

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona



TREBALL DE FI DE GRAU

Enric Rincón Beteta

Pol Mourelle Fumadó

Eudald Alibés Puigdemunt

Alejandro Lorca Blanca

Tutor: Albert Bartrolí Almera Curs: 2017/2018



CAPÍTOL 7.

AVALUACIÓ ECONÒMICA

Planta de producció de
Clorur de Vinil



CONTINGUT DEL CAPÍTOL 7: AVALUACIÓ ECONÒMICA

7.1 INTRODUCCIÓ.....	6
7.2 ESTUDI DE MERCAT	6
7.3 ESTIMACIÓ DE LA INVERSIÓ INICIAL	8
7.3.1 Capital immobilitzat	8
7.3.1.1 Mètode de Vian.....	8
7.3.2 Capital Circulant	17
7.3.3 Inversió inicial total	17
7.4 ESTIMACIÓ DELS COSTOS DE PRODUCCIÓ	18
7.4.1 Costos de fabricació	18
7.4.2 Costos generals	22
7.4.3 Costos totals de producció.....	22
7.5 VENDES I RENDABILITAT DEL PROJECTE	23
7.5.1 Ingressos per vendes.....	23
7.5.2 Càlcul del Net Cash Flow (NCF)	23
7.5.3 Càlcul del VAN i la TIR.....	27
7.6 ESTUDI DE SENSIBILITAT.....	28
7.6.1 Variació del preu del producte.....	28
7.7 CONCLUSIONS	31
7.8 BIBLIOGRAFIA.....	32

7. AVALUACIO ECONÒMICA

7.1 INTRODUCCIÓ

En aquest apartat s'estudiarà la viabilitat econòmica de la planta, és a dir, es realitzarà una valoració econòmica completa del procés de producció de clorur de vinil.

Per realitzar aquest estudi cal realitzar un estudi de mercat del nostre producte i poder determinar la primera despesa important, la inversió inicial, que també constarà del capital circulant pertinent.

La segona despesa important de la planta són els costos de fabricació, és a dir, aquell capital necessari per fer funcionar la planta sota les condicions desitjades. Per tant, aquest concepte inclou les substàncies necessàries per produir, personal, serveis, etc.

Una vegada determinat el capital que cal aportar, caldrà conèixer quina quantitat s'aconseguirà, és a dir, les vendes. Coneixent la quantitat (kg/any) que es vendrà i el preu del nostre producte podrem saber les vendes potencials de la planta de producció de clorur de vinil.

Per últim, per determinar si el projecte és rentable i, per tan, interessa realitzar una inversió en la planta, es determinarà el NCF (Net Cash Flow) durant la vida útil del projecte, el VAN (Valor Actual Net) i la TIR (Tassa Interna de Rendibilitat).

7.2 ESTUDI DE MERCAT

El monòmer de clorur de vinil és molt utilitzat per formar clorur de polivinil, més conegut com a PVC, que és el derivat del plàstic més versàtil. S'utilitza en una gran varietat d'aplicacions com per exemple en l'edificació i construcció, canonades, revestiments, àmbit de salut, electrònica, automobilística, etc.

Degut a les utilitats que dona aquest producte, el seu mercat es troba en constant creixement i es preveu que segueixi creixent en els pròxims anys. A continuació veurem uns gràfics que ajuden a veure-ho.

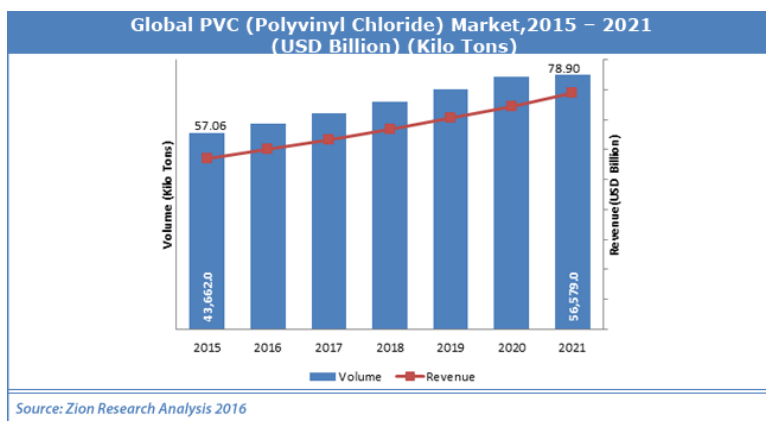


Figura 7.1 Evolució en la producció i el preu del PVC.

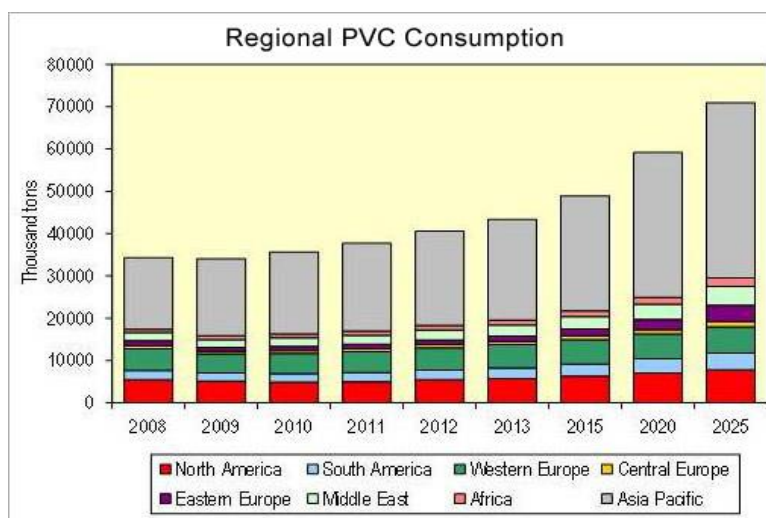


Figura 7.2. Consum del PVC al llarg dels anys en diferents regions.

La major part del consum d'aquest producte es troba a l'Àsia, essent el país més consumidor la Xina, i a Nord Amèrica, sobretot als E.E.U.U. L'ús principal el trobem al sector de la construcció. Degut a aquest alt consum s'espera que tan la quantitat de PVC com el seu valor incrementi en els pròxims anys.

7.3 ESTIMACIÓ DE LA INVERSIÓ INICIAL

Com s'ha comentat abans, la inversió inicial representa el capital que cal invertir per tal de poder fer funcionar un projecte. Les principals parts de les que consta dita inversió són:

- Despeses prèvies: Implica tot allò que cal aportar abans de començar amb el projecte, per tant, s'inclouen estudis de mercat, despeses de gestió...
- Capital immobilitzat (I): Aquest concepte engloba tota la maquinària necessària de la planta, des de el terreny fins a equips, accessoris... La majoria d'aquest capital es perd, és a dir, no és recuperable, ja que perd valor amb el temps. L'únic que no perd valor amb el temps són els terrenys i, per tant, serà la única part del capital immobilitzat que es podrà recuperar.
- Capital circulant (CC): Se li diu circulant perquè no és un capital que es dipositi en un lloc fix, sinó que anirà destinat als diferents llocs per tal de proveir el correcte funcionament de la planta. Aquest capital no és recuperat fins que no sigui venut el producte.
- Costos de posada en marxa: Aquells que estan destinats a la posada en marxa de la planta.

7.3.1 Capital immobilitzat

Per realitzar una estimació aproximada del capital immobilitzat es realitzarà el mètode de Vian, un mètode de factor múltiple que implica un error més petit comparat amb altres mètodes d'estimació de capital.

7.3.1.1 Mètode de Vian

La base que utilitza el mètode de Vian per al càlcul del capital immobilitzat és el cost de la maquinària, la qual serà representada com a "X". A partir d'aquest paràmetre es calculen diferents aspectes que formen part del capital immobilitzat. A continuació veurem què inclou aquest mètode i els passos que cal seguir:

Taula 7.1 Mètode de Vian.

Paràmetre	Significat	Càlcul
I1	Maquinària i aparells	X
I2	Instal·lació	0.35X-0.5X
I3	Canonades i vàlvules	0.1X (sòlids) ó 0.6X (fluids)
I4	Instrumentació	0.05X-0.3X
I5	Aïllaments	0.03X-0.1X
I6	Instal·lació elèctrica	0.1X-0.2X
I7	Terrenys i edificis	Terrenys: Valoració concreta
		Edificacions interiors: 0.2X-0.3X
		Edificacions mixtes 0.12X-0.15X
		Edificacions exteriors 0.05X
I8	Instal·lacions auxiliars	0.25X-0.7X
Y	Capital físic o primari	$Y = \sum_{i=1}^8 I_i$
I9	Projecte i direcció d'obra i muntatge	0.2Y-0.3Y
Z	Capital directe o secundari	Z = Y+I9
I10	Contractista	0.04Z-0.10Z
I11	Despeses no previstes	0.10Z-0.3Z

Com s'ha comentat anteriorment, els paràmetres necessaris del mètode de Vian que ens permetrà calcular el capital immobilitzat depenen del cost de la maquinària. Aquesta maquinària

depèn de cada planta en qüestió, per tant, caldrà calcular quin serà el cost aproximat dels equips per a la planta de producció de clorur de vinil. Per fer-ho s'utilitzaran mètodes algorítmics i correlacions, concretament l'estimació de Ray Sinnot en el cas de les correlacions.

$$C.E = a + b \cdot S^n \quad \text{Equació 7.1: equació pel càlcul del cost dels equips}$$

On:

- C.E: és el Cost de l'Equip (\$)
- a, b i n: són constants proporcionades per la taula de correlacions i depèn de l'equip en qüestió.
- S: és el paràmetre característic de l'equip. Per exemple, en el cas d'una bomba, el cabal i la potència.

Cal comentar que aquest mètode proporciona el preu de l'equip en dòlars, així que caldrà convertir aquest valor a euros. A més a més, la taula amb les correlacions amb la que s'ha realitzat el càlcul del cost dels equips corresponen a l'any 2006, per tant, serà necessari multiplicar el valor obtingut per un factor per tal d'obtenir un preu que s'ajusti a l'any actual quant més millor, el CEPCI (*Chemical Engineering Plant Cost Index*). L'últim valor del que es disposa és el de l'any 2017, que és de 567.5. A continuació veurem el valor del CEPCI d'altres anys:

Annual Index:	Annual Index:
2006 = 499.8	2009 = 521.9
2007 = 525.4	2010 = 550.8
2008 = 575.4	2011 = 585.7
2009 = 521.9	2012 = 584.6
2010 = 550.8	2013 = 567.3
2011 = 585.7	2014 = 576.1
2012 = 584.6	2015 = 556.8
2013 = 567.3	2016 = 541.7

Figura 7.3. CEPCI per diferents anys, des de 2006 fins 2016.

A continuació es mostraran unes taules on es contindrà el cost dels equips utilitzats a cada àrea de la planta.

Taula 7.2. Preu dels equips de l'Àrea 000.

Taula 7.3. Preu dels equips de l'Àrea 100

		LLISTA EQUIPS		Full 1 de 1	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL	
		Àrea 000: Condicionament dels reactius		Data: 31/05/2018	Localitat: Sabadell	
REFERÈNCIA	DESCRIPCIÓ	PARÀMETRES		Quantitat	Preu unitari (€)	Preu total (€)
E-001	Bescanviador carcassa i tubs per escalfar	Àrea bescanvi (m²)	10.7	1	23591.46	23591.46
E-002	Bescanviador carcassa i tubs per escalfar	Àrea bescanvi (m²)	9.8	1	23516.14	23516.14

Taula 7.4. Preu dels equips de l'Àrea 200

		LLISTA EQUIPS		Full 1 de 1	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL	
		Àrea 100: Reacció		Data: 31/05/2018	Localitat: Sabadell	
REFERÈNCIA	DESCRIPCIÓ	PARÀMETRES		Quantitat	Preu unitari (€)	Preu total (€)
R-101/R-103	Reactors producció de clorur de vinil	Volum (m³)	4.22	3	333723.77	1001171.31
CO-101 A/B	Compressor	Potència (kW)	34	2	41476.65	82953.30
E-101	Bescanviador de carcassa i tubs per refredar	Àrea bescanvi (m²)	9.9	1	23509.54	23509.54
		LLISTA EQUIPS		Full 1 de 1	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL	

		Àrea 200: Purificació (I)		Data: 31/05/2018	Localitat: Sabadell	
REFERÈNCIA	DESCRIPCIÓ	PARÀMETRES		Quantitat	Preu unitari (€)	Preu total (€)
C-201	Columna destil·lació	Pes equip (kg)	151.03	1	21168.0031	21168.0031
		Volum rebliment (m³)	0.45			
E-201	Condensador total (C-201)	Àrea bescanvi (m²)	11	1	23616.8226	23616.8226
RB-201	Reboiler Termosifó (C-201)	Àrea bescanvi (m²)	13.7	1	53693.5672	53693.5672
T-201	Tanc pulmó de reflux (C-201)	Volum (m³)	0.912	1	6007.1985	6007.1985
P-201 A/B	Bombes centrífugues	Potència (kW)	0.1	2	6315.20994	12630.4199
		Cabal (L/s)	1.194			
P-203 A/B	Bombes centrífugues	Potència (kW)	0.01	2	5774.80813	11549.6163
		Cabal (L/s)	0.0222			
T-202	Tanc pulmó entre columnes	Volum (m³)	0.744	1	5841.28443	5841.28443
P-202 A/B	Bombes centrífugues (T-202)	Potència (kW)	0.897	2	7401.56483	14803.1297
		Cabal (L/s)	0.8056			

	LLISTA EQUIPS	Full 1 de 1	
--	----------------------	--------------------	--

		Àrea 300: Purificació (II)		Data: 31/05/2018	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL	
					Localitat: Sabadell	
REFERÈNCIA	DESCRIPCIÓ	PARÀMETRES		Quantitat	Preu unitari (€)	Preu total (€)
C-301	Columna destil·lació	Pes (kg)	391.96	1	32295.83	32295.83
		Volum rebliment (m³)	1.046			
E-301	Condensador total (C-301)	Àrea bescanvi (m²)	3.3	1	23022.39	23022.39
T-301	Tanc pulmó de reflux (C-301)	Volum (m³)	0.1388	1	5092.52	5092.52
RB-301	Reboiler Termosifó (C-301)	Àrea bescanvi (m²)	35.6	1	85343.60	85343.60
P-301 A/B	Bombes centrífugues	Potència (kW)	348.1	2	62252.16	124504.32
		Cabal (L/s)	0.8333			
E-302	Bescanviador carcassa i tubs per refredar	Àrea bescanvi (m²)	2.9	1	22996.05	22996.05
E-303	Bescanviador carcassa i tubs per escalfar	Àrea bescanvi (m²)	1.1	1	22888.05	22888.05
E-304	Bescanviador carcassa i tubs per escalfar	Àrea bescanvi (m²)	1.2	1	22893.46	22893.46
E-305	Bescanviador carcassa i tubs per escalfar	Àrea bescanvi (m²)	1.2	1	22893.46	22893.46

Taula 7.5. Preu dels equips de l'Àrea 300.

Taula 7.6. Preu dels equips de l'Àrea 400.

		LLISTA EQUIPS		Full 1 de 1	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL	
		Àrea 400: Emmagatzematge		Data: 31/05/2018	Localitat: Sabadell	
REFERÈNCIA	DESCRIPCIÓ	PARÀMETRES		Quantitat	Preu unitari (€)	Preu total (€)
T-401/T-402	Tancs clorur vinil	Volum (m³)	260	2	70082.42	140164.84
T-403/T-404	Tancs subproducte	Volum (m³)	25.52	2	17623.12	35246.24
P-401 A/B	Bombes centrífugues	Potència (kW)	4.8	2	13884.56	27769.11
		Cabal (L/s)	27.778			
P-402 A/B	Bombes centrífugues	Potència (kW)	31	2	22788.28	45576.56
		Cabal (L/s)	27.778			

Taula 7.7. Preu dels equips de l'Àrea 500.

		LLISTA EQUIPS		Full 1 de 1	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CLORUR DE VINIL	
		Àrea 500: Serveis		Data: 31/05/2018	Localitat: Sabadell	
REFERÈNCIA	DESCRIPCIÓ	PARÀMETRES		QUANTITAT	PREU UNITARI (€)	PREU TOTAL (€)
TR-501	Torre de refrigeració d'aigua	Cabal d'aigua (m3/h)	126.31	1	181956.93	181956.93
CH-501 / CH-502	Chiller per refredar aigua	Cabal d'aigua (m3/h)	126.31	2	18342	36684
		Calor dissipada (kW)	1210			
CH-503 / CH-504	Chiller per refredar amoníac	Cabal d'aigua (m3/h)	36	2	62710	125420
		Calor dissipada (kW)	360			
CV-501	Caldera de vapor	Cabal de vapor (kg/h)	55000	1	584500	584500
DC-501	Descalcificadora	Cabal (kg/h)	80000	1	10000	10000
TN-501	Tanc de nitrogen	Volum (m3)	3	1	20000	20000
CA-501	Compresor d'aire comprimit	Potència (kW)	45	1	23000	23000

Per últim, es mostrarà una taula amb el cost total dels equips per cada àrea de Vinylwalk:

Taula 7.8. Preu dels equips per cada àrea i total.

Àrea	Cost equips (€)
0	47107.58
100	1107634.15
200	149310.04
300	361929.67
400	47107.58
500	981560.93
TOTAL	2694649.94

Ja coneixem, doncs, el cost de tota la maquinària de la planta. Per tant, podem realitzar el mètode de Vian i obtenir el valor del capital immobilitzat.

Taula 7.9. Mètode de Vian amb valors.

Paràmetre	Significat	Càlcul	Cost
I1	Maquinària i aparells	X	2694649.94
I2	Instal·lació	0.425X	1145226.224
I3	Canonades i vàlvules	0.6X	1616789.964
I4	Instrumentació	0.15X	404197.4909
I5	Aïllaments	0.05X	134732.497
I6	Instal·lació elèctrica	0.15X	404197.4909
I7	Terrenys i edificis	Terrenys: Valoració concreta	16822800
		Edificacions interiors: 0X	-
		Edificacions mixtes 0.12X	323357.9927
		Edificacions exteriors 0X	-
I8	Instal·lacions auxiliars	0.5X	1347324.97
Y	Capital físic o primari	$Y = \sum_{i=1}^8 I_i$	24893276.57
I9	Projecte i direcció d'obra i muntatge	0.25Y	6223319.142
Z	Capital directe o secundari	Z = Y+I9	31116595.71
I10	Contractista	0.05Z	1555829.786
I11	Despeses no previstes	0.15Z	4667489.357

Per al càlcul dels terrenys, s'ha tingut en compte la superfície de la parcel·la designada per la planta i el cost del m² mitjà a Sabadell. El valor en €/m² és molt variable segons si es tracta d'un

edifici, una casa, un solar, etc. S'ha determinat un preu mitjà basant-nos en els preus per solars, que és el què s'ajustaria més al nostre cas i poder construir la planta de zero.

Així doncs, s'ha obtingut el següent:

Preu per metre quadrat $\rightarrow 240 \text{ €/m}^2$

Parcel·la disponible $\rightarrow 70095 \text{ m}^2$

Preu total $\rightarrow 70095 \text{ m}^2 \cdot 240 \text{ €/m}^2 = 16822800 \text{ €}$

Finalment, amb la suma de "Z", "I10" e "I11" s'obindrà el valor total del capital immobilitzat. El valor és **37.339.915 €**.

7.3.2 Capital Circulant

Com ja s'ha comentat amb anterioritat, el capital circulant és el què es necessita per començar l'activitat de la planta, per fer-la funcionar.

Igual que pel capital immobilitzat, per exemple, existeixen diversos mètodes per al càlcul del paràmetre, des de mètodes precisos fins mètodes globals (amb un error major). En aquest cas, s'utilitzarà un mètode global per al càlcul del capital circulant, i consistirà en dir que representarà entre un 10 i un 30% del capital immobilitzat.

Per aquest cas, s'escull un 20% per al càlcul.

$$\text{Capital Circulant (C.C)} = 0.2 \cdot (\text{C.I}) = 0.2 \cdot 37.339.915 \text{ €} = \mathbf{7.467.983 \text{ €}}$$

Equació 7.2: equació pel càlcul del Capital Circulant.

7.3.3 Inversió inicial total

Anteriorment, a l'hora de desglossar la inversió inicial en diferents factors, s'han mencionat dos paràmetres com són les despeses prèvies i la posada en marxa. Tot i així, no s'han calculat perquè el valor que representen respecte el capital immobilitzat i el circulat és molt petit i, per tant, els negligirem.

El cost de la inversió total, finalment, ha resultat ser **44.807.898 €**.

7.4 ESTIMACIÓ DELS COSTOS DE PRODUCCIÓ

Els costos de producció es divideixen en dos paràmetres que són: els costos de fabricació (M) i els costos generals (G). Englobarien els serveis utilitzats i els bens necessaris per a produir (matèries primeres, mà d'obra...).

7.4.1 Costos de fabricació

A continuació veurem tots els factors que formen part dels costos de fabricació (M), així com el cost que representaran a la nostra planta.

- Matèries primeres: Bàsicament, ens referim a aquella quantitat de diners destinada a l'obtenció de matèries primeres per tal d'obtenir el producte d'interès. S'adjuntarà una taula on apareixeran els costos de cada compost i el preu total.

Taula 7.10. Costos matèries primeres.

*Important pel càlcul anuals reactius compte la a dir, a		€/tn	Tn/any	€/any	comentar que de les tones necessàries de s'ha tingut en recirculació. És Vinylwalk es
	HCl	56.54	10790.25*	610080.73	
	Acetilè	769.23	7674.93*	5903786.4	
	HgCl2	472766	1.442	681728.572	
	COST TOTAL ANUAL			7.195.596	

necessiten 41250 mols/h d'acetilè i 49500 mols/h de clorur d'hidrogen, sense tenir en compte la recirculació. Una vegada la planta estigui en funcionament i la recirculació del producte obtingut per caps de la 2a columna es realitzi correctament, caldrà tenir en compte que estan arribant 8396.16 mols/h de clorur d'hidrogen i 314.37 mols/h d'acetilè degut a aquesta recirculació. Per tant, els mols/h que caldrà comprar a l'empresa subministradora seran els 41250 mols/h d'acetilè i els 49500 mols/h de clorur d'hidrogen menys el que s'està obtenint de la recirculació.

- Mà d'obra directa: En quant a l'aspecte econòmic, es tindrà en compte el sou dels treballadors de la planta. La planta de producció de clorur de vinil romandrà activa 300 dies a l'any, per tant, si cada treballador realitza una jornada de 8 hores diàries, caldrà calcular els sous per 2400 hores de treball, que equivaldran a un any treballat.

Taula 7.11. Treballadors a la planta i sous.

CÀRREC	Nº TREBALLADORS	SOU BRUT ANUAL INDIVIDUAL (€/any)	COST ANUAL (€/any)
Operaris	30	20000	600000
Caps de planta	5	40000	200000
Manteniment	10	25000	250000
Seguretat/Medi ambient	5	30000	150000
Oficines	8	25000	200000
Laboratori	8	30000	240000
Directius	2	65000	130000
Logística	8	20000	160000
Comercials	5	30000	150000
Qualitat	5	30000	150000
COST TOTAL ANUAL			2230000

Com a valor final del cost de la mà d'obra directa ens quedarem amb els **2.230.000 €**.

- Patents: D'igual manera que amb el les despeses prèvies i la posada en marxa el cost és tan petit que es considerarà negligible de cara a realitzar l'avaluació econòmica del projecte.
- Mà d'obra indirecta: Es contemplen els costos de mà d'obra que no intervenen directament al procés. Normalment, s'estima com el 15-45% de la mà d'obra directa. Pel nostre cas, s'ha determinat com al 30% de la mà d'obra directa.

$$\text{Mà d'obra indirecta} = 0.3 \cdot 2230000 = \mathbf{669.000 \text{ €}}$$

- Serveis: Aquest cost engloba l'ús de tots els tipus de serveis utilitzats per tal que funciona la planta com cal.

Taula 7.12. Serveis de la planta i cost.

SERVEI	CONSUM ANUAL	PREU PER UNITAT (€/U)	COST (€)
Aigua de xarxa (m3)	300000	2.4	720000
Nitrogen líquid (m3/any)	50	6.225	311.25
Amoníac (m3/any)	259200	0.511	132451.2
Gas natural (m3/any)	392120	0.04	15684.8
Electricitat (KW·h)	5917008	0.15	887551.2
COST TOTAL			1.755.998

- Subministraments: En aquest apartat es tindria en compte tot el material que no serien matèries primeres ni serveis, per exemple lubricants, eines... Aproximadament, representarà un 1% del capital immobilitzat, per tant, el cost són **373.399 €**.
- Reparacions i manteniment: Com el seu nom indica, aquest paràmetre relaciona tot el manteniment que necessiti la planta. El valor del cost acostuma a representar entre un

5-7% del capital immobilitzat. Per aquest cas, s'ha calculat com al 5% del capital immobilitzat, sent el seu cost **1.866.996 €**.

- Laboratoris: El capital destinat a laboratoris serveix per garantir la qualitat dels productes fabricats. El seu valor oscil·la entre el 5-25% del cost de la mà d'obra i s'estimarà com al 15% d'aquesta, obtenint un cost de **334.500 €**.
- Expedició: Representa el cost del transport del producte al consumidor. S'estimarà com al 10% de la mà d'obra, obtenint un cost de **223.000 €**.
- Directrius i serveis tècnics: S'entén com el cost de la direcció del procés productiu. El valor depèn de la complexitat del procés. S'estimarà com al 20% de la mà d'obra, obtenint un cost de **446.000 €**.
- Amortització: És el cost associat a la pèrdua de valor de les instal·lacions. Per calcular aquest paràmetre es tindrà en compte la vida útil del projecte i el capital immobilitzat, però es calcularà més endavant per trobar el Net Cash Flow i no es tindrà en compte en aquest apartat.
- Lloguer: El cost del lloguer de terrenys o equips serà zero, ja que tot es compra.
- Impostos: Són aquells costos administratius que no s'atribueixen als beneficis (IBI, taxes de residus, taxes mediambientals...) i representen entre un 0.5-1% del capital immobilitzat. S'estimarà com el 0.8% d'aquest, obtenint un cost de **298.719 €**.
- Assegurances: Costos relacionats a les assegurances contractades contra incendis, per la salut dels treballadors... Es calcularà com al 1% del capital immobilitat, obtenint un cost de **373.399 €**.

Finalment, el cost que s'ha obtingut pels costos de fabricació, sumant tots aquests aspectes anteriors, puja fins a **15.766.607 €**.

7.4.2 Costos generals

Dins dels costos generals (G) també podem trobar diverses subdivisions, concretament 3, que seran els costos comercials, costos d'administració i costos d'investigació i serveis tècnics.

- Costos comercials: Són aquelles despeses que van dirigides al marketing de l'empresa, viatges, publicitat, tècniques de venda... Normalment, el seu cost oscil·la entre un 5-20% dels costos de fabricació. Per aquest projecte s'estimaran com al 10% d'aquest paràmetre, obtenint un cost de **1.576.661 €**.
- Costos d'administració: Correspon al cost del personal administratiu, comptables i altres tasques d'organització. S'estimarà com al 4% dels costos de fabricació, obtenint un cost de **630.664 €**.
- Investigació i serveis tècnics: Bàsicament, englobaria els costos en I+D així com a l'assessorament de clients sobre els productes. Es calcularà com el 5% dels costos de fabricació i el seu valor serà de **788.330 €**.

Finalment, el valor dels costos generals serà la suma d'aquests 3 paràmetres, obtenint un valor de **2.995.655 €**.

7.4.3 Costos totals de producció

Amb els costos de fabricació (M) i els costos generals (G) calculats, es mostrarà una taula a continuació per veure de manera resumida quins són els valors obtinguts i la suma d'aquests dos paràmetres.

Taula 7.13. Costos totals de producció.

Costos de producció	
Paràmetre	Cost (€)
Costos de fabricació (M)	15.766.607
Costos generals (G)	2.995.655
COST TOTAL	18.762.262

7.5 VENDES I RENDABILITAT DEL PROJECTE

7.5.1 Ingressos per vendes

Es calcularan els ingressos per vendes anuals, és a dir, la quantitat de diners obtinguda mitjançant la venda dels productes de la planta. A Vinylwalk l'únic producte que es vendrà serà el clorur de vinil, per tant, caldrà determinar quin és el preu de mercat d'aquest compost i la quantitat produïda anual per determinar el valor dels ingressos anuals per venda de producte.

Taula 7.14. Ingressos per vendes.

INGRESSOS PER VENDES				
Producte	Kg/h	Tones/any	Preu unitari (€/tn)	Vendes totals (€/any)
Clorur de Vinil	2508	18057.6	760	13.723.776 €

7.5.2 Càlcul del Net Cash Flow (NCF)

El NCF es defineix com tota aquella quantitat de capital, en efectiu, que entra o surt de l'empresa durant un període de temps. En aquest cas, es calcularan els NCF de la planta per cada any que aquesta estigui en actiu.

Una vegada obtingut aquest paràmetre, es podrà calcular el VAN (Valor Actual Net) i la TIR (Tassa Interna de Retorn) per poder determinar si el projecte és econòmicament rentable o no ho és.

A continuació, veurem un seguit de factors que serveixen per calcular el Net Cash Flow de cada any:

- Vida útil de la planta: Correspon a tot aquell temps en el què la planta està activa, és a dir, es produeix el producte d'interès. Per tant, no es té en compte tot aquell temps de construcció i implementació d'equips, serveis, i altres necessitats, si no s'està produint. En aquest projecte, la vida útil serà de 12 anys, i al final d'aquest període de temps es recuperarà el valor residual dels terrenys i el capital circulant.
- Construcció instal·lacions: Per poder començar a produir és necessari haver utilitzat el capital immobilitzat i el capital circulant en les necessitats de la planta explicades anteriorment. Es considerarà que seran necessaris 2 anys per tal d'aplicar aquests dos factors.
- Valor residual: Implica aquella quantitat de diners recuperable una vegada s'acaba la vida útil de la planta. A Vinylwalk es recuperaria el valor dels terrenys i el capital circulant.
- Amortització: Com s'ha comentat anteriorment, el capital immobilitzat es devalua. Per calcular el valor d'aquest paràmetre s'utilitzarà el mètode suma de dígit.

$$A_j = (I - VR) \cdot \frac{(t - (j - 1))}{Z} \quad \text{Equació 7.3: equació de l'amortització per suma de dígit.}$$

On:

- A_j : és l'amortització de l'any en qüestió
- I : és el capital Immobilitzat
- VR : és el valor residual
- t : és la vida útil de la planta
- j : és l'any d'estudi
- $Z = \frac{t \cdot (t + 1)}{2}$

- **Impostos:** Els impostos es pagaran anualment a any vençut i representaran un 35% de la base imposable que pertorqui.
- **Beneficis bruts:** Serà calculat com, el valor de les vendes (seran les mateixes per cada any) i se li restarà el valor de l'amortització i els costos de producció.

Amb els paràmetres que formaran part del càlcul del NCF definit, es procedirà a mostrar una taula on es situï el balanç econòmic de cada any.

Taula 7.15. Balanç econòmic de Vinylwalk.

	ANY														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C. Immobilitzat (M€)	-18.67	-18.67													
C.Circulant (M€)		-7.46													7.46
Valor Residual (M€)															16.82
Amortització (M€)			-2.59	-2.37	-2.16	-1.94	-1.73	-1.51	-1.29	-1.08	-0.86	-0.65	-0.43	-0.22	
Costos (M€)			-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	
Vendes (M€)			13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	
Benefici Brut (M€)			-7.63	-7.41	-7.2	-6.98	-6.77	-6.55	-6.33	-6.12	-5.9	-5.69	-5.47	-5.26	
Base Imposable (M€)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Impostos (M€)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NCF	-18.67	-26.13	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	-5.04	24.28

Una vegada aplicats els càlculs dels paràmetres explicats pel balanç econòmic es pot observar com, per qualsevol any de vida útil de la planta, el NCF és negatiu. Això vol dir que els costos representen una quantitat major que les vendes.

7.5.3 Càlcul del VAN i la TIR

El Valor Actual Net permet realitzar un càlcul que conté la suma dels valors actuals i els futurs ingressos i costos.

$$VAN = NCF_0 + \sum_{n=1}^{n=t} \frac{NCF_t}{(1+i)^t}$$

Equació 7.4: equació pel càlcul del VAN.

Veiem que el VAN, doncs, és un paràmetre que depèn de l'interès, els anys de vida útil de la planta i el NCF. Només amb la taula anterior ja es pot observar com el VAN mai serà positiu, és a dir, mai s'obtindrà un benefici i no serà rentable invertir en una planta amb aquestes condicions. Tot i així, veurem el valor del VAN per diferents tipus d'interès i servirà per explicar el següent paràmetre, la TIR.

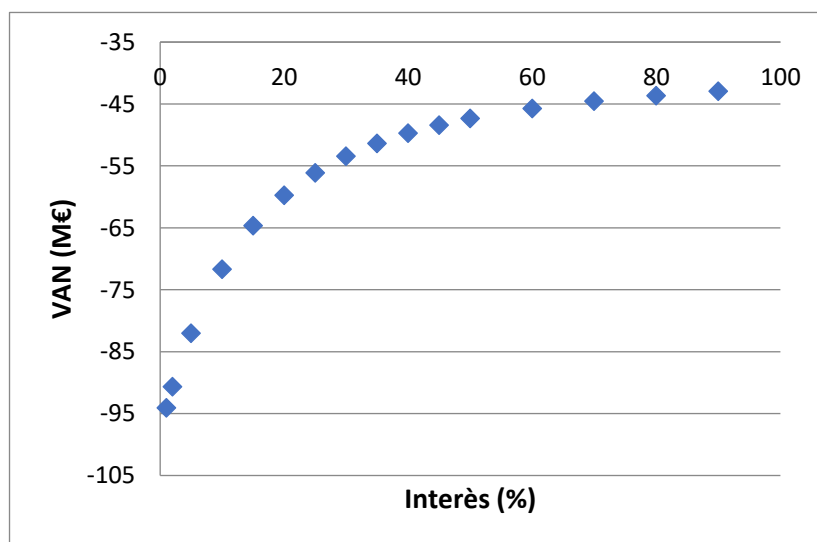


Figura 7.4. Valor Actual Net per diferents valors de l'interès (%).

Com s'observa en la *Figura 7.1* el projecte és inviable per a qualsevol valor de l'interès. El paràmetre que ens indica el valor de l'interès, a partir del qual, el projecte és viable és la Tassa

de Retorn Intrínseca (TIR). Per determinar aquest paràmetre només cal per quin valor de l'interès el VAN=0.

Per aquest projecte no s'obté cap valor que faci que VAN=0 perquè sigui quin sigui el valor de l'interès, el VAN sempre serà negatiu.

7.6 ESTUDI DE SENSIBILITAT

Com amb les condicions actuals el projecte no seria rentable, es provarà de variar un paràmetre, concretament el preu de venda del producte, per veure com afectaria en la viabilitat del projecte.

7.6.1 Variació del preu del producte

El preu del clorur de vinil s'ha estipulat en 750 €/tn i és l'únic producte que es vendrà a Vinylwalk. Què passaria si el preu augmentés en un 55%?

Els nous ingressos per vendes quedarien de la següent manera:

Taula 7.16. Ingressos per vendes.

INGRESSOS PER VENDES				
Producte	Kg/h	Tones/any	Preu unitari (€/tn)	Vendes totals (€/any)
Clorur de Vinil	2508	18057.6	1178	21.271.853 €

A continuació es procedirà a determinar el NCF fent el balanç econòmic. Els altres paràmetres (vida útil de la planta, amortització...) tindran el mateix valor que anteriorment i seran calculats de la mateixa manera.

Amb les noves vendes, es procedirà a mostrar una taula amb el nou balanç econòmic de cada any.

Taula 7.17. Balanç econòmic de Vinylwalk.

ANY															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C. Immobilitzat (M€)	-18.67	-18.67													
C.Circulant (M€)		-7.46													7.46
Valor Residual (M€)															16.82
Amortització (M€)			-2.59	-2.37	-2.16	-1.94	-1.73	-1.51	-1.29	-1.08	-0.86	-0.65	-0.43	-0.22	
Costos (M€)			-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	-18.76	
Vendes (M€)			21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	21.27	
Benefici Brut (M€)			-0.08	0.14	0.35	0.57	0.78	1	1.22	1.43	1.65	1.86	2.08	2.29	
Base Imposable (M€)			0	0.06	0.35	0.57	0.78	1	1.22	1.43	1.65	1.86	2.08	2.29	
Impostos (M€)				0	-0.021	-0.1225	-0.1995	-0.273	-0.35	-0.427	-0.5005	-0.5775	-0.651	-0.728	-0.8015
NCF	-18.67	-26.13	2.51	2.51	2.489	2.3875	2.3105	2.237	2.16	2.083	2.0095	1.9325	1.859	1.782	23.4785

S'observa com en aquest cas sí que s'obtenen NCF positius, però un cop més, caldrà calcular el VAN per comprovar la viabilitat econòmica de la planta per aquesta situació. El VAN es calcularà de la mateixa manera que abans i es proporcionarà un gràfic per veure el valor obtingut per diferents tipus d'interès.

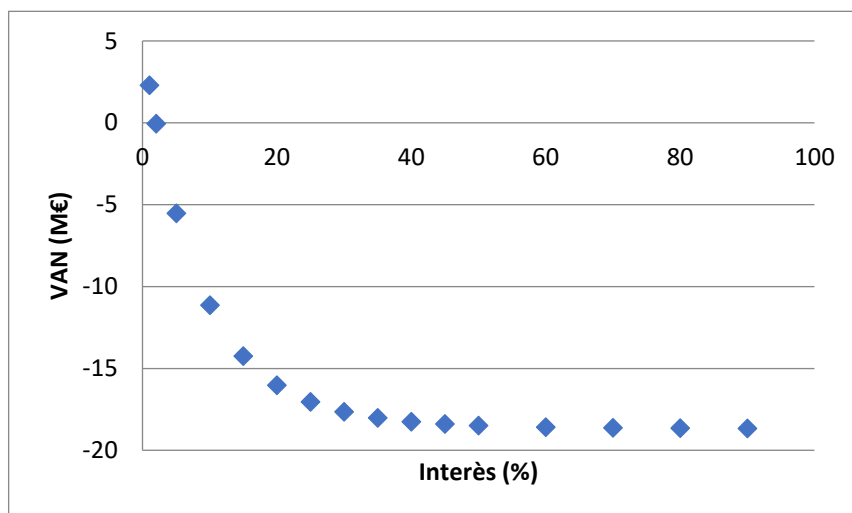


Figura 7.5. Valor Actual Net per diferents tipus d'interès (%).

En aquest cas, veiem que és totalment diferent a l'anterior. Ara sí que s'obté un VAN positiu per alguns valors de l'interès, això sí, per valors baixos i caldrà mirar amb més detall quins són els valors de l'interès que podria fer rentable la inversió. Si fem un zoom a la zona del gràfic on el VAN és zero, podrem determinar quin es el valor de la TIR i confirmar la viabilitat del projecte amb més seguretat.

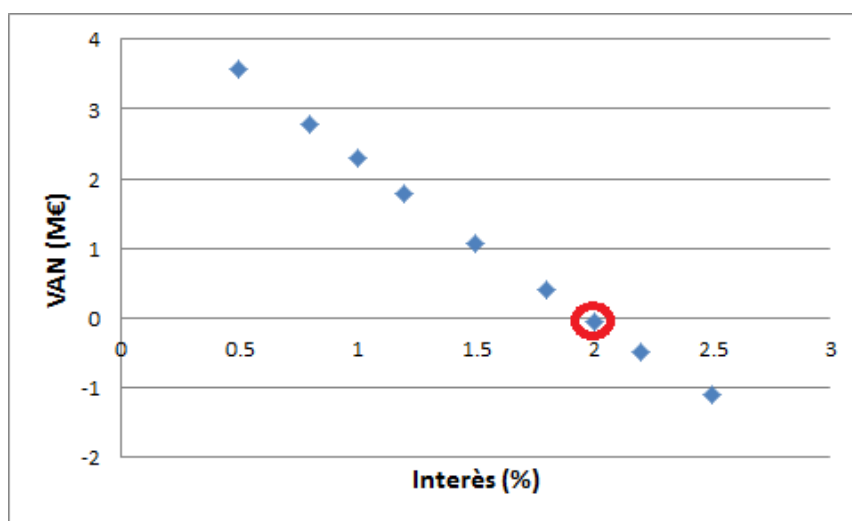


Figura 7.6. Valor Actual Net per diferents tipus d'interès (%), zoom de la Figura 7.2.

Ara es pot veure amb més claredat que el valor de l'interès que fa el VAN=0 es troba al 2%, aproximadament. Aquest valor és el màxim d'interès que es pot tenir per tal de no tenir pèrdues i recuperar la inversió, és a dir, per interessos més baixos al 2% s'obtindrien beneficis sota aquestes condicions, en canvi, per interessos majors al 2% no seria viable realitzar la inversió perquè tindríem pèrdues.

Aleshores, comparat amb el cas de la realitat, si el preu de venda del producte augmentés un 55% resultaria una grandíssima millora. Tot i així, és un cas molt improbable que s'ha realitzat amb l'objectiu de veure un valor amb el que es pogués calcular la TIR. A més a més, un 2% és un valor massa baix i no seria recomanable invertir en aquest projecte.

7.7 CONCLUSIONS

Tornant al cas principal de la planta de producció de clorur de vinil, tal i com s'ha vist, el projecte no és rentable perquè, en les condicions actuals, s'obtenen pèrdues cada any, el preu que suposa produir el producte d'interès, així com les necessitats per realitzar dita operació suposa un cost major al què s'obté venent el producte.

Quines són les possibilitats, doncs, que podrien fer viable aquest projecte?

Amb l'estudi de sensibilitat del preu del clorur de vinil s'observa que amb un augment del 35% del preu del producte, hi ha indicis de què la planta podria ser viable si es realitzés alguna millora més. Per tant, un factor important que caldria tenir en compte és l'evolució en el mercat de clorur de vinil.

Un altre factor a tenir en compte és el subproducte, el dicloroetà. Existeix la opció de poder tractar el subproducte i separar la mescla per vendre-la. Podria ser interessant tenint en compte que com a subproducte s'obté: clorur de vinil, 1,2-dicloroetà, i 1-bromobutà com a inert. Així sí, el cabal de subproducte obtingut és força petit, per tant, només seria un extra d'entrada de capital si el procés realitzat per la separació no suposa un gran cost.

Per últim, una altra factor important és el cost de producció, el preu de l'acetilè és molt elevat i minimitza el benefici degut a la gran quantitat que es necessita. Una disminució en el preu de l'acetilè al mercat o una nova manera de sintetitzar el clorur de vinil amb compostos més assequibles, ajudaria al procés de producció de clorur de vinil a ser viable econòmicament.

7.8 BIBLIOGRAFIA

[1] Zion Market Research. Pàgina dedicada a la realització d'informes del mercat, tan actuals com prediccions futures.

(Consultada el 5 de juny de 2018)

<https://www.zionmarketresearch.com/news/global-pvc-market>

[2] Mètode de Vian - Vian A. "El pronóstico económico en química industrial", Eudema, Madrid, 1991.

(Consulta el 5 de juny de 2018)

[3] Preus equips – Ray Sinnot & Gavin Towler. "Chemical engineering Design. Principles, Practice and Economics of Plant Process Design".

(Consulta el 5 i 6 de juny de 2018)

[4] Preus equips – Fragment del llibre de Stanley M. Walas "Chemical Process Equipment: Selection and Design".

(Consulta el 5 i 6 de juny de 2018)

[5] Preu €/m² dels terrenys a Sabadell

(Consultada 6 de juny de 2018)

<https://www.habitaclia.com/>

[6] Preus reactius i productes

(Consultades el 7 de juny de 2018)

<https://www.icis.com/>

<https://www.chemorbis.com/en/>

[7] Salaris – BOE (Boletín Oficial del Estado)

www.boe.es

(consultada el 7 de juny de 2018)

[8] Gas Natural i electricitat – subministrament de l'empresa Gas Natura Fenosa.

(consultada el 7 de juny de 2018)

<https://www.gasnaturalfenosa.es/empresas>