal	150000	1300	0.9

La variable S fa referència al cabal d'aigua que circula per la torre de refrigeració en L/s. En aquest cas, es tracta un cabal de 8.159L/s. A la Taula 7.3.31 es mostren els resultats.

Taula 7.3.31. Cost torre refrigeració

	C (\$) al 2007	C (\$) al 2017	C (€) al 2017
CT-600	158598.78	173721	144768

- **Equips per catàleg**

A la Taula 7.3.32 es mostren els equips dels quals el preu s'ha obtingut cercant el seu catàleg.

Taula 7.3.32. Cost equips de catàleg

Equip	Empresa subministradora	Preu (€)
Bàscula camions 1	Europasaje EP-43	19370
Bàscula camions 2	Europasaje EP-43	19370
Bàscula camions 3	Europasaje EP-43	19370
Estació transformadora	CYPE Ingenieros, S.A.	5862.75

7.3.1.1. Recompte cost equips

Tal i com es mostra a la Taula 7.3.33, la suma de tots els preus dels equips i aparell de la planta, ascendeix fins a 23.5 milions d'euros.

Taula 7.3.33. Costos totals dels equips

Equips	Cost (€)	Equips	Cost (€)
Bescanviadors	465,212	Calderes	2,022,611
Switch Condenser	3,167,780	Heater In-line	34,457
Reactor	3,303,789	Compressors	4,963,244
Tancs	1,299,553	Bombes	266,171
Columnes	265,968	Torres absorció	5,917,226
Cargols/elevadors	102,998	Torres refrigeració	144,768
Chiller oli	281,959	Balances camions	59,190
Cristal·litzadors	478,103	Estació transformadora	5,862
Ventilador	255,547	TOTAL	23,504,899
After-Cooler	470,461		

7.3.2. Estimació del capital immobilitzat

El capital circulant és la quantitat de diners que l'empresa utilitza per adquirir els medis de transformació del seu procés: com per exemple, els terrenys i els equips. S'anomena immobilitzat perquè és un capital que si es mobilitza impossibilita assolir els objectius de l'empresa. Si es ven algun dels equips durant la realització del projecte, no es podrà produir el producte desitjat. Per aquest motiu és necessari mantenir-lo immòbil. No obstant, aquest capital és amortitzable (a excepció dels terrenys) ja que els equips es fan vells o s'espallen.

Un cop obtingut el cost total dels equips, es procedeix a realitzar l'estimació del capital immobilitzat. Com en el cas anterior, també existeixen varis mètodes per a obtenir aquest valor. Els més coneguts són Mètode de Lang, Mètode del coeficient d'immobilització unitari, Mètode de Happel i el Mètode de Vian. En aquest projecte, l'estimació es realitza seguint el de Vian. En aquest totes les partides es poden calcular a partir del cost dels equips, a excepció dels terrenys.

Per al cost dels terrenys s'ha cercat informació a diverses immobiliàries de la zona obtenint uns valors voltant als 130€/m² (valor que s'ha utilitzat). S'ha validat aquest preu gràcies a la pàgina web del Ministeri de Foment que recull un preu del m² de terreny de 132.2 € durant l'últim trimestre del 2017.

Taula 7.3.34. Mètode de Vian. Estimació del capital immobilitzat.

I1	Maquinària i aparells, X	23,504,899
I2	Instal·lació, 0.45X	10,577,205
I3	Canonades i vàlvules, 0.5X	11,752,450
I4	Instrumentació, 0.3X	7,051,470
I5	Aïllaments, 0.1X	2,350,490
I6	Instal·lació elèctrica, 0.15X	3,525,735
I7	Terrenys	6,920,550
	Edificacions, 0.12X	2,820,588
	Total I7	9,741,138
I8	Instal·lacions auxiliars, 0.4X	9,401,960
Y	Sumatori d'I1 a I8	77,905,346
I9	Projecte i direcció d'obra i muntatge, 0.2Y	15,581,069
Z	Y + I9	9,348,616
I10	Contractista, 0.06Z	5,609,185
I11	Despeses no previstes, 0.2X	18,697,283
TOTAL	Z + I10 + I11	117,792,884

Així doncs, el valor total del capital immobilitzat (CI) és de 117,792,884 €, uns 118 milions.

7.3.3. Estimació del capital circulant

El capital circulant és una quantitat de diners que l'empresa utilitza en diferents llocs. S'utilitza per cobrir les primeres despeses com la compra de matèries primeres, els pagaments del llum. A diferència del cas anterior, aquest capital es troba en continu moviment i si el projecte es planifica correctament, al final de la vida del procés es podrà recuperar.

Aquest capital es calcula aplicant el Mètode global, que estableix que el capital circulant es pot estimar entre un 10% i un 30% del capital immobilitzat. Així doncs, s'aplica un 20% al valor obtingut en l'apartat anterior.

Per tant el valor del capital circulant (CC) és de 35,337,865 €, uns 35 milions.

7.3.4. Estimació de les despeses prèvies

Les despeses prèvies engloben els informes i estudis realitzats abans d'iniciar l'activació del projecte. Principalment l'estudi en I+D per a desenvolupar el disseny industrial i la realització del corresponent projecte.

També inclou els tràmits legals que s'han de realitzar abans de formalitzar l'empresa, llicències d'obra i registres administratius.

Des del Departament d'Empresa de la Generalitat de Catalunya, s'ha desenvolupat un servei de guia per a que l'empresari disposi amb facilitat de tots els tràmits que ha de realitzar. Aquest es troba disponible al següent enllaç:

<http://canalempresa.gencat.cat/ca/tramits-i-formularis/tramit/cerca-guiada-de-tramits/>

Des d'ANPHA s'ha sol·licitat un dossier informatiu a aquest servei aportant dades com el tipus d'activitat, el municipi on es desenvolupa i contestant una bateria de preguntes relacionades amb especificacions industrials, els residus generats, el consum d'aigua, el transport utilitzat, el nombre de treballadors i altres dades tècniques. La majoria de tràmits necessaris són gratuïts com per exemple:

- Registrar-se com a productor de residus industrials: Inscriure's en el registre.
- Declaració anual de residus industrials (DARI): Presentar la declaració.
- Dissenys industrials: Sol·licitud de registre d'un disseny industrial nacional.
- Comunicació d'obertura d'un centre de treball o represa d'activitats: Comunicar l'obertura d'un centre de treball.
- Declaració de l'ús i la contaminació de l'Aigua: Presentar la declaració.

En canvi, altres tràmits inclouen una taxa variable.

- Presentació de la declaració responsable per a instal·lacions elèctriques de baixa tensió: Posada en servei. (Taxa de 32.80€)
- Llicència ambiental. (Taxa segons l'ordenança fiscal)
- Sol·licitud informe urbanístic associat a la tramitació d'activitats. (Taxa segons l'ordenança fiscal)
- Fitxa d'acceptació de residus: Sol·licitat la fitxa d'acceptació. (Taxa de 70.25€)

Com es pot observar, la suma global del cost de les despeses prèvies es pot considerar menyspreable vers els capitals immobilitzat i circulat.

7.3.5. Estimació del cost de la posada en marxa

El valor del cost de la primera posada en marxa es pot estimar a partir del Capital Immobilitat. Es considera que aquest cost, que inclou l'obtenció de les primeres matèries primes i el consum dels serveis per a acondicionar la planta, equival al 5% del CI. Per tant, s'estima en 3,350,777.26€.

7.3.6. Recompte inversió inicial

A la Taula A es recullen els resultats de cadascun dels apartats anteriors. La suma d'ells equival a la inversió inicial.

Taula 7.3.35. Inversió inicial

Capital Immobilitzat	117,792,884 €
Capital Circulant	35,337,865 €
Despeses prèvies	Menyspreable
Posada en marxa	5,889,644 €
TOTAL	159,020,392 €

7.4. Costos

Els costos representen el valor monetari que es consumeix per aconseguir l'objectiu de l'empresa. Aquests es poden dividir en fixos costos de fabricació o en costos de gestió. Alhora, aquests es poden dividir en gestos fixos o variables.

7.4.1. Costos de fabricació

Els costos de fabricació (M) es poden calcular a partir de l'Equació 7.4.1.

$$M = M1 + M2 + M3 + M4 + M5 + M6 + M7 + M8 + M9 + M10 + M11 + M12$$

Equació 7.4.1

Les diferents partides M_i es desglossen a continuació.

M1. Matèries primes

A la planta ANPHA tan sols hi ha dues matèries primes: aire i o-xilè. La primera d'elles és gratuïta i s'obté de l'atmosfera mitjançant tres compressors en paral·lel. L'o-xilè l'aporta la petrolera veïna de Repsol. El preu de mercat ronda els 0.88 €/Kg i se'n gasten 4760 Kg/h, que suposen 34272 Tn/any. Així, el cost total en matèries primeres arriba a 30,159,360 €/anuals.

M2. Mà d'obra directa

La planta de producció d'anhídrid ftàlic la formen un total de 147 treballadors i treballadores. Complint amb la legislació vigent de la Llei General de drets de les persones amb discapacitat i de la seva inclusió social (Article 43 del Reial Decret Legislatiu 1/2013), l'empresa compta amb 3 llocs de treball (és a dir, el 2%) destinats a persones amb discapacitat.

Els llocs de treball dins l'empresa estan dividits en diversos departaments que es mostren a la Taula 7.4.1.

Taula 7.4.1. Recompte de treballadors directes.

Departaments	Càrrec	Número
Logística	Operari	20
	Responsable	2
Producció	Operari	40
	Responsable	4
Manteniment preventiu	Operari	6
Manteniment correctiu	Operari	8
Control de qualitat	Operari	9
	Responsable	1
Garantia de qualitat	Administratiu	5
	Responsable	1
Seguretat	Operari	12
	Responsable	2
Medi ambient	Operari	8
	Responsable	2
Control	Operari	16
	Responsable	2
Administració	Administratius	2
Comptabilitat	Comptables	3
Direcció	Directius	4

Els treballadors també estan dividits en torns de treball de matí, tarda i nit; de manera que mai coincidiran en planta el 147. A més, com que la planta opera 24/7 contínuament, els departaments de logística, producció, manteniment, seguretat, medi ambient i control tenen torns de treball els caps de setmana. La resta, imprescindibles els dissabtes i diumenges, tan sols treballaran de dilluns a divendres.

Els rangs dels salaris dels treballadors venen donats en funció del grup de cotització (establert pel Ministeri de Treball i Seguretat Social) que correspon a cada càrrec. En tots els casos s'ha establert un salari de 14 pagues anuals. Així doncs, a la Taula 7.4.2 es mostren els salaris nets dels treballadors d'ANPHA i el cost total que correspon per a l'empresa.

Taula 7.4.2. Salaris treballadors ANPHA

Càrrec	Número	Grup de cotització	Salari net (€/paga)	Salari brut (€/any)	Total (€/any)
Operaris	119	10-9	1400	25830	3073770
Caps de departament	13	2	2500	50230	652990
Administratius	8	5-7	1500	28080	224640
Comptables	3	1	2300	45820	137460
Direcció	4	1	3500	75490	301960
TOTAL					4,390,820

Cal tenir en compte que els salaris nets dels operaris i dels caps de departament establerts són aproximats. A l'hora de la veritat s'ha de tenir en compte en quin torn es desenvolupa la jornada laboral i altres criteris que poden fer variar aquests salaris.

Els treballadors esmenats anteriorment són pagats i contractats directament des d'ANPHA. Les tasques de neteja, manteniment (tant jardineria com interior edifici oficines), seguretat i vigilància s'externalitzen a segones empreses per a que gestionin aquestes tasques.

Respecte la neteja, es contracta per valor de 120,000 €/anuals una empresa especialitzada per a que s'encarregui de la neteja de les oficines, aparcament i accessos exteriors. També inclou l'assistència bimensual en jardineria. En quant al servei de vigilància, es contracta una empresa que ofereix vigilància personal 24h. El cost d'aquesta externalització és de 147.000 €/any. S'han establert aquests preus en funció de licitacions públiques dels mateixos serveis per a necessitats semblants a les d'ANPHA.

M3. Patents

El projecte que es construirà a ANPHA és totalment original. No s'ha sol·licitat la cessió dels drets de cap patent, per tant el cost d'aquesta partida és zero.

M4. Mà d'obra indirecta

El cost representant per la mà d'obra indirecta l'origina el personal contractat per a realitzar tasques de transport de matèries primeres i productes, gestió dels serveis i manteniments que requereixen tècnics especials. S'estima un cost del 18% del Capital Immobilitzat.

$$M4 = 0.18CI = 790.347€$$

M5. Serveis generals

A la planta es consumeixen diferents serveis: electricitat, aire comprimit, aigua de xarxa, nitrogen, gas natural, sal, oli tèrmic, catalitzador i amines MEA. A continuació es desglossa el cost de cadascun d'aquests.

- **Electricitat**

L'electricitat és el servei més important de la planta. A la Taula 7.4.3 es mostra els KWh que consumeixen els diferents equips.

Taula 7.4.3. Consum electricitat per equip

Equip	KWh	Equip	KWh	Equip	KWh	Equip	KWh
K-100	1153	P-301	0,19	P-430	0,00094	T-400	0,14
K-110	1153	P-401	0,18	P-432	0,48	T-410	345
K-120	1153	P-403	0,18	P-600	11,98	V-700	110
K-600	1153	P-411	0,18	P-601	10,38	CH-300	2803
P-100	0,52	P-413	0,18	P-603	1,75	SW-400	11
P-101	0,81	P-421	0,00076	H-300	18	SW-410	11
P-201	0,135	P-423	0,00076	T-300	19,04	TOTAL	7956.15

En total es consumeixen 7956.15 KW cada hora per part dels diferents equips de la planta (57,284,262 KWh/any). També cal tenir en compte l'energia consumida per les oficines, que dependrà de la categoria d'eficiència energètica d'aquestes. Les oficines d'ANPHA compleixen amb les necessitats per a ser categoria D i el consum energètic es pot estimar amb la relació 81.73 KWh/m² anuals. Així doncs, els 2783m² gasten 227,454.6 KW/any en electricitat.

En total, es consumeixen 57,511,716 KWh cada any. Per a estimar el seu cost, s'ha utilitzat la tarifa 3.0A de la companyia Som Energia. Aquesta inclou discriminació horària entre hores punta, hores pla i hores vall. Aquesta divisió varia en funció de l'època de l'any, per tant, a la Taula 7.4.4 es mostren els valors mitjos i la quantitat d'electricitat anual que es consumeix a la planta en aquestes hores. A la Taula 7.4.5 es mostren les tarifes i el cost anual corresponent.

Taula 7.4.4. Consum elèctric per discriminació horària

Franja	Hores dia	Hores any	%	KWh/anuals
Punta	4	1200	16.67	9,585,286
Plana	12	3600	50	28,755,858
Vall	8	2400	33.33	19,170,572

Taula 7.4.5. Cost elèctric

Franja	Terme energia		Terme potència		Terme generació	
	Preu (€/KWh)	Cost (€/any)	Preu (€/KWh)	Cost (€/any)	Preu (€/KWh)	Cost (€/any)
Punta	0.115	1,102,307.9	0.111586	1,069,583.73	0.093	891,431.603
Plana	0.098	2,818,074.1	0.066952	19,25,262.21	0.081	2,329,224.51
Vall	0.07	1,341,940.05	0.044634	855,659.315	0.064	1,226,916.61

En total, el cost de l'energia elèctrica ascendeix fins als 13,560,400 € anuals.

- **Aigua**

L'aigua és un servei que a la planta s'utilitza per a refrigerar (quan es troba en fase líquida) i per a escalfar (quan s'utilitza com a vapor a pressió). El volum d'aigua destinada al circuit de fase vapor, s'ha inclòs en el càlcul del cost de la posada en marxa. Aquest circuit es tancat i per tant no hi ha pèrdues d'aigua. En canvi, el circuit d'aigua líquida inclou el pas per una torre de refrigeració. Aquesta està oberta a l'atmosfera, fet que provoca que es perdi un 2% del cabal d'aigua líquida tractada. Aquesta, s'ha de reposar. A la Taula 7.4.6 es recull el consum d'aigua líquida dels equips.

Taula 7.4.6. Consum d'aigua líquida

Equips	Kg/h
CH-300	7312.9
T-100	547.2
T-110	547.2
T-120	547.2
T-130	547.2

El consum anual (tenint en compte que el sistema de refrigeració dels tancs tan sols actua durant 6 mesos) és de 60533 m³.

També s'ha estimat el consum anual generat pels treballadors (tant a les oficines com

als vestuaris), així com l'aigua gastada en regadiu de la gespa i dels 15 arbres que es troben en el pàrquing.

Taula 7.4.7. Estimació consums secundaris aigua

	Unitat	Consum L/dia	L/dia total	m³/any
Treballadors a oficines	15	2	30	9
Treballadors de planta (inclou dutxa)	132	21	2772	831.6
Arbres	15	10,5	157,5	47.25
Gespa (m²)	700	7	4900	1470

S'obté un consum total de 62890 m³. A continuació, s'han consultat la tarifa industrial de la companyia EMATSA (Empresa Municipal Mixta d'Aigües de Tarragona S.A.). Aquesta està formada per l'Ajuntament de Tarragona i Sorea, i s'encarrega de gestionar el cicle integral de l'aigua a l'àrea de Tarragona en la que es troba localitzada ANPHA. Les tarifes es mostren a la Taula 7.4.8.

Taula 7.4.8. Tarifes aigua EMATSA

Cost aigua (€/m³)		20.763
Quota industrial bimestral per a comptador	Taxa (€)	21.1
	Total (€)	42.2
Quota bimestral per a boca d'incendis	Taxa (€)	35.3333
	Total (€)	70.6666

Per tant, el cost anual d'aigua ascendeix fins als 7522.15 €.

- **Aire comprimit**

Com s'ha explicat a l'apartat anterior, l'aire és una matèria gratuïta. L'únic cost que l'acompanya és l'energia elèctrica necessària per a captar-lo, comprimir-lo i distribuir-lo. Aquest cost ja s'ha tingut en compte en les despeses per electricitat.

- **Gas natural**

El gas natural és un servei utilitzat en les calderes. A la planta existeixen dos tipus de calderes: les de procés i les de serveis (per a obtenir vapor d'aigua en operació i parada). D'aquestes últimes no s'ha pogut obtenir el consum de gas, però de les de procés sí. A la Taula 7.4.9 es mostra el consum anual d'aquestes (tenint en compte que H-310 només opera en parades) i considerant que la densitat del gas és 0.61kg/m³ i que la seva conversió a KWh és 1KWh=0.09m³ de gas natural.

TAULA 7.4.9. Consum anual de Gas Natural

Equip	kg/h	m3/h	m3/any GN	Kwh/any GN
H-200	293,4	480.98	3,463,081.96	38,478,688.5
H-310	90.99	149.16	596.65	6629.50

La companyia subministradora, Gas Natural Fenosa, estableix una preu de 0.046841 € per KWh. D'aquesta manera, el cost provocat pel consum de gas natural arriba als 1,802,682 € anuals.

- **Nitrogen**

El nitrogen és un servei indispensable per a poder operar amb seguretat a la planta ja que s'utilitza per inertitzar els tancs pressuritzats. El consum anual de nitrogen s'ha calculat a partir dels volums totals dels tancs i dels volums buits que es deixen en ells durant el procés. També s'ha estimat el consum de nitrogen que s'afegeix pels sistemes de control de pressió Split-Range com un del 10% del volum buit dels tancs. A la Taula 7.4.10 es mostra el consum anual de nitrogen.

Taula 7.4.10. Consum Nitrogen

Equip	V (m3)	Tancs/any	m3/any
T-oxilè	164.3	300	49290
T-300	9.5	2	19
T-400	0.27	2	0.54
T-410	29.4	2	58,8
Volums buits dels tancs			10419.46
Control de pressió Split-Range			1041.95
TOTAL			60829.7

Tot i que el nitrogen es consumeix a la planta en fase gas, l'empresa subministradora Linde l'entrega en tancs criogènics on el nitrogen es troba en fase líquida. Segons les seves especificacions, 1m³ de nitrogen gas equival a 1.448L de nitrogen líquid. Per tant, ANPHA necessita un total de 88081.47L de nitrogen líquid. L'entrega del nitrogen es realitza en tancs de 20m³ de capacitat que l'empresa va recarregant. Així doncs a ANPHA es necessitarà que Linde recarregui el tanc cinc vegades a l'any.

Com que el cost del m3 de nitrogen líquid és de 35€, el cost anual ascendeix a 3082€.

- **Oli tèrmic**

L'oli tèrmic utilitzat a la planta té un cost de 2.22139€/L. La renovació d'aquest serveix es produeix a cada parada purgant un 10% del cabal total utilitzat (386.44m³). Per tant, anualment se'n renova el 20% que equival a 77288L que suposen un cost anual de 171,686.8€.

- **Sal fosa**

La sal tèrmica utilitzada a la planta es renova cada 4 anys amb purgues del 40% (8335.6 kg). El preu de la sal és de 1.2€/Kg, així que la despesa realitzada cada quatre anys serà de 10,002.72€.

- **Catalitzador**

Com la sal fosa el catalitzador, s'introduirà al sistema a la primera posada en marxa i es renovarà cada certes parades. En aquest cas, degut a la vida útil del catalitzador i per qüestions de producció es renovarà completament cada 3 anys. El preu del catalitzador és de 17€/Kg i s'utilitzen 71259Kg, obtenint unes despeses de 1,211,403€ trianuals.

- **Amines**

A l'Àrea 700 s'ha instal·lat una torre d'absorció que utilitza amines per a eliminar el CO₂. Aquestes es recuperen a la torre de desabsorció, per lo que tan sols s'han d'adquirir un sol cop. Aquest cost ja s'inclou en la posada en marxa.

Un cop detallats els costos individuals dels serveis, es recullen a la Taula 7.4.11 els resultats finals.

Taula 7.4.11. Costos dels serveis

Costos anuals		Costos puntuals		
Electricitat	13,560,400	Sal	Renovació	cada 3 anys
Aigua	7522.15		Cost	10,002
Aire comprimit	<i>Inclòs a electricitat</i>	Catalitzador	Renovació	Cada 4 anys
Gas Natural	1,802,682		Cost	1,211,403
Nitrogen	3082.85			
Oli tèrmic	171,686.8			

M6. Subministres

Aquest apartat inclou tots els costos corresponents a les adquisicions de productes necessaris per a poder operar a la planta i que es realitzen de manera regular. En aquest punt es té en compte material d'oficina, les eines de camp, la roba del treballadors, lubricants, mànegues, bates de laboratori, etc. S'ha estimat el cost d'aquesta partida com un 1% del Capital Immobilitzat.

$$M6 = 0.1CI = 1,590,203.93\text{€}$$

M7. Conservació

La partida de conservació fa referència als costos obtinguts durant les tasques de manteniment dels equips, com per exemple la substitució de peces desgastades. El cost estimat equival al 6% del Capital Immobilitzat.

$$M7 = 0.06CI = 9,541,223.57\text{€}$$

M8. Laboratori

Els anàlisi de qualitat de la matèria prima i dels productes es realitzen als laboratoris de la planta. També s'analitzen mostres de l'oli tèrmic, del catalitzador i de la sal fosa utilitzada. S'estima el seu cost com un 20% de la mà d'obra directa.

$$M8 = 0.2(Mà d'obra directa) = 878,164\text{€}$$

M9. Envasat

Tant l'anhídrid ftàlic com l'anhídrid maleic s'entreguen al client en recipients Kraft que tenen una capacitat per albergar 50Kg de producte sòlid. A la Taula 7.4.12 es mostren el número de caixes necessàries en funció de la producció de la planta ANPHA.

Taula 7.4.12. Càlcul nombre de caixes anuals

	Kg/h	Kg/any	Caixes/any
Anhídrid ftàlic	3938	28,353,600	568,072
Anhídrid maleic	11.27	81,144	1623

El recipient seleccionat té un cost de 16.3€/caixa, per tant el cost d'aquesta partida és de 9,269,727€.

M10. Lloguers

Els equipaments utilitzats a la planta ANPHA són d'adquisició pròpia, per tant no existeix cap partida destinada al cost dels lloguers.

M11. Impostos (fàbrica)

Els impostos considerats en aquesta partida fan referència als generats per els terrenys en base a normatives locals o els establerts per legislacions sobre l'activitat que es duu a terme a la planta. Com que són un costos fixos que es realitzen anualment s'han de tenir en compte. Aquests s'estimen com un 0.5% del Capital Immobilitzat.

$$M11 = 0.005CI = 795,101.96\text{€}$$

M.12 Assegurances (fàbrica)

Per a la planta ANPHA s'han contractat una sèrie d'assegurances relacionades amb la pròpia fàbrica per tal de d'assegurar maquinària, aparells i instal·lacions. Els seu cost s'estima com un 1% del valor immobilitzat.

$$M12 = 0.01CI = 1,590,203.03\text{€}$$

7.4.2. Costos d'administració i vendes

Amb el cost total dels costos de fabricació es poden obtenir les diferents partides que formen els costos d'administració i vendes (G).

$$G = G1 + G2 + G3$$

Equació 7.4.2

Tot seguit es comenten aquestes partides G_i .

G1. Costos comercials.

Aquesta partida engloba tots els costos relacionats amb el màrqueting i la publicitat destinada a la venda dels productes d'ANPHA: des dels viatges relacionats amb fins comercials fins a la publicació d'anuncis. El seu cost s'estima un 10% del cost de fabricació.

$$G1 = 0.1M$$

G2. Gerència.

S'inclouen tots els costos administratius derivats de les tasques dels gerents de la planta. S'estimen en un 5% del cost de fabricació.

$$G2 = 0.05M$$

G3. Costos financers.

Aquests costos fan referència als impostos del capital prestat que s'ha invertit en el present projecte. En aquest cas, no s'ha demanat cap préstec de manera que aquesta partida té un valor de zero.

$$G3 = 0$$

G4. Investigació i Serveis tècnics.

Per tal de millorar la producció, s'inverteix una sèrie de diners en investigació per millorar els rendiments de la planta, per obtenir possibles noves matèries primes, nous productes i nous processos. La partida també inclou un servei tècnic destinat a assessorar el clients d'ANPHA per tal d'optimitzar la utilització dels productes que comprin. El cost d'aquests bloc s'estima en un 5% del cost de fabricació.

$$G4 = 0.05M$$

7.4.3. Costos totals sense depreciaió

Amb la realització de l'estimació dels càlculs de fabricació i d'administració i vendes es poden calcular amb l'Equació 7.4.3 els costos anuals totals sense tenir en compte les depreciaions.

$$C_{anuals} = M + G$$

Equació 7.4.3

A excepció dels costos en serveis, la resta de partides referides al cost de producció són les mateixes cada any. Amb la variació anual del cost per serveis, el cost de fabricació també varia i en conseqüència també ho fa el cost d'administració i vendes. A la Taula 7.4.13, es mostren els costos detallats que s'obtenen anualment.

Taula 7.4.13. Costos totals anuals sense depreciació

Any	Cost total	Any	Cost total	Any	Cost total
1	89,524,853	9	90,978,536	17	89,524,853
2	89,524,853	10	89,524,853	18	90,978,536
3	90,978,536	11	89,524,853	19	89,524,853
4	89,536,856	12	90,990,540	20	89,536,856
5	89,524,853	13	89,524,853	21	90,978,536
6	90,978,536	14	89,524,853	22	89,524,853
7	89,524,853	15	90,978,536	23	89,524,853
8	89,536,856	16	89,536,856	24	89,524,853

7.4.4. Amortització

Les amortitzacions són costos anuals associats a la pèrdua de valor del capital immobilitzat, amb l'excepció dels terrenys. Per a l'estimació del seu valor anual, s'ha utilitzat el mètode de Suma de dígit. En primer lloc cal obtenir el paràmetre z donat per l'Equació 7.4.4.

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

Equació 7.4.4

La variable t té un valor de 24 ja que és el temps de vida establert de la planta de producció ANPHA. S'obté que z equival a 300, ja es poden calcular les amortitzacions. S'utilitza l'Equació 7.4.5 per a estimar-les.

$$A_j = (CI - Terrenys) \frac{(t - t_{j-1})}{z}$$

Equació 7.4.5

A la Taula 7.4.14 es mostren els resultats anuals.

Taula 7.4.14. Cost anual en amortitzacions

Any	Amortització	Any	Cost total	Any	Cost total
1	8,869,787	9	5174042	17	2,217,447
2	7,761,063	10	4804468	18	1,847,872
3	7,391,489	11	4434893	19	1,478,298
4	7,021,914	12	4065319	20	1108,723
5	6,652,340	13	3695744	21	739,149
6	6,282,766	14	3326170	22	369,574
7	5,913,191	15	2956596	23	0
8	5,543,617	16	2587021	24	0

7.5. Vendes

Els ingressos econòmics de la planta de producció venen donats per les vendes del producte.

Taula 7.5.1. Característiques de producció

Producte	%	kg/h	Kg/any
PA	99.91	3938	28,353,600
MA	95.65	11.27	81,144
TAR	99.97	68.28	491,616

A diferència d'altres empreses de la competència que comercialitzen amb recipients per tones de producte, a ANPHA es comercialitzen els principals productes en bidons de 50Kg. Respecte el PA, el preu observat en webs de compra/venda de productes químics varia segons qui sigui el proveïdor, però la majoria oscil·len entre els 13-14€/Kg (per vendes en recipients de 50Kg). Per a establir el preu de venda, cal tenir en compte el valor afegit de la puresa del principal producte de la planta, ja que el PA produït a ANPHA és del 99.91%, a diferència de la competència consultada que es mouen entre el 98-99%. Per tant, s'estableix un preu de 16€/Kg.

Per al MA s'han observat preus un pel superior als del PA. No obstant, la competència té la avantatge de tenir una puresa més elevada que la d'ANPHA que es queda al 95%. Així que per tal de ser competitius al mercat, es fixa un preu de 12€/Kg de maleic.

Finalment el TAR que s'obté de la columna C-410 es ven a preu de 0.88€/Kg. Tot i que aquest producte es considera com a tal, perquè té una demanda al poder-se aprofitar per a asfaltar camins, a ANPHA no l'interessa que s'acumuli l'estoc d'aquest. Així doncs, es fixa un preu de 0.88€/Kg.

A la Taula 7.5.2 es recullen els preus de cada producte i els ingressos anuals que generen.

Taula 7.5.2. Ingressos anuals

Producte	preu €/kg	venta €/any
PA	16	453,657,600
MA	12	973,728
TAR	0.8	393,292.8
TOTAL		455,024,620.8

S'observa que per a les condicions establertes inicialment, el projecte surt molt rendible. Sens dubte és una gran oportunitat per a invertir-hi diners. No obstant, caldrà veure amb l'anàlisi de sensibilitat fins a quin punt surt rentable invertir en la planta.

7.6. Anàlisi de rendibilitat

El mètode utilitzat per a analitzar la rendibilitat del procés és el del Valor Actual Net (VAN). Aquest analitza el fluxos nets anuals de caixa (NCF) i permet decidir fins a quin interès surt a compte invertir a la planta. En primer lloc, és necessari obtenir els NCF anuals. Tot i que la planta té un temps de vida de 24 anys, l'anàlisi es realitzarà fins l'any 25 ja que en aquest es recuperarà el capital circulant, el valor dels terrenys s'haurà d'acabar complir amb les obligacions d'impostos de l'exercici anterior. També es tindrà en compte l'any 0, que és quan es realitza l'adquisició dels equips i es desprèn el Capital Immobilitzat.

A la Taula 7.6.1 es mostra la quadricula utilitzada per a obtenir els diferents NCF. Cal especificar que degut a l'elevat benefici obtingut l'any 24 (l'últim de producció), els impostos que corresponen a pagar sobre aquest exercici l'any següent són també molt elevats. Com que ja no hi ha ingressos per vendes perquè s'ha aturat la producció, els guanys obtinguts al recuperar el cost dels terrenys i el Capital Circulant són insuficients per a fer front les despeses tributàries. Per evitar tancar la planta en números negatius, és necessari estalviar una part dels beneficis anuals per fer front a aquesta despesa que equival a 67,391,515 €. Així doncs, cada any s'hauran de reservar 2,807,979.8 €. Com que la planta proporciona beneficis, no suposa cap problema.

Taula 7.6.1. Càlcul del NCF anual (exercicis de l'any 0 al 12)

Partida\any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Immobilitzat	Terreny	-6.9											
	CI	-110.9											
Valor Residual													
Capitat Circulant		-35.3											
Vendes		455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0
Costos sense deprecació		-89.5	-89.5	-91.0	-89.5	-89.5	-91.0	-89.5	-89.5	-91.0	-89.5	-89.5	-91.0
AMORT		-8.9	-7.8	-7.4	-7.0	-6.7	-6.3	-5.9	-5.5	-5.2	-4.8	-4.4	-4.1
Benefici brut: B=V-Ct		356.6	357.7	356.7	358.5	358.8	357.8	359.6	359.9	358.9	360.7	361.1	360.0
Base imponible		356.6	357.7	356.7	358.5	358.8	357.8	359.6	359.9	358.9	360.7	361.1	360.0
Impostos (30%)			-107.0	-107.3	-107.0	-107.5	-107.7	-107.3	-107.9	-108.0	-107.7	-108.2	-108.3
NCF	-117.8	330.2	258.5	256.7	258.5	258.0	256.4	258.2	257.6	256.1	257.8	257.3	255.7
Estalvi impostos any 25		-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8
NCF final	-117.8	327.4	255.7	253.9	255.7	255.2	253.6	255.4	254.8	253.3	255.0	254.5	252.9

Taula 7.6.2. Càlcul del NCF anual (exercicis de l'any 13 al 25)

Partida\any	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Immobilitzat	Terreny												
	CI												
Valor Residual													6.9
Capitat Circulant													35.3
Vendes	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	
Costos sense deprecació	-89.5	-89.5	-91.0	-89.5	-89.5	-91.0	-89.5	-89.5	-91.0	-89.5	-89.5	-89.5	
AMORT	-3.7	-3.3	-3.0	-2.6	-2.2	-1.8	-1.5	-1.1	-0.7	-0.4	0.0	0.0	
Benefici brut: B=V-Ct	361.8	362.2	361.1	362.9	363.3	362.2	364.0	364.4	363.3	365.1	365.5	365.5	
Base imponible	361.8	362.2	361.1	362.9	363.3	362.2	364.0	364.4	363.3	365.1	365.5	365.5	
Impostos (30%)	-108.0	-108.5	-108.7	-108.3	-108.9	-109.0	-108.7	-109.2	-109.3	-109.0	-109.5	-109.6	-109.6
NCF	257.5	257.0	255.4	257.2	256.6	255.1	256.8	256.3	254.7	256.5	256.0	255.8	-67.39
Estalvi impostos any 25	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8	
NCF final	254.7	254.2	252.6	254.4	253.8	252.3	254.0	253.5	251.9	253.7	253.2	253.0	0.0

A partir dels diferents NCF anuals, es pot calcular el VAN amb l'Equació 7.6.1.

$$VAN = NCF_0 + \frac{NCF_1}{(1+i)^{t1}} + \frac{NCF_2}{(1+i)^{t2}} + \dots + \frac{NCF_n}{(1+i)^{n1}}$$

Equació 7.6.1

El valor de i és l'interès al qual es vol analitzar la rendibilitat del projecte. A la Figura 7.6.1 es mostra l'evolució del VAN obtingut a ANPHA amb diferents interessos.

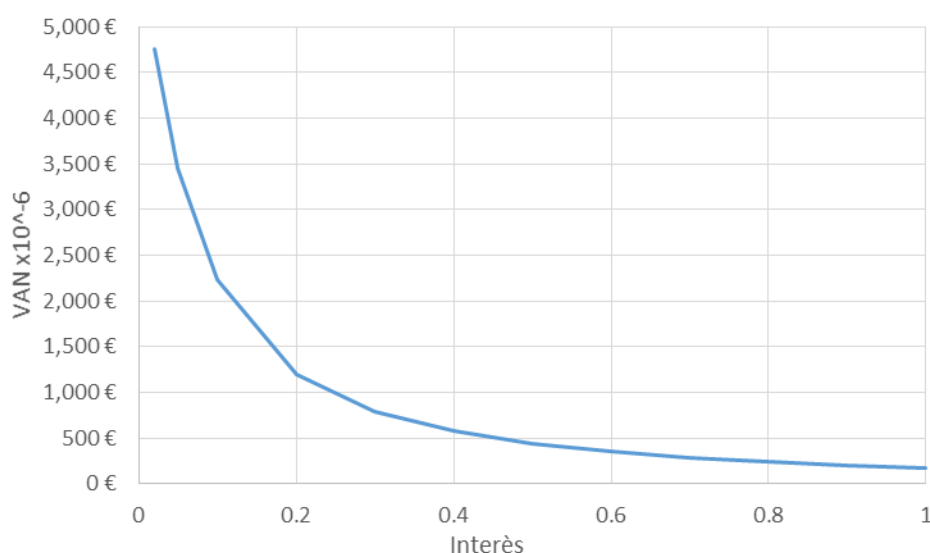


Figura 7.6.1. Representació gràfica del VAN en funció de l'interès.

Per a saber per a quin interès el VAN és 0, es calcula el TRI (Taxa de Rendibilitat Màxima). Per valors iguals o superiors a aquest interès, no tindria sentit invertir a la planta. Aquest es calcula mitjançant l'eina de càlcul de Microsoft Excel. S'obté un valor de **TRI=261%**.

Els resultat obtinguts indiquen que la planta ANPHA és hiper-viable i que apostar econòmicament per ella és una inversió segura. Es pot afirmar que per a aquestes condicions d'operació mai es perdrà diners, ja que el VAN tan sols serà negatiu a partir d'interessos del 261% (fet pràcticament impossible). A més, si s'analitzen el valors del NCF, s'obté que la inversió inicial es recupera abans de que finalitzi el primer any d'operació.

Aquests resultats tot i ser molt satisfactoris a nivell econòmic, no són 100% estables. És a dir, és possible que des d'ANPHA haguem utilitzat fons errònies per a estimar el preu de venda dels productes i que aquest sigui superior a la realitat. Inclòs pot donar-se el cas en que el producte pateixi una baixada de preus important degut factors aliens a l'empresa com una crisi econòmica. En aquest punt intervé l'anàlisi de sensibilitat.

7.7. Anàlisi de sensibilitat

7.7.1. Davallada de preus del producte

Com s'ha explicat en l'apartat anterior, és possible que els productes d'ANPHA pateixin una deflació dels preus a nivell mundial per qüestions externes a la planta. Aquest fenomen pot donar-se durant qualsevol any de la vida de la planta, així que és imprescindible obtenir quin és el preu crític per el qual seguiria sent rentable mantenir-la tot i la baixada dràstica dels preus dels productes.

Taula 7.7.1. Situacions de baixada de preus dels productes

Situació	Preu PA (€/Kg)	Preu MA (€/Kg)	TRI (%)
1	16	12	261
2	16	1	260
3	3.5	12	4
4	6	12	47
5	3.5	1	3

- **Situació 1.**

És el cas definit en el present projecte.

- **Situació 2.**

Els preus del PA es mantenen però hi ha una davallada del preu del MA. Degut a la quantitat de producció de PA, les vendes d'aquest són la raó que sustenten la viabilitat econòmica i per tant la planta no es veuria gens afectada. El TRI seria del 260% i seguiria sent necessari estalviar anualment una part del beneficis anuals (en concret 2.8 milions d'euros) per tal de poder fer front a les despeses fiscals de l'exercici 24.

S'ha representat a la Figura 7.6.2 la variació del VAN segons l'interès. Com s'observa, és pràcticament el mateix gràfic que la Figura 7.6.1.

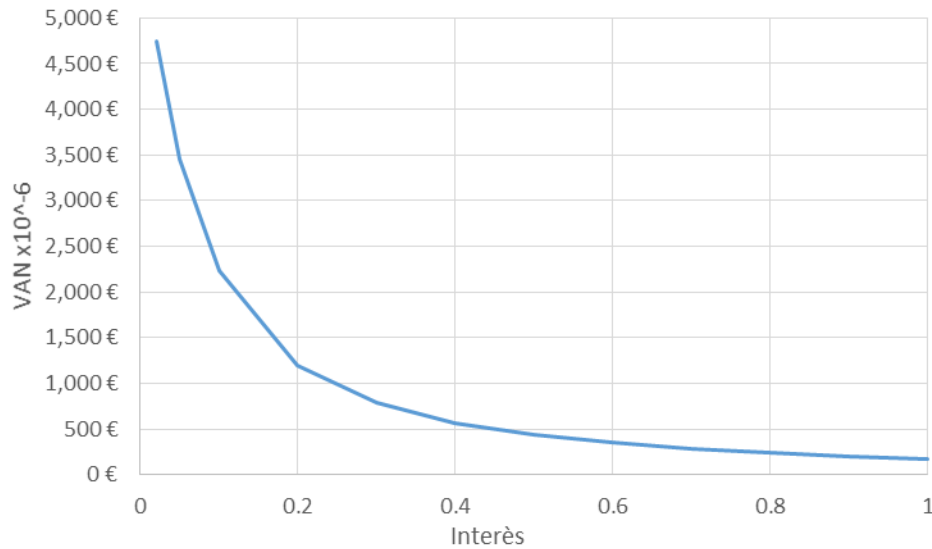


Figura 7.7.2. Representació gràfica del VAN en funció de l'interès per a la Situació 2.

- **Situació 3.**

En aquest cas, el preu que cau és el del PA mentre es manté el del MA. Seria arriscat invertir en la planta ja que el TRI tan sols arriba al 4%. A la Figura 7.7.3 es representa l'evolució del VAN.

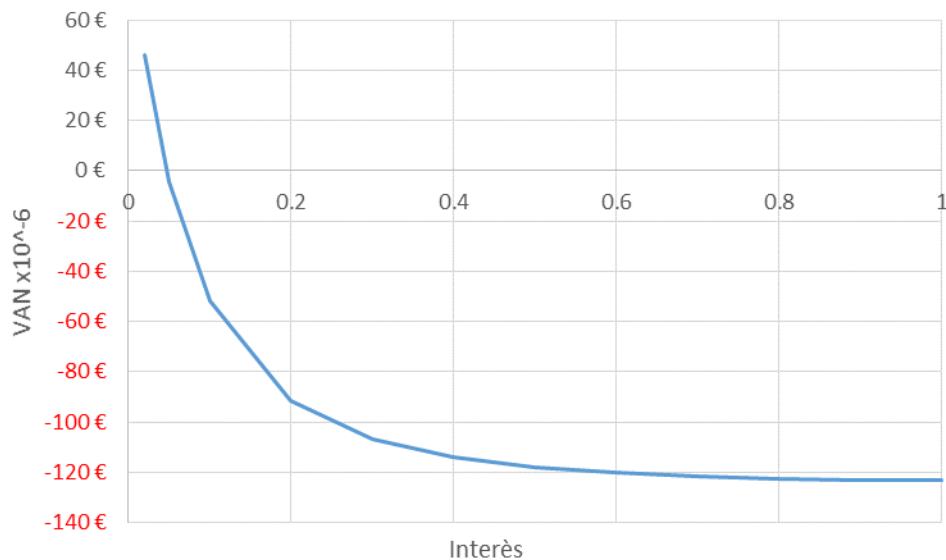


Figura 7.7.3. Representació gràfica del VAN en funció de l'interès per a la Situació 3.

- **Situació 4.**

Aquesta situació seria la mateixa que l'anterior, però no tant crítica. Si el PA perdés pes en el món industrial i s'hagués de baixar el seu preu fins a 6€/Kg, la planta seguiria sent viable i seria recomanable invertir-hi ja que el TRI seria en aquesta situació del 47%. A la Figura 7.6.4 s'hi representa en VAN front diversos interessos.

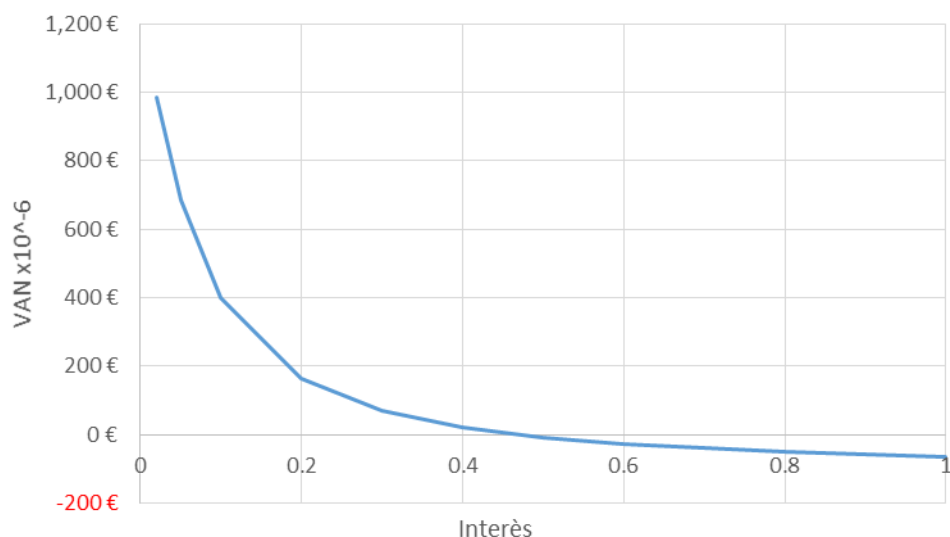


Figura 7.7.4. Representació gràfica del VAN en funció de l'interès per a la Situació 4.

- **Situació 5.**

Tots dos productes baixen molt. Una baixada del preu del PA a 3.5 €/Kg i el MA a 1€/Kg, suposarien el punt d'inflexió per a ANPHA. S'obtidria un 3% de TRI, sent un valor molt baix que fa que sigui recomanable invertir en un altre projecte.

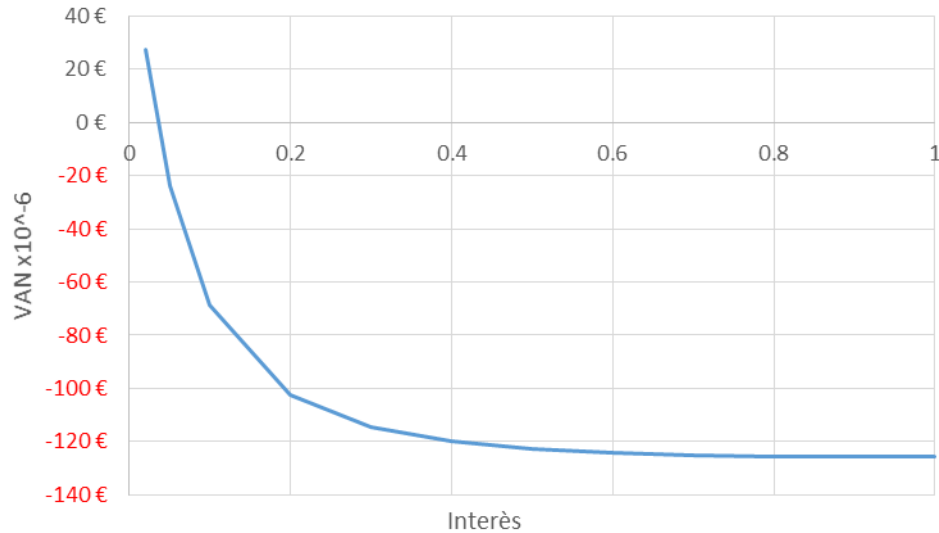


Figura 7.7.5. Representació gràfica del VAN en funció de l'interès per a la Situació 5.

7.7.2. Augment del cost de l'o-xilè

A continuació s'analitza el cas en que el preu de l'o-xilè augmentés un 10% el seu valor.

Si l'o-xilè passa de 0.88€/Kg a 8.8€/Kg el costos de fabricació augmenten considerablement. Aquest fenomen provoca que els impostos generats pel benefici de l'últim any de producció, puguin ser pagats amb els diners obtinguts de la recuperació dels terrenys i Capital Circulant. No obstant, tal i com s'observa a la Figura 7.7.1 els interessos pels quals el VAN és positiu disminuirien molt. De fet, el TRI passaria de 261% al 21%. Tot i aquesta gran disminució del TRI, la planta seguiria sent viable econòmicament.

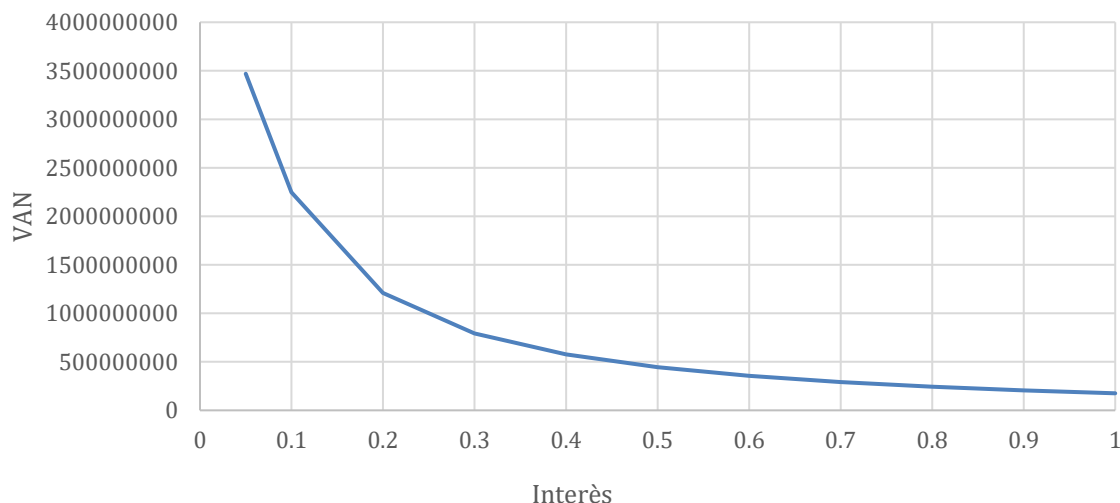


Figura 7.7.6. Representació gràfica del VAN en funció de l'interès si augmenta el cost de l'òxid un 10%.

7.8. Bibliografia

-Anàlisi de mercat

ICIS. Chemical Industry News & Chemical Market Intelligence. Europe chemical profile: phthalic anhydride. En línia. [Data de consulta: 15 de gener de 2018]
<https://www.icis.com/resources/news/2012/07/02/9573800/europe-chemical-profile-phthalic-anhydride/>

INTRATEC. Phthalic Anhydride Price History
<https://www.intratec.us/chemical-markets/phthalic-anhydride-price>

-Cost equips de catàleg

EUROPESAJE. Tarifa de indicadores de pesaje. En línia. [Data de consulta: 16 de gener de 2018]. Disponible a: http://www.europesaje.com/Tarifa/TARIFA_ACTUAL.pdf

CYPE Ingenieros, S.A. Generador de Precios. Centro de transformación prefabricado. En línia. [Data de consulta: 16 de gener 2018]. Disponible a: http://www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Instalaciones/Urbanas/Centros_de_transformacion/Centro_de_transformacion_prefabricado.html

-Cost terrenys

Ministerio de Fomento. *Precios del suelo. Precio medio del metro cuadrado de suelo urbano en municipios de más de 50.000 habitantes*. En línia. [Data de consulta: 16 de gener de 2018]. Disponible a:

<http://www.fomento.gob.es/be2/?nivel=2&orden=36000000>

-Cost o-xilè

ICIS. Chemical Industry News & Chemical Market Intelligence. *Indicative Chemical Prices*. En línia. [Data de consulta: 16 de gener de 18]. Disponible a:

<https://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/>

-Cost serveis

EMATSA. *Factures i Tarifes de l'aigua*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponible a:

<https://www.ematsa.cat/es/tu-servicio/factura-y-tarifas/tus-tarifas/>

GAS NATURAL FENOSA. *Tarifas reguladas de gas*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponible a:

https://www.gasnaturalfenosa.es/hogar/luz_o_gas/contratar_luz_o_gas/tarifas_luz_y_gas/otras_tarifas/tarifas_reguladas_gas

A4MAZA. *Cost Texatherm HT de CEPSA*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponible a:

<http://www.a4maza-online.com/TEXACP-TEXATHERM-HT-22-a6007806.html>

ALIBABA. *Preu del V2O5 catalitzador*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponible a:

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/99-5-v2o5-catalyst-60441536915.html?spm=a2700.8698675.29.1.2e59b8cPfEuY&s=p>

ALIBABA. *Preu de la sal tèrmica*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponibles a:

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/molten-salt-60574049884.html?spm=a2700.8698675.29.11.22e63cf2H66Xlu>

LINDE. *Hoja de producto: Nitrógeno Líquido 5.0*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponibles a:

http://www.abellolinde.es/internet.lg.lg.es/es/images/Nitrogeno%20L%C3%ADquido%205.0316_45639.pdf



SOM ENERGIA. *Tarifa electricitat per a empreses i indústria: Tarifa 3.0A SOM*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponibles a:
<https://www.somenergia.coop/ca/tarifes-d-electricitat/#tarifa3.0>

-Envasat

FIDEL FILLAUD. *Caractéristiques mécaniques del barril Kraft de 40L*. En línia. [Data de consulta: 17 de gener de 2018]. Disponible a:
<https://www.fidel-fillaud.com/produit/fut-kraft-ouverture-totale-40l-neutre-d360mm-h435mm-couvercle-plastique-2-poignees-onu-solide-xrp1255-xpr10028.html>

-Preu productes

MERCKMILLIPORE. *Preus de l'anhídrid ftàlic*. En línia. [Data de consulta: 18 de gener de 2018]. Disponible a:
<http://www.merckmillipore.com/ES/es/product/Phthalic-anhydride,MDA CHEM-800592>

MERCKMILLIPORE. *Preus de l'anhídrid maleic*. En línia. [Data de consulta: 18 de gener de 2018]. Disponible a:
<http://www.merckmillipore.com/ES/es/product/Maleic-anhydride,MDA CHEM-845122?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.es%2F>