



PROJECTE ATENEA

Planta de producció d'etilbenzè

TREBALL DE FI DE GRAU
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA

Tutor: Marc Peris Miras

CIURÓ CASAS, Marcel
PÉREZ GIRALT, Ainhoa
RODRÍGUEZ BIFET, Dídac

ROMÁN PANIELLO, Marina
CARRERA LAUREANO, Patricia Natali
MARTINEZ RODRIGUEZ, Gerard Francesc





PROJECTE ATENEA

Planta de producció d'etilbenzè

CAPÍTOL 7: AVALUACIÓ ECONÒMICA

Tutor: Marc Peris Miras

CIURÓ CASAS, Marcel
PÉREZ GIRALT, Ainhoa
RODRÍGUEZ BIFET, Dídac

ROMÁN PANIELLO, Marina
CARRERA LAUREANO, Patricia Natali
MARTINEZ RODRIGUEZ, Gerard Francesc



Índex

7.1. Introducció	1
7.2. Estudi del mercat	1
7.2.1. Mercat de l'etilbenzè	1
7.2.2. Preu de l'etilbenzè.....	3
7.2.3. Preu dels subproductes	4
7.2.4. Mercat de les matèries primeres.....	4
7.2.4.1. Benzè.....	4
7.2.4.2. Etilè	5
7.2.4.3. Zeolites	7
7.3. Anàlisi DAFO	8
7.4. Valorització econòmica de la planta	8
7.4.1. Actualització de costos.....	9
7.4.1.1. Canvi EUR/USD	9
7.4.1. Capital immobilitzat.....	10
7.4.1.1. Cost del Terreny	11
7.4.1.2. Maquinària i Aparells.....	11
7.4.1.3. Càlcul de partides del mètode VIAN.....	20
7.4.2. Capital Circulant	23
7.4.3. Posada en marxa	24
7.5. Estimació dels costos de producció.....	24
7.5.1. Costos de fabricació (M).....	25
7.5.2. Costos Generals (G).....	32
7.5.2. Costos totals de la planta.....	33
7.6. Ingressos per vendes	33
7.6.1. Estudi de viabilitat de la venda d'età i metà	34
7.6.2. Ingressos totals.....	35
7.7. Rendibilitat de la planta	36
7.7.1. Amortització	36
7.7.2. Fluxos de caixa (NCF)	36
7.7.3. Valor actual net (VAN)	40
7.7.4. Tassa interna de retorn (TIR)	41
7.7.4. Temps de retorn (Pay-Back)	41
7.7.4. Contextualització dels resultats.....	42
7.8. Anàlisi de sensibilitat	43

<i>7.8.1. Variació de la vida útil del projecte.....</i>	<i>43</i>
<i>7.8.2. Variació del cost de les matèries primeres.....</i>	<i>44</i>
<i>7.8.3. Variació del preu de venda dels productes.....</i>	<i>45</i>
<i>7.8.4. Variació del capital immobilitzat.....</i>	<i>45</i>
<i>7.8.5. Variació de la taxa impositiva d'impostos</i>	<i>46</i>
7.9. Conclusions.....	47
7.10. Bibliografia.....	48

PROJECTE ATENEA

CAPÍTOL 7: AVALUACIÓ ECONÒMICA

7.1. Introducció

Per finalitzar el projecte, ProQject ha realitzat una avaluació econòmica del Projecte Atenea amb la qual es podrà veure si s'obtenen beneficis a curt i llarg termini i si la planta és rendible en el context actual. Els càlculs es fan a partir de certes estimacions, que poden variar en funció del mètode utilitzat i que tenen cert marge d'error.

Primerament, s'ha realitzat un estudi de mercat respecte al producte final i matèries primeres utilitzades per tal de valorar i analitzar l'entorn al qual s'exposarà el projecte.

Seguidament, s'ha realitzat una estimació de les diferents partides de costos del projecte, com ara el cost dels equips i construccions, de manera que es permet estimar la rendibilitat del d'aquest.

Finalment, es realitza un estudi de sensibilitat per analitzar el comportament econòmic de la planta davant de situacions adverses com una pujada del cost de les matèries primeres o disminucions en el preu dels productes, així com altres paràmetres de rellevància.

7.2. Estudi del mercat

7.2.1. Mercat de l'etilbenzè

En aquest apart es vol recopilar informació sobre el mercat de l'etilbenzè, i així mateix fer un anàlisi de la competència tan regional com a escala global.

El mercat de l'etilbenzè està segmentat per aplicació (estirè, gasolina, dietilbenzè, gas natural, pintura i asfalt i nafta), indústria d'usuaris finals (embalatge, electrònica, construcció, agricultura, automoció i altres indústries d'usuari final) i geografia (Àsia-Pacífic, Amèrica del Nord, Europa, Amèrica del Sud i Orient Mitjà i Àfrica)^[1]. La Figura 7.1 mostra el volum de producció que es destina a les diferents aplicacions esmentades.

Ethylbenzene Market, Volume Share (%), by Application, Global, 2020



Source: Mordor Intelligence



Figura 7.1.- Volum d'etilbenzè segons la seva aplicació.

Es preveu que el mercat de l'etilbenzè registri un CAGR (Taxa de creixement anual composta) és superior al 4%^[1].

A causa de la COVID-19 al 2020, el mercat es va veure afectat negativament. No obstant això, es va recuperar significativament durant el període 2021-22 i tant les activitats de construcció com de fabricació d'automòbils, han restablert la demanda de polímers a base d'etilbenzè i altres productes, inclosos dissolvents i reactius per a pintures.

La pandèmia va causar una acceleració en la necessitat d'etilbenzè a causa del creixent augment del consum del plàstic, com per exemple la demana d'envasos de les indústries d'alimentació i comerç electrònic.

Tanmateix, les conseqüències entre Rússia i Ucraïna van donar lloc a nous bloquejos per els fabricants d'etilbenzè. Amb les estrictes sancions a Rússia i l'augment dels preus de combustible com el cru de petroli, la producció d'estirè es va tornar molt difícil, dificultant la demanda d'etilbenzè, degut a que s'utilitza com a matèria prima per a produir monòmer d'estirè.

La producció d'estirè tindrà una influència positiva en el mercat d'etilbenzè, tal com mostra la Figura 7.2 amb la quantitat d'exportació d'estirè per país.

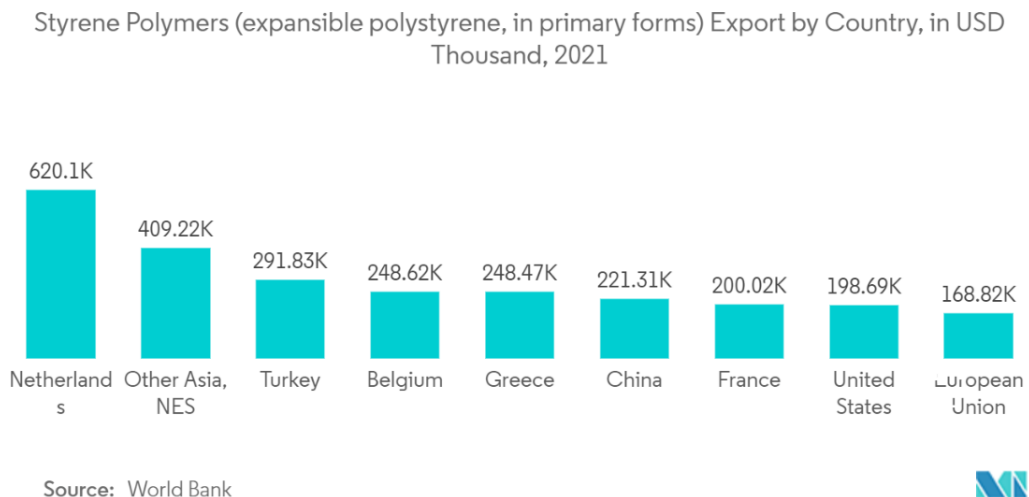


Figura 7.2.- Exportació d'estirè per país.

La demanda d'estirè creix contínuament a causa de l'augment de la demanda de pneumàtics de cautxú, d'entre els principals proveïdors destaquen els xinesos. Es preveu que augmenti encara més els anys següents. Per tant, s'espera que afecti significativament el mercat de l'etilbenzè en els propers anys.

La regió Àsia-Pacífic ha dominat la quota de mercat global amb el creixement de les indústries de la construcció i l'embalatge, i l'augment de les aplicacions com a dissolvents i reactius en pintures i recobriments, tints, perfums, tintes i cautxú sintètic a països com la Xina, l'Índia i el Japó, l'ús d'etilbenzè ha anat augmentant a la regió^[1]. Tanmateix això es pot comprovar a través de la Figura 7.3.

Ethylbenzene Market - Growth Rate by Region, 2022-2027

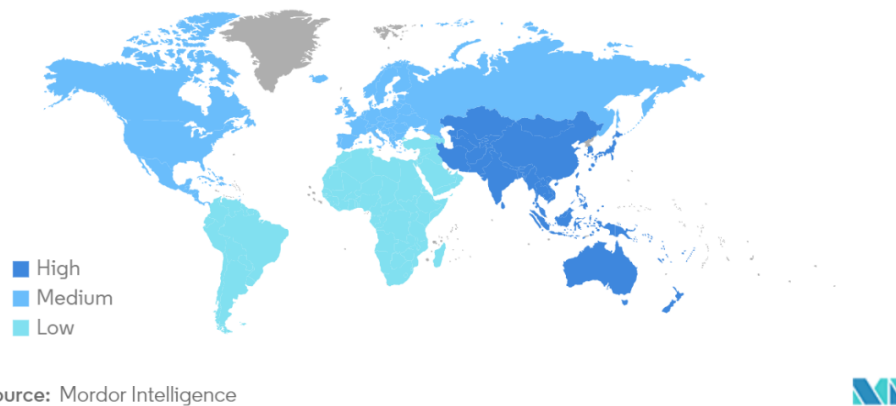


Figura 7.3.- Creixement del mercat de l'etilbenzè.

A l'àrea APAC (Àsia-Pacífic) el mercat d'etilbenzè, al segon trimestre de 2022, va caure a causa de la disminució dels preus mundials i casos COVID. Més tard, a mesura que es van afluir les limitacions del bloqueig, la demanda del mercat xinès va augmentar, cosa que va provocar un augment dels preus del producte. El preu de l'etilbenzè va augmentar a causa d'un augment de les despeses de transport i les taxes d'exportació de l'Índia^[2].

En el cas del mercat alemany d'etilbenzè, els preus van augmentar a conseqüència del dèficit d'oferta. La UE va imposar sancions a les importacions de petroli rus com a conseqüència de la crisi entre Rússia i Ucraïna.

A la regió d'Amèrica del Nord les tendències del preu són creixents a causa de la limitada disponibilitat de cru. Com a conseqüència el preu d'etilbenzè augmenta juntament amb el del cru.

7.2.2. Preu de l'etilbenzè

Per tal de poder realitzar una correcta estimació dels ingressos de l'empresa per la venda de l'etilbenzè, s'ha realitzat un estudi de preus a nivell mundial. D'aquesta manera s'obté un preu mitjà que permetrà a ProQject realitzar el corresponent anàlisi de rendibilitat.

A continuació, a la Taula 7.1, es mostren els diferents preus d'aquest producte així com el preu mitjà amb el qual es realitzarà l'estudi econòmic de la planta.

Taula 7.1.- Estudi del preu de l'etilbenzè ^[3].

Regió geogràfica	Preu [\$/MT]	Preu mitjà [\$/MT]	Preu mitjà [€/Tn]
Àsia / Índia	\$ 1.466,00	\$ 1.360,40	1.302,82 €
Europa	\$ 1.150,00		
Estats Units	\$ 1.448,00		
Amèrica Llatina	\$ 1.377,60		

7.2.3. Preu dels subproductes

A la planta de producció de ProQject es generen diversos subproductes, pels quals s'ha considerat la venda de gran part d'aquests. Principalment són combustibles com l'età i el metà, però també una certa quantitat de toluè. Aquests productes s'obtenen del pretractament de les matèries primeres utilitzades en el procés.

A continuació, a la Taula 7.2 es mostra el preu dels diferents subproductes amb els quals es realitzarà l'avaluació de la seva venda.

Taula 7.2: Estudi de preus dels subproductes.

Producte	Preu [\$/MT]	Preu [€/Tn]
Metà ^[4]	\$ 107,96	103,39 €
Età ^[5]	\$ 66,99	64,15 €
Toluè ^[6]	\$ 1.007,02	964,39 €

7.2.4. Mercat de les matèries primeres

7.2.4.1. Benzè

El mercat del benzè és un sector clau de la indústria química. El benzè és una substància química utilitzada àmpliament com a intermediari en la producció de diverses substàncies com ara plàstics, resines i fibres sintètiques. En els últims anys, s'ha observat un creixement sostingut en la demanda de benzè a nivell mundial.

Les previsions per al mercat del benzè són esperançadores. Es preveu un augment continu en la demanda, principalment impulsat per l'augment de la producció de plàstics i productes relacionats. A més, l'expansió de la indústria automobilística i electrònica també contribuirà a l'increment de la demanda d'aquest producte.

A continuació, a la Figura 7.4 es mostra un petit anàlisi de mercat i les previsions de creixement per els pròxims anys.

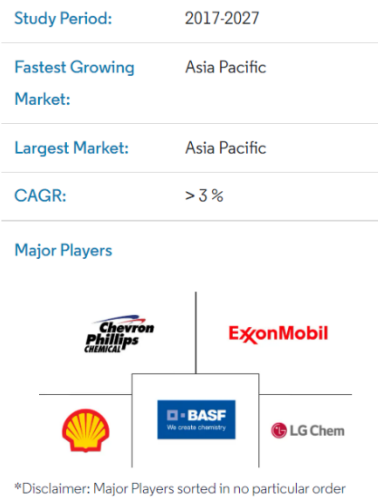


Figura 7.4.- Previsions de l'evolució del mercat del benzè [7].

Un cop analitzat el mercat d'aquest reactiu, s'ha calculat un preu mitjà a partir de valors de diferents mercats a nivell mundial. A la Taula 7.3 es mostra l'estudi del preu i el preu mitjà amb el que es realitzarà l'estudi de viabilitat de la planta. Tots els càlculs realitzats al llarg de l'avaluació econòmica del projecte es poden consultar al Capítol 11 del Manual de Càlculs.

Taula 7.3.- Estudi del preu del benzè [3].

Regió geogràfica	Preu [\$/MT]	Preu mitjà [\$/MT]	Preu mitjà [€/Tn]
Estats Units	\$ 1.124,00	\$ 991,58	949,60 €
Europa	\$ 966,00		
Xina	\$ 949,50		
Corea del sud	\$ 926,80		

7.2.4.2. Etilè

El mercat de l'etilè és un dels segments més importants de la indústria petroquímica. L'etilè és un gas incolor i inflamable que es fa servir àmpliament com a matèria primera en la producció de plàstics, com ara el polietilè. Aquest sector ha experimentat un creixement constant en els darrers anys.

Les previsions per al mercat de l'etilè són optimistes. Es preveu que la demanda continuï augmentant, principalment gràcies a l'increment de la producció de plàstics a nivell mundial. S'estima que sectors com l'envasament, l'automoció i l'electrònica continuaran impulsant la demanda d'etilè en els propers anys, tot i que s'haurà d'estar alerta davant l'aparició de normatives mediambientals i noves regulacions que afectin a la producció de certs productes a partir d'etilè.

A la Figura 7.5 es mostren les previsions de creixement pel mercat de l'etilè arreu del món.

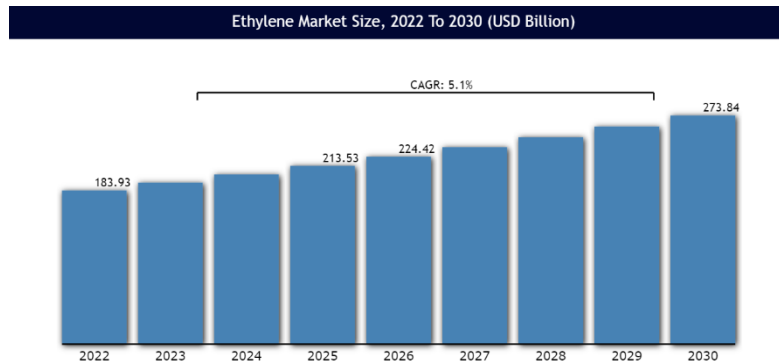


Figura 7.5.- Creixement del mercat de l'etilè [8].

Per una correcta estimació del preu de l'etilè, s'ha tingut en compte que aquest arriba a la planta diluït, amb una gran composició d'età i metà. És per això que s'ha decidit estimar un preu de compra d'aquest reactiu a partir dels preus dels components presents i les seves composicions.

Primer de tot s'ha realitzat un estudi del preu de l'etilè. A la Taula 7.4 es mostra el preu en diferents regions geogràfiques, i la mitjana corresponent a partir de la qual es realitzaran els càlculs.

Taula 7.4.- Estudi del preu del etilè [3].

Regió geogràfica	Preu [\$/MT]	Preu mitjà [\$/MT]	Preu mitjà [€/Tn]
Àsia (Nord-est)	\$ 984,50	\$ 983,38	941,75 €
Àsia (Sud-est)	\$ 969,50		
Europa	\$ 947,50		
Corea del sud	\$ 994,00		
Estats Units	\$ 1.021,40		

Seguidament, es procedeix a calcular l'estimació del cost que suposaria aquesta matèria primera per l'empresa. A la Taula 7.5 es mostra el preu dels diferents components d'aquest corrent que arriba a la planta. A partir de les seves composicions i preus individuals s'ha estimat el cost per l'empresa, i a partir d'aquest valor es realitzarà l'avaluació econòmica de la planta.

Taula 7.5.- Estimació del preu de l'etilè diluït.

Producte	COMPOSICIÓ [%]	Preu [€/Tn]	Preu Etilè Diluït [€/Tn]
Etilè	50%	941,75 €	490,97 €
Età	30%	64,15 €	
Metà	20%	103,39 €	

7.2.4.3. Zeolites

El mercat de les zeolites és un sector en creixement dins de la indústria dels materials i la química. Les zeolites són minerals microporosos amb una estructura cristal·lina que tenen diverses aplicacions en àmbits com ara la catàlisi, l'adsorció i l'intercanvi i filtració d'ions. En els últims anys, s'ha observat un augment significatiu de la demanda de zeolites a escala mundial.

Les previsions per al mercat de les zeolites són prometedores. Es preveu que la demanda continuï augmentant; impulsada per diverses indústries com ara la indústria petroquímica, l'energia, la construcció i l'agricultura. Les zeolites són utilitzades en processos de refinament de petroli, tractament d'aigües residuals, aïllament tèrmic, descontaminació de sòls, entre altres aplicacions.

A la Figura 7.6 es mostra un petit estudi sobre el mercat de les zeolites i les previsions per els pròxims anys.



Study Period: 2017-2027

Fastest Growing: Asia Pacific

Market:

Largest Market: Asia Pacific

CAGR: > 2.5 %

Major Players



*Disclaimer: Major Players sorted in no particular order

Figura 7.6.- Anàlisi del mercat de les Zeolites [9].

Pel que fa el cost de les zeolites, s'ha escollit com a valor de referència per realitzar l'estudi econòmic, el preu actual al continent europeu. Així doncs, a la Taula 7.6 es mostra el preu escollit per aquest compost.

Taula 7.6.- Preu de les Zeolites^[10].

Regió geogràfica	Preu mitjà [€/Tn]
Europa	529,59 €

7.3. Anàlisi DAFO

L'anàlisi DAFO és una eina per determinar el grau d'eficiència del projecte i planejar accions que ajuden al principi de millora continua. Aquesta eina es basa en l'estudi de les seves característiques externes, oportunitats i amenaces; així com les característiques internes, fortaleces i debilitats.

A continuació, a la Taula 7.7, es mostra el anàlisi de l'empresa amb l'objectiu portar una avaluació econòmica y que sigui viable.

Taula 7.7.- Anàlisi DAFO.

Intern			
P o s i t i u	FORTALESES	DEBILITATS	N e g a t i u
	<ul style="list-style-type: none"> Puresa alta del producte. Empresa estructurada i gran capacitat de producció. Flexibilitat per adaptar-se a les necessitats del mercat. 	<ul style="list-style-type: none"> Recursos per expandir-se. Empresa nova, poca experiència en el mercat. Canvis en les tendències del mercat. 	
	OPORTUNITATS	AMENACES	
	<ul style="list-style-type: none"> Creixement del preu del producte. Demanda del producte en augment, per la producció de plàstic i altres productes. 	<ul style="list-style-type: none"> Augment del cost de reactius Mesures de seguretat Competència, reducció de preu. Canvis en les regulacions governamentals. 	
Extern			

7.4. Valorització econòmica de la planta

Per realitzar un projecte d'aquestes característiques, és necessària una gran inversió inicial. Per realitzar una estimació d'aquesta, s'estima el cost referent al capital immobilitzat, al circulant, i els possibles costs de la posada en marxa.

- **Capital immobilitzat:** el capital immobilitzat és aquell necessari per l'adquisició dels béns necessaris per la producció. Aquest capital inicial es divideix en totes aquelles

partides imprescindibles pel funcionament de la planta com ara el terreny, maquinària, equips, instal·lacions etc. Es tracta d'una inversió elevada que s'haurà d'amortitzar durant la vida útil de la planta i de la qual només s'obtindrà un cert valor residual.

- **Capital circulant:** el capital circulant es la quantitat monetària en líquidesa que es necessita pel funcionament de la planta. Aquest va destinat a costos habituals de l'empresa, com ara compra de matèries primeres, pagament de salaris etc. És un capital que es recupera en cas de tancament de l'empresa.
- **Posada en marxa:** en la realització de la posada en marxa es preveu cert consum extra de matèries primeres així com d'altres recursos. Per això, és necessari estimar el cost d'aquesta.

7.4.1. Actualització de costs

A partir dels diferents mètodes utilitzats per el càlcul del cost dels diferents equips, s'obté el valor en relació a l'any d'actualització del mètode, per la qual cosa existeix la necessitat d'actualitzar aquest valor a la data de realització del projecte degut als efectes de la inflació.

Per realitzar aquesta actualització, s'utilitza l'índex CEPCI, que està compost per un seguit de subíndexs característics de la indústria química, tenint en compte els efectes de la inflació sobre els costs dels equipaments, construccions, materials etc.

A continuació, a la Taula 7.8 s'observa el valor del índex per a diversos anys, fins el valor més actualitzat que presenta l'empresa emissora.

Taula 7.8 .- Valors de l'índex CEPCI en funció de l'any^[12].

Índex CEPCI	
2002	395,6
2006	509,7
2022	806,3

A l'Equació 7.1 es mostra com es realitza aquesta actualització a data de 2022 respecte un valor de l'any 2002.

$$C = X \$_{2002} \cdot \frac{806,3 \$_{2022}}{395,6 \$_{2002}} \quad \text{Equació 7.1}$$

7.4.1.1. Canvi EUR/USD

Degut a que a partir de les correlacions i mètodes utilitzats s'obté el resultat en dòlars americans, és necessari realitzar el canvi a euros per un correcte estudi econòmic. S'ha utilitzat la mitjana del valor de canvi EUR/USD de l'últim any, que s'observa a la Figura 7.7, i és de:

$$1 \text{ EUR (€)} = 1,0442 \text{ USD ($) }^{[11]}$$

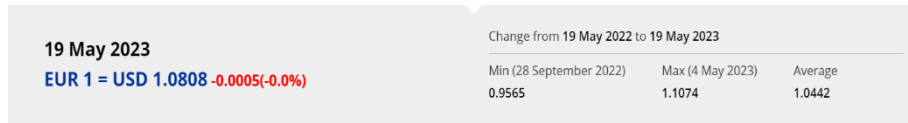


Figura 7.7. Canvi de moneda EUR/US.

7.4.1. Capital immobilitzat

Per estimar el cost del capital immobilitzat es poden fer servir diferents mètodes, ProQject ha decidit utilitzar el del factor múltiple o mètode de VIAN. Aquest és un dels més fiables, tot i que estima el cost de la inversió amb un error entre un 10-20%.

A continuació, a la Taula 7.9 es mostren els diferents paràmetres del mètode de VIAN. A partir d'aquests es pot estimar el cost de cadascuna de les partides necessàries per a la construcció de la planta. Es calcula cada una d'aquestes per separat, començant pel càlcul més detallat dels equips i aparells.

Taula 7.8: Paràmetres i descripció del mètode VIAN

Paràmetre	Descripció	Equació
I1	Maquinària i aparells	X
I2	Instal·lació	35-50% de X
I3	Canonades i Vàlvules	60% de X (fluids)
I4	Instrumentació	5-30% de I1
I5	Aïllaments	3-10% de I1
I6	Instal·lació elèctrica	10-20% de I1
I7	Terrenys i edificis	Terreny (Valoració concreta)
		Edificacions interiors 20-30% de I1
		Edificacions mixtes 12-15% de I1
		Edificacions exteriors 5% de I1
I8	Instal·lacions auxiliars	25-70% de I1
Y	Capital físic o primari	Sumatori de I1-I8
I9	Honoraris de projecte i direcció de muntatge	20-30% de Y
Z	Capital directe o secundari	Y + I9
I10	Contractista	4-10% de Z

I11	Despenses imprevistes	10-30% de Z
-----	-----------------------	-------------

7.4.1.1. Cost del Terreny

Per tal de realitzar una aproximació del cost del terreny, s'ha fet un estudi a partir de terrenys semblants a la zona propera al polígon químic de Tarragona, on es situaria la planta de ProQject. A la Taula 7.10 s'observen alguns valors del preu de venda de terrenys segons la seva superfície. Per aconseguir una bona estimació s'ha avaluat alguns terrenys de mida superior i inferior al de la planta, que és de **53.235 m²**. S'ha obtingut un valor mitjà de preu de venda de **232'25 €/m²**, i a partir d'aquest, s'ha realitzat el càlcul del potencial cost d'obtenció del terreny per la construcció de la planta.

Taula 7.9.- Estudi del preu de mercat de parcel·les industrials a Tarragona.

Àrea de la parcel·la [m ²]	Cost [€ / m ²]
102129	153,00 €
115487	126,00 €
24971	325,00 €
9312	325,00 €
MITJANA	232,25 €

A partir de l'estimació del preu per terrenys semblants a la zona en la qual es vol dur a terme el projecte, s'ha procedit a calcular el possible cost del terreny segons les especificacions desitjades. A la Taula 7.11 es mostra l'estimació del cost del terreny de la planta de ProQject obtingut.

Taula 7.10.- Estimació del cost del terreny.

Àrea del Terreny [m ²]	Cost [€ / m ²]	Cost total
53235	232,25 €	12.363.829 €

7.4.1.2. Maquinària i Aparells

Per tal de realitzar una correcta estimació del cost dels equips de la planta de producció de ProQject, s'ha utilitzat certs mètodes teòrics definits per la indústria química.

S'ha fet ús de dues estimacions per a dur a terme els càlculs. Aquests es corresponen amb el mètode algorítmic de J.R.Couper^[13] i el mètode de Sinnott & Towler^[14].

- **Mètode algorítmic:** el mètode algorítmic de J.R.Couper està format d'equacions algorítmiques específiques per les diferents categories d'equips més comuns a la indústria química. Es basa en certs paràmetres d'operació, materials de construcció etc. i d'aquesta manera ens permet obtenir una aproximació força correcte del cost dels diferents equips.

En el disseny de la planta de ProjQect, s'ha utilitzat el mètode algorítmic per l'aproximació de costos de certs equips. Aquest mètode realitza les aproximacions a partir de valors de l'any 2002, i s'obté el resultat en dòlars americans.

- **Mètode de *Sinnot & Towler*:** el mètode de *Sinnot & Towler*, permet estimar el cost de diferents equips utilitzats a la indústria química a partir de certes constants tabulades i paràmetres d'operació. El càlcul a partir d'aquest mètode es realitza amb l'Equació 7.2. Aquest mètode realitza el càlcul dels costos a partir de valors de l'any 2006, i s'obté el resultat en dòlars americans.

$$C = a + b \cdot S^n \quad \text{Equació 7.2}$$

On:

C: Cost de l'equip [\$]

a, b, n: Paràmetres tabulats

S: Paràmetre característic de l'equip

A continuació, es calcula el cost de cadascun dels equips de la planta sobre certs paràmetres d'operació i construcció. Tots els càlculs referents als diferents equips es troben detallats al Capítol 11 del Manual de Càlculs, tal i com ja s'ha esmentat.

- **Tanc d'emmagatzematge**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total de 16 tancs d'emmagatzematge, repartits entre reactius, producte acabat i nitrogen per a les inertitzacions. A la Taula 7.12 es troba detallat el cost de cada un dels equips segons el seu volum i material de construcció. Aquest es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.11.- Estimació del cost dels tancs d'emmagatzematge.

Equip	Fm	Volum [m3]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
T-901	2,7	959,9	\$ 215.450	\$ 439.123	420.535 €
T-902	2,7	959,9	\$ 215.450	\$ 439.123	420.535 €
T-903	2,7	959,9	\$ 215.450	\$ 439.123	420.535 €
T-904	2,7	959,9	\$ 215.450	\$ 439.123	420.535 €
T-905	2,4	43,1	\$ 59.313	\$ 120.889	115.772 €
T-906	2,4	418,6	\$ 128.497	\$ 261.898	250.812 €
T-907	2,4	418,6	\$ 128.497	\$ 261.898	250.812 €
T-908	2,4	909,7	\$ 186.275	\$ 379.661	363.590 €
T-909	2,4	909,7	\$ 186.275	\$ 379.661	363.590 €
T-910	2,4	2000	\$ 287.143	\$ 585.246	560.473 €
T-1701	2,7	960,8	\$ 215.554	\$ 439.337	420.740 €
T-1702	2,7	960,8	\$ 215.554	\$ 439.337	420.740 €
T-1703	2,7	960,8	\$ 215.554	\$ 439.337	420.740 €
T-1704	2,7	960,8	\$ 215.554	\$ 439.337	420.740 €
T-1705	2,7	960,8	\$ 215.554	\$ 439.337	420.740 €
T-1706	2,7	960,8	\$ 215.554	\$ 439.337	420.740 €
COST TOTAL	-	-	-	-	6.111.632 €

- **Tancs de mescla**

Pel que fa als tancs de mescla, a la planta de producció de ProQject es disposa de 3 tancs de mescla. A continuació, a la Taula 7.13. es troba l'estimació del cost d'aquests a partir del volum i material de construcció. Aquest es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.12.- Estimació del cost dels tancs de mescla.

Equip	Fm	Volum [m3]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
TA-1501	2,7	105,61	\$ 85.575	\$ 174.415	167.033 €
TA-1502	2,7	13,645	\$ 53.952	\$ 109.964	105.309 €
TA-1503	2,7	83,635	\$ 79.648	\$ 162.336	155.464 €
COST TOTAL	-	-	-	-	427.806 €

- **Tanc pulmó**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un tanc pulmó per estabilitzar la pressió i crear un *stock* de 3 dies de l'etilè diluït que arriba per canonada. A la Taula 7.14 es troba detallat el cost d'aquest equips segons el seu volum i material de construcció. Aquest es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.13.- Estimació del cost del tanc pulmó d'etilè.

Equip	Fm	Volum [m3]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
TP-1401	2,4	6026	\$ 578.504	\$ 1.179.090	1.129.180 €
COST TOTAL	-	-	-	-	1.129.180 €

- **Intercanviadors de calor**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total de 10 intercanviadors de calor repartits en les diferents àrees de producció. A la Taula 7.15 es troba detallat el cost de cada un dels equips segons l'àrea de bescanvi de l'equip. Aquest es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.14.- Estimació del cost dels intercanviadors de calor.

Equip	Àrea [m ²]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
B-1401	97,09	\$ 51.181	\$ 104.316	99.901 €
B-1402	9,152	\$ 9.754	\$ 19.881	19.039 €
B-1501	43,92	\$ 27.126	\$ 55.287	52.947 €
B-1502	22,83	\$ 17.057	\$ 34.764	33.293 €
B-1503	25,95	\$ 18.600	\$ 37.909	36.305 €
B-1504	37,93	\$ 24.333	\$ 49.595	47.496 €
B-1505	16,23	\$ 13.678	\$ 27.879	26.699 €
B-1506	59,45	\$ 34.241	\$ 69.788	66.834 €
B-1601	17,86	\$ 10.704	\$ 21.817	20.893 €
B-1602	8,48	\$ 6.905	\$ 14.073	13.477 €
COST TOTAL	-	-	-	416.883 €

- **Reactors**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total de 4 reactors: 3 en el procés d'alquilació i 1 per la trans-alquilació. Per el càlcul, s'ha utilitzat el mètode de *Sinnot & Towler*. A la Taula 7.16 es troba detallat el cost de cada un dels equips segons el pes de la carcassa. Aquest es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.15.- Estimació del cost dels reactors.

Equip	Pes de la carcassa [kg]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
R-1501	8888	\$ 169.523	\$ 268.539	257.172 €
R-1502	8888	\$ 169.523	\$ 268.539	257.172 €
R-1503	8888	\$ 169.523	\$ 268.539	257.172 €
R-1504	12672	\$ 223.895	\$ 354.668	339.656 €
COST TOTAL	-	-	-	1.111.171 €

- **Columnes de destil·lació**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total de 6 columnes de destil·lació convencionals, i una de destil·lació flash. En aquest cas, el cost s'ha calculat en dues parts, el recipient a pressió, i el cost dels plats. Per el càlcul, s'ha utilitzat el mètode de *Sinnot & Towler*.

A la Taula 7.17 es troba detallat el cost de cada un dels equips. Aquest es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.16.- Estimació del cost de les columnes de destil·lació.

Equip	Recipient a pressió	Plats	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
D-1401	\$ 52.194	\$ 38.898	\$ 91.091	\$ 144.098	137.999 €
D-1402	\$ 83.821	\$ 13.476	\$ 97.298	\$ 153.916	147.401 €
D-1403	\$ 319.001	\$ 56.934	\$ 375.936	\$ 594.697	569.524 €
D-1601	\$ 570.303	\$ 407.892	\$ 978.195	\$ 547.418	1.481.917 €
D-1602	\$ 131.688	\$ 80.660	\$ 212.348	\$ 335.916	321.697 €
D-1603	\$ 79.550	\$ 32.924	\$ 112.474	\$ 177.924	170.393 €
DF-1601	\$ 15.868	-	\$ 15.868	\$ 25.101	24.039 €
COST TOTAL	-	-	-	-	2.852.970 €

- **Expander**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un *expander* per disminuir la pressió d'arribada de l'etilè. Per el càlcul de l'estimació del seu cost, s'ha utilitzat el mètode algorítmic de *Couper*. A la Taula 7.18 es troba detallat el cost de l'equip. Aquest es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.17.- Estimació del cost del Expander.

Equip	Potència [Kw]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
EX-1401A	381,80	\$ 151.714	\$ 309.219	296.131 €
EX-1401B	382,80	\$ 151.996	\$ 309.794	296.681 €
COST TOTAL	-	-	-	592.812 €

- **Bombes**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total de 37 bombes centrífugues. Per tal d'estimar el cost d'aquestes, s'ha utilitzat el mètode de *Sinnot & Towler*. A la Taula 7.19 es troba detallat el cost de cada un dels equips segons el cabal de treball. Aquest cost es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.18.- Estimació del cost de les bombes.

Equip	Cabal [m³/h]	Cost total (2006) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
P-701	40	\$ 8.699	\$ 13.761	13.179 €
P-702	40	\$ 8.699	\$ 13.761	13.179 €
P-703	40	\$ 8.699	\$ 13.761	13.179 €
P-704	40	\$ 8.699	\$ 13.761	13.179 €
P-705	40	\$ 8.699	\$ 13.761	13.179 €
P-706	40	\$ 8.699	\$ 13.761	13.179 €
P-707	40	\$ 8.699	\$ 13.761	13.179 €
P-801	26	\$ 8.121	\$ 12.846	12.303 €
P-802	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-803	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-804	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-805	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-806	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-807	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-808	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-809	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-810	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-811	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-901A	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-901B	36	\$ 8.536	\$ 13.504	12.932 €
P-1301	40	\$ 8.536	\$ 13.761	13.179 €
P-1302	85	\$ 10.445	\$ 16.524	15.824 €
P-1401A	38,37	\$ 8.633	\$ 13.657	13.078 €
P-1401B	38,37	\$ 8.633	\$ 13.657	13.078 €
P-1402A	32,88	\$ 8.408	\$ 13.301	12.738 €
P-1402B	32,88	\$ 8.408	\$ 13.301	12.738 €
P-1403A	0,42	\$ 6.930	\$ 10.962	10.498 €
P-1403B	0,42	\$ 6.930	\$ 10.962	10.498 €
P-1404A	10,66	\$ 7.447	\$ 11.781	11.282 €
P-1404B	10,66	\$ 7.447	\$ 11.781	11.282 €
P-1405A	23,32	\$ 8.007	\$ 12.666	12.130 €
P-1405B	23,32	\$ 8.007	\$ 12.666	12.130 €
P-1501A	167,27	\$ 13.420	\$ 21.230	20.331 €
P-1501B	167,27	\$ 13.420	\$ 21.230	20.331 €
P-1601A	85,1	\$ 10.449	\$ 16.530	15.830 €
P-1601B	85,1	\$ 10.449	\$ 16.530	15.830 €
P-1602A	1,32	\$ 6.984	\$ 11.047	10.580 €
P-1602B	1,32	\$ 6.984	\$ 11.047	10.580 €
P-1603A	16,69	\$ 7.719	\$ 12.211	11.694 €
P-1603B	16,69	\$ 7.719	\$ 12.211	11.694 €
P-1603A	52,1	\$ 9.182	\$ 14.525	13.911 €
P-1603B	52,1	\$ 9.182	\$ 14.525	13.911 €
P-1603A	10,6	\$ 7.444	\$ 11.776	11.278 €
P-1603B	10,6	\$ 7.444	\$ 11.776	11.278 €
COST TOTAL	-	-	-	575.443 €

- **Compressors**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total de 2 compressors de vapor. Per tal d'estimar el cost d'aquests, s'ha utilitzat el mètode algorítmic de *Couper*. A la Taula 7.20 es troba detallat el cost de cada un dels equips segons la potència. Aquest cost es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.19.- Estimació del cost dels compressors de vapor.

Equip	Potència (Kw)	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
K-1301A	7,5	\$ 33.035	\$ 67.330	64.480 €
K-1301B	7,5	\$ 33.035	\$ 67.330	64.480 €
COST TOTAL	-	-	-	128.961 €

- **Equips auxiliars**

ProQject disposa de certs equips auxiliars encarregats de subministrar certs components o serveis al procés. A continuació s'estima el cost de cada un d'ells.

→ **Torres de refrigeració**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total de 2 torres de refrigeració. Pel càlcul de l'estimació del seu cost s'ha utilitzat el mètode algorítmic de *Couper*. A la Taula 7.21 es troba detallat el cost de cada un dels equips segons el cabal a refrigerar. Aquest cost es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.20.- Estimació del cost de les torres de refrigeració.

Equip	Q [m3/h]	f	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
TR-1301	13,62	2,00	\$ 8.705	\$ 17.742	16.991 €
TR-1302	13,62	2,00	\$ 8.705	\$ 17.742	16.991 €
COST TOTAL	-	-	-	-	33.983 €

→ **Caldera de vapor**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un total d'una caldera de vapor. Pel càlcul de l'estimació del seu cost s'ha utilitzat el mètode algorítmic de *Couper*. A la Taula 7.22 es troba detallat el cost de l'equip a partir del cabal de vapor que necessita proporcionar a la planta. Aquest cost es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.21.- Estimació del cost de la caldera.

Equip	Q [m3/h]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
C-1301	13000	\$ 132.686	\$ 270.437	258.990 €

→ **Cooler**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un cooler. Pel càlcul de l'estimació del seu cost s'ha utilitzat el mètode algorítmic de *Couper*. A la Taula 7.23 es troba detallat el cost de l'equip a partir del cabal de calor que necessita proporcionar a la planta. Aquest cost es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.22: Estimació del cost del Cooler

Equip	Cabal de calor [KJ/h]	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
CO-1601	4,32E+06	\$ 35.498	\$ 72.352	69.289 €

→ **Grup electrogen**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un grup electrogen. A la Taula 7.24 es troba detallat el cost de l'equip. Aquest cost es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.23.- Estimació del cost del grup electrogen.

Equip	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
GE-1301	\$ 12.435	\$ 25.345	24.272 €

→ **Descalcificador d'aigua**

A la planta de producció de ProQject es disposa d'un descalcificador d'aigua per tractar l'aigua de xarxa, que és molt dura. A la Taula 7.25 es troba detallat el cost de l'equip. Aquest cost es troba actualitzat al 2022.

Taula 7.24.- Estimació del cost del descalcificador d'aigua.

Equip	Cost total (2002) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [\$]	Cost Actualitzat (2022) [€]
DA-1301	\$ 6.701	\$ 13.657	13.079 €

- **Cost total dels equips**

A continuació, a la Taula 7.26 es mostra el resum dels costos totals per cada tipus d'equip.

Taula 7.25.- Cost total de la partida de maquinària i equips.

Equips	Cost Actualitzat (2022) [€]
Tancs d'emmagatzematge	6.111.632 €
Tancs de mescla	427.806 €
Tanc pulmó	1.129.180 €
Reactors	1.111.171 €
Columnes de destil·lació	2.852.970 €
Intercanviadors de calor	437.710 €
Bombes	574.443 €
Compressors	128.961 €
Equips auxiliars	695.743 €
COST TOTAL	12.952.887 €

7.4.1.3. Càlcul de partides del mètode VIAN

A partir del càlcul de les partides de valoració concreta, com són la maquinària i equips i el cost del terreny, es poden calcular les altres partides del mètode VIAN. A continuació es descriu cada una d'aquestes, i s'exposa els criteris de decisió a la hora d'estimar el seu cost. A la Taula 7.27 es troba el cost de cada una de les partides.

- **Instal·lació**

Pel que fa el cost de la instal·lació de la partida de maquinària i equips, es pot calcular entre un 35-50% del cost d'aquesta partida. En aquest cas, ProQject ha estimat aquest cost com un 50% ja que es considera que es disposa d'equips molt grans i amb gran quantitat d'aïllaments i connexions, per la qual cosa aquesta per aquesta operació es pot necessitar gran quantitat de recursos.

- **Canonades i vàlvules**

En el cas de la partida de canonades i vàlvules, si es transporten fluids, com és el cas de pràcticament tota la planta, s'estima com un 60% de la partida de maquinària i aparells. Per tant, com que no es considera que la planta requereixi de canonades o vàlvules especials, s'ha calculat aquest cost com el 60% del cost dels equips.

- **Instrumentació**

Pel que fa la instrumentació de la planta, es requereixen equips senzills ja, que es treballa amb productes coneguts i condicions d'operació senzilles. L'estimació d'aquesta partida es pot calcular entre un 5-30% del cost dels equips. En aquest cas s'ha escollit un 20% per a aquest càlcul.

- **Aïllaments**

En el cas dels aïllaments, es pot estimar aquest cost entre un 3-10% del cost dels equips. En aquest cas es considera que la planta té unes necessitats d'aïllaments molt grans per la qual cosa s'ha escollit el valor més elevat, sent un 10% del cost total dels equips. Es considerarà fer un estudi per avaluar si aquest cost hauria de ser més elevat.

- **Instal·lació elèctrica**

Pel que fa la instal·lació elèctrica, es pot estimar entre un 10-20% de la partida d'equips. En aquest cas s'ha escollit un 15% ja que no es considera que la instal·lació elèctrica del projecte sigui extremadament complicada.

- **Terrenys i edificis**

Pel que fa el cost del terreny, s'ha calculat anteriorment. En el cas d'edificacions interiors, es pot estimar el cost entre 20-30% del cost dels equips. En aquest cas es considera una necessitat baixa d'edificacions interiors, per la qual cosa s'ha escollit un 20% per a aquesta estimació.

En el cas de les edificacions mixtes, es pot estimar entre un 12-15% i també s'ha escollit el valor més baix, del 12%. Per últim, pel que fa les edificacions exteriors, s'estima com un 5% del cost dels equips.

- **Instal·lacions auxiliars**

En el cas de les instal·lacions auxiliars sí que es considera que per la construcció de la planta seran necessàries un gran número d'aquestes. Es poden estimar entre un 25-70% del cost dels equips, i en aquest projecte s'ha escollit un 50% per a aquesta estimació.

- **Honoraris de projecte i direcció de muntatge**

Els costos referents als honoraris per a la realització del projecte i direcció de construcció, es poden estimar entre un 20-30% de la suma de totes les partides anteriors. En aquest cas s'ha calcular com un 25% ja que es considera que es un projecte extens i que la seva construcció pot necessitar un temps força elevat.

- **Contractista**

Els costos referits als contractistes es poden estimar entre un 4-10% de la suma de totes les partides anteriors. ProQject ha considerat estimar aquest cost com un 4%.

- **Despeses imprevistes**

Per evitar imprevistos, es considera la realització d'una partida de despeses imprevistes. Aquesta es pot estimar entre un 10-30% del sumatori I1-I9, i en aquest cas s'ha considerat un 20% ja que es preveu la possible aparició de costos imprevistos.

A continuació, a la Taula 7.27 es mostra el resum de les partides del mètode de VIAN, amb els seus corresponents costos. Es mostra també el capital immobilitzat necessari total per la realització d'aquest projecte.

Taula 7.26.- Càlcul de les diferents partides del mètode VIAN.

Paràmetre	Descripció	Equació	Cost
I1	Maquinària i aparells	X	12.952.887 €
I2	Instal·lació	35-50% de I1	6.476.444 €
I3	Cannonades i Vàlvules	60% de I1 (fluids)	7.771.732 €
I4	Instrumentació	5-30% de I1	2.590.577 €
I5	Aïllaments	3-10% de I1	1.295.289 €
I6	Instal·lació elèctrica	10-20% de I1	1.942.933 €
I7	Terrenys i edificis	Terreny (Valoració concreta)	12.363.829 €
		Edificacions interiors 20-30% de I1	2.590.577 €
		Edificacions mixtes 12-15% de I1	1.554.346 €
		Edificacions exteriors 5% de I1	647.644 €
I8	Instal·lacions auxiliars	25-70% de I1	6.476.444 €
Y	Capital físic o primari	Sumatori de I1-I8	56.662.703 €
I9	Honoraris de projecte i direcció de montatge	20-30% de Y	14.165.676 €
Z	Capital directe o secundari	Y + I9	70.828.378 €
I10	Contractista	4-10% de Z	2.833.135 €
I11	Gastos imprevistos	10-30% de Z	14.165.676 €
CAPITAL IMMOBILITZAT TOTAL	-	-	87.827.189 €

7.4.2. Capital Circulant

Per estimar el cost del capital circulant del Projecte Atenea, s'ha decidit utilitzar un mètode de càlcul global que estima el cost d'aquest capital entre un 10-30% del capital immobilitzat del

projecte. S'escull un valor mitjà del 20% ja que es considera que els temps de *stock* a la planta són reduïts, i per tant no es disposarà en excés de matèries primeres o productes emmagatzemats pendents de cobrament, o amb els corresponents pagaments ja realitzats.

A la Taula 7.28 s'observa el cost d'aquest capital circulant en relació al immobilitzat.

Taula 7.27.- Estimació dle capital circulant a partir del immobilitzat.

Concepte	Cost [€]
Capital immobilitzat	87.827.189 €
Capital circulant	17.565.438 €

7.4.3. Posada en marxa

El cost de la posada en marxa és molt reduït en comparació a altres partides com el capital immobilitzat o el circulant. Tot i així, s'ha tingut en compte per realitzar una correcta estimació del cost del projecte. En aquest cas, ProQject ha estimat els costos de la posada en marxa com un 5% del capital immobilitzat. D'aquesta manera es tenen en compte certs costos referents a la posada en marxa, com ara el consum addicional de matèries primeres, el personal addicional o possibles problemes al arrancar certs equips.

A continuació, a la Taula 7.29 s'observa el cost referent a la posada en marxa en relació al capital immobilitzat. També s'obté el valor total de la inversió inicial.

Taula 7.28.- Valor total de la inversió inicial.

Concepte	Cost [€]
Capital immobilitzat	87.827.189 €
Capital circulant	17.565.438 €
Posada en marxa	4.391.359 €
INVERSIÓ INICIAL TOTAL	109.783.987 €

7.5. Estimació dels costos de producció

A continuació es calculen els diferents costos associats a la producció i al funcionament de la planta. Per realitzar una bona estimació d'aquests, es classifiquen els costos en dos grans grups:

- **Costos de fabricació (M)**
- **Costos generals (G)**

En cada grup es calcula per separat el cost de les diferents partides com es mostra a continuació.

7.5.1. Costos de fabricació (M)

Els costos associats a la fabricació es divideixen en les partides que s'observen a la Taula 7.30. Cada una té un mètode específic de càlcul, en algunes es calcula específicament, i en altres s'estima en relació a una altra partida.

Taula 7.29.- Cost de les diferents partides de fabricació.

Partida	Descripció	Equació
M1	Matèries primeres	Valoració concreta
M2	Ma d'obra directe	Valoració concreta
M3	Patents	Valoració concreta
M4	Ma d'obra indirecte	12-45% de M2
M5	Serveis generals	Valoració concreta
M6	Subministres	0,2-1,5% de I
M7	Manteniment	2-10% de I
M8	Laboratori	5-25% de M2
M9	Envasat	Valoració concreta
M10	Expedició	Valoració concreta
M11	Directius i Servei tècnic	10-40% de M2
M12	Amortització	Diferents mètodes en relació a I
M13	Lloguers	Valoració concreta
M14	Impostos de la fàbrica	Segons normativa en relació a I
M15	Assegurances	Segons cobertura en relació a I

- **Matèries primeres (M1)**

A continuació es calcula el cost referent a l'obtenció de les matèries primeres necessàries per el correcte funcionament de la planta.

A la Taula 7.31 s'observa el cost en relació a cadascuna de les matèries. En el cas del benzè, el cost correspon al benzè pur, mentre que per l'etilè s'ha realitzat un càlcul per aproximar el possible cost ja que aquest arriba diluït en proporció de 50% etilè 30% età i 20 metà. Aquest càlcul es torba detallat al manual de càlculs. Per últim pel que fa el catalitzador, s'ha suposat una necessitat de canvi o regeneració d'aquest d'una vegada a l'any, amb el corresponent cost que es mostra a continuació.

Taula 7.30.- Cosum i cost de les matèries primeres.

Matèries Primeres	Consum [Tn / any]	Preu mitjà [€ / Tn]	Cost anual [€ / any]
Benzè	287427	951,16 €	273.388.555 €
Etilè Dil·luit	202910	470,19 €	95.406.087 €
Catalitzador	21,70	529,59 €	11.159 €
COST TOTAL	-	-	368.805.801 €

- **Mà d'obra directa (M2)**

Els costos de mà d'obra directa fan referència a les necessitats de treballadors que té la planta de ProQject. S'ha tingut en compte una necessitat de 4 torns ja que es treballa en continu 350 dies/any. A la Taula 7.32 es troba el recompte de treballadors segons la seva funció i departament. Per al càlcul del cost per l'empresa de cadascun d'ells, s'ha tingut en compte una contribució a la seguretat social del 36%.

Taula 7.31.- Cost anual de treballadors segons departament i funció.

Departament ^[16]	Funció	Personal	Sou anual brut [€/any] ^[17]	Seguretat social [€/any] ^[15]	Cost total anual [€/any] ^[15]
Direcció	Director / President	1	62.481 €	22.493 €	84.975 €
Enginyeria	Cap de departament	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Tècnics	5	34.656 €	12.476 €	235.663 €
I & D	Cap de departament	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Tècnics	5	34.656 €	12.476 €	235.663 €
Producció	Cap de producció	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Operaris	36	26.461 €	9.526 €	1.295.531 €
Manteniment	Cap de Manteniment	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Operaris	20	26.461 €	9.526 €	719.739 €
Qualitat	Cap de departament	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Personal de laboratori	6	26.461 €	9.526 €	215.922 €
Seguretat i medi ambient	Cap de departament	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Operaris	2	26.461 €	9.526 €	71.974 €
Recursos Humans	Cap de departament	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Personal del departament	4	26.952 €	9.703 €	146.619 €
Administració	Cap de departament	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Personal del departament	4	26.952 €	9.703 €	146.619 €
Finances	Cap de departament	1	43.737 €	15.745 €	59.482 €
	Personal / Comercials	14	26.952 €	9.703 €	513.166 €
Aplicació		4	26.461 €	9.526 €	143.948 €
COST TOTAL	-	-	-	-	4.345.158 €

- **Patents (M3)**

Pel que fa el cost referit a les patents, ja que es tracta d'un procés força antic es considera que les patents ja no tenen validesa, per la qual cosa en aquest cas no suposaria un cost la utilització d'aquest procés com a mètode d'operació. Per tant es considera nul aquest cost per ProQject.

- **Mà d'obra indirecta (M4)**

Els costos de mà d'obra indirecta, fan referència a aquells que no intervenen de manera directa i constant a la planta. Pot tractar-se de personal de neteja, construcció etc. Es pot estimar entre un 12-45% del cost de mà d'obra directe. En el cas de la planta de ProQject s'ha estimat com un 20% del cost de mà d'obra directe. A la Taula 7.33 es mostra el cost que suposa aquesta partida.

Taula 7.32.- Estimació del cost de mà d'obra indirecta en relació a la directa.

	Cost anual [€ / any]
Cost mà d'obra directa	4.345.158 €
Cost mà d'obra indirecta	869.032 €

- **Serveis generals (M5)**

Els costos de serveis generals es calculen a partir de les necessitats que té la planta d'electricitat, aigua de xarxa i nitrogen. A partir del preu de mercat d'aquests es realitza una estimació del cost anual d'aquests. A continuació, a la Taula 7.34 es mostra el cost total d'aquests serveis.

Taula 7.33.- Cost dels serveis generals de la planta.

Servei	Preu	Unitats	Necessitats	Unitats	Cost anual [€ / any]
Electricitat ^[18]	0,13	[€ / kWh]	8287192	[kw / any]	1.077.335 €
Aigua de xarxa ^[19]	1,91	[€ / m ³]	16044	[m ³ /any]	30.644 €
Nitrogen ^[20]	47,37	[€ / m ³]	20533	[m ³ /any]	972.648 €
COST TOTAL	-	-	-	-	2.080.627 €

- **Subministres (M6)**

Pel que fa als subministres, fan referència a aquelles necessitats de caràcter regular de la planta. No es consideren matèries primeres, però si que són necessàries pel correcte funcionament de la planta. Es poden estimar entre un 0,2-1,5% del capital immobilitzat. En el cas de l'estimació

de ProQject, es considera com el 1,5%, ja que es té en compte que existeixen certes necessitats que no s'han tingut en compte o no s'ha profunditzat en elles durant el projecte.

A la Taula 7.35 es mostra el cost d'aquesta partida en relació al capital immobilitzat.

Taula 7.34.- Estimació del cost referent a subministres.

	Cost anual [€ / any]
Capital immobilitzat	87.827.189 €
Subministres	878.272 €

- **Manteniment (M7)**

Els costos de manteniment són tots aquells que són referents a les necessitats de reparació o canvi d'algun element de la planta degut al desgast amb el temps. Es poden estimar entre un 5-7% del capital immobilitzat. Des de ProQject, s'estima aquest cost com un 6% del capital immobilitzat de la planta.

A la Taula 7.36 es mostra el cost de la partida de manteniment en relació al capital immobilitzat.

Taula 7.35.- Estimació del cost de manteniment.

	Cost anual [€ / any]
Capital immobilitzat	87.827.189 €
Manteniment	4.391.359 €

- **Laboratori (M8)**

El laboratori de la planta és essencial per dur a terme els controls de qualitat pertinents de la planta, a part de realitzar estudis per millorar el procés així com controls de matèries primeres.

El cost referit al funcionament del laboratori es pot estimar entre un 5-35% del cost de mà d'obra directe. En aquest cas s'estima com un 12%.

A la Taula 7.37 es mostra el cost anual del laboratori en relació al capital immobilitzat.

Taula 7.36.- Estimació del cost referent al laboratori.

	Cost anual [€ / any]
Mà d'obra directa	4.345.158 €
Laboratori	521.419 €

- **Envasat (M9)**

Pel que fa l'envasat del producte, en aquest cas el cost d'aquesta operació es considera nul. Ja que el producte en qüestió s'expedeix en camions cisterna. En el següent apartat es tenen en compte aquests costos referents al transport.

- **Expedició (M10)**

La partida d'expedició del producte fa referència als costos de transport d'aquest, tenint en compte que es realitza en camions cisterna i el volum de producte anual, es considera una estimació del 5% dels ingressos de la venda dels diferents productes.

A la Taula 7.38 es mostra el cost anual del transport i expedicions en relació al valor de les vendes anuals.

Taula 7.37.- Cost anual d'expedició i transport dels productes.

	Cost anual [€ / any]
Vendes anuals	506.467.871 €
Expedició/transport	25.323.394 €

- **Direcció i servei tècnic (M11)**

Pel que fa els costos de la direcció de la planta, i dels possibles tècnics de procés; ja s'han tingut en compte a la partida de mà d'obra directa, per la qual cosa no es tenen en compte ja que s'estaria sobredimensionant els costos.

- **Amortització (M12)**

En aquest projecte, ProQject planteja un període d'amortització de 15 anys. Aquesta amortització es realitzarà pel mètode lineal a partir del capital immobilitzat, i el cost corresponent es calcularà amb l'anàlisi de NCF de la planta.

Per dur a terme el càlcul es té en compte un valor residual al final d'aquest període del 15% del capital immobilitzat. El càlcul es realitza segons l'Equació 7.3.

$$\text{Amortització} = \frac{\text{Capital Immobilitzat} - \text{Valor Residual}}{\text{Temps d'amortització}} \quad \text{Equació 7.3}$$

- **Lloguers (M13)**

En la planta de producció de ProQject, no s'ha tingut en compte l'obtenció de cap element a partir de lloguer, per tant en aquest cas es considera nul el cost d'aquesta partida.

- **Impostos de la fàbrica (M14)**

Aquesta partida fa referència als possibles impostos locals o mediambientals que pot haver d'assumir la planta. S'estima entre un 0,5-1% del capital immobilitzat, i en aquest cas s'ha tingut en compte una estimació del 1% d'aquest, ja que al tractar-se d'una indústria química aquests impostos poden ser elevats.

A la Taula 7.39 es mostra el cost anual d'impostos de la planta en relació al capital immobilitzat.

Taula 7.38.- Estimació del cost referent a impostos de la planta.

	Cost anual [€ / any]
Capital immobilitzat	87.827.189 €
Impostos	878.272 €

- **Assegurances (M15)**

Aquest terme fa referència a les assegurances obligatòries i voluntàries contra accidents, incendis etc. Al tractar-se d'una indústria potencialment perillosa s'estima aquest cost com un 1% del capital immobilitzat.

A la Taula 7.40 es mostra el cost anual de les assegurances de la planta en relació al capital immobilitzat.

Taula 7.39.- Estimació del cost d'assegurances.

	Cost anual [€ / any]
Capital immobilitzat	87.827.189 €
Assegurances	878.272 €

A continuació, a la Taula 7.41 es mostra el cost total de fabricació, calculat a partir de la suma de les anteriors partides.

Taula 7.40.- Cost total de fabricació.

	Cost anual [€ / any]
Cost de fabricació total (M)	405.010.482 €

7.5.2. Costos Generals (G)

Els costos generals estan associats a les funcions d'administració i vendes. Es divideixen en tres principals blocs:

- **Costos comercials**
- **Costos d'administració**
- **Costos d'investigació**

El cost de cada partida es calcula en relació als costos totals de fabricació.

- **Costos comercials (G1)**

Els costos comercials, són aquells associats a les gestions referents al producte i imatge de l'empresa. Aquest cost es pot estimar entre un 5-20% dels costos totals de fabricació. ProQject ha decidit estimar aquest cost en un 15% tenint en compte l'esforç que vol dedicar l'empresa en la promoció de la bona imatge nacional i internacional.

En la Taula 7.42 es mostra el cost anual d'aquest cost de la planta en relació als costos totals de fabricació.

- **Costos d'administració (G2)**

Els costos d'administració són aquells referents a la direcció i gestió de l'empresa, així com tràmits i gestions legals. Aquest cost es pot estimar entre un 3-6% dels costos totals de fabricació. ProQject ha estimat aquest cost en un 5%.

En la Taula 7.42 es mostra el cost anual d'aquest cost de la planta en relació als costos totals de fabricació.

- **Costos d'investigació (G3)**

Pel que fa els costos d'investigació, són aquells referents a la secció I&D de l'empresa. Aquest cost es pot estimar entre un 0,5-3% dels costos totals de fabricació. ProQject ha estimat aquest cost en un 1,5% ja que es considera que aquest sector de l'empresa no suposarà un excessiu cost referent a tasques de innovació i desenvolupament.

En la Taula 7.42 es mostra el cost anual d'aquest cost de la planta en relació als costos totals de fabricació.

Taula 7.41.- Resum del costs anuals de la planta.

	Cost anual [€ / any]
COSTS DE FABRICACIÓ (M)	405.010.482 €
COSTS COMERCIALS (G1)	60.751.572 €
COSTS D'ADMINISTRACIÓ (G2)	20.250.524 €
COSTS D'INVESTIGACIÓ (G3)	6.075.157 €
COSTS GENERALS TOTALS (G)	87.077.254 €

7.5.2. Costs totals de la planta

A continuació, en la Taula 7.43 es mostra la suma dels costos anuals totals de la planta, tant de fabricació com de gestió, administració i desenvolupament.

A partir d'aquests costos i de l'estudi d'ingressos s'avaluarà la viabilitat del projecte Atenea.

Taula 7.42.- Costs totals de la planta.

	Cost anual [€ / any]
COSTS DE FABRICACIÓ (M)	405.010.482 €
COSTS GENERALS (G)	87.077.254 €
COST TOTAL	492.087.735 €

7.6. Ingressos per vendes

Pel que fa les vendes de l'empresa, es componen primerament pel producte principal: l'etilbenzè; però també s'obtenen uns certs ingressos a partir de la venda del metà i età sobrant de la planta, que s'han separat en el pretractament de l'etilè, així com el toluè que s'obté del pretractament del benzè.

Per cadascun dels productes s'ha realitzat un estudi de mercat per tal d'obtenir una correcta estimació del preu de venda.

7.6.1. Estudi de viabilitat de la venda d'età i metà

Degut a les necessitat energètiques de la planta, en el cas del metà i l'età s'ha realitzat un estudi per tal d'avaluar quin dels dos combustibles seria més viable utilitzar a la planta. Per la resta d'aquests es considera la venda a una empresa externa.

A continuació, en la Taula 7.44 es mostra la necessitat de consum de combustible a la planta segons si s'utilitza el metà o l'età produït a la planta.

Taula 7.43.- Estudi de les opcions de consum a la planta de metà i età.

Component	Necessitat Energètica [KJ / h]	Neccesitats de metà [kg / h]	% del combustible produït a la planta
Metà	4,89E+07	814,60	24,01%
Età	4,89E+07	848,50	10,23%

A continuació, a la Taula 7.45 es mostra la comparació d'ingressos referents a la venda de combustible comparant la venda del metà respecte la del età. Com s'observa, tot i que l'età té un poder calorífic inferior al metà, al ser també un combustible amb un preu més baix, els ingressos totals, en el cas que la planta, el consum d'età és major en comparació al cas del metà. Concretament s'obtenen uns ingressos un 3,26% majors en el cas de la venda del metà i consum de la corresponent part del età produït.

Taula 7.44.- Comparació entre la venda de metà i età.

Matèries Primeres	Producció [Tn / any]		Preu mig [€ / Tn]	Ingressos TOTALS [€ / any]	
Età	69691		64,15 €	4.470.973 €	7.417.035 €
Metà	Consum a la planta	6843	-	-	
	Producció sobrant	28495	103,39 €	2.946.062 €	
Età	Consum a la planta	7127	-	-	7.667.243 €
	Producció sobrant	62563	64,15 €	4.013.719 €	
Metà	35337		103,39 €	3.653.524 €	

7.6.2. Ingressos totals

A continuació, a la Taula 7.46 es mostren els ingressos totals de la planta a partir de la venda dels diferents productes produïts. A partir d'aquests ingressos i els costos anteriors calculats s'avaluarà la viabilitat del projecte.

Taula 7.45.- Ingressos per vendes totals.

Matèries Primeres	Producció [Tn / any]		Preu mig [€ / Tn]	Ingressos anuals [€ / any]
Etilbenzè	380764		1.302,82 €	496.064.740 €
Età	Consum a la planta	7127	-	-
	Producció sobrant	62563	64,15 €	4.013.719 €
Metà	35337		103,39 €	3.653.524 €
Toluè	3096		964,39 €	2.986.238 €
INGRESSOS TOTALS	-		-	506.718.221 €

7.7. Rendibilitat de la planta

La rendibilitat econòmica d'un projecte és la relació entre els ingressos i els costos de la planta. Per tant, per finalitzar i avaluar la validesa d'aquest projecte, s'ha realitzat un estudi de rendibilitat. En aquest estudi s'analitza el VAN, els fluxos de caixa anuals nets i el retorn de la inversió o TIR del projecte.

7.7.1. Amortització

L'amortització del capital immobilitzat fa referència a la depreciació o pèrdua de valor dels equips o estructures del projecte. Aquesta depreciació s'avalua com un cost a la hora d'analitzar la rendibilitat del projecte.

L'amortització d'aquests equips es realitza per el mètode lineal, amb una vida útil del projecte de 15 anys. El valor del cost d'aquesta amortització s'observa a la Taula 7.47, on es realitza l'anàlisi del NCF.

7.7.2. Fluxos de caixa (NCF)

L'anàlisi dels fluxos de caixa és un indicador de la solvència i viabilitat d'un projecte. A partir d'aquests es pot obtenir informació de gran valor sobre els ingressos i costos de l'empresa. A la hora de calcular aquests NCF s'han de tenir en compte certs aspectes característics del projecte:

- **Construcció de la planta**

S'estima que per la construcció de la planta de producció de ProQject seran necessaris uns 2 anys de temps. En aquest període es preveu que el capital immobilitzat es reparteixi equivalentment en els 2 anys de construcció, així es reflexa en la Taula 7.47.

- **Vida útil de la planta**

Segons les especificacions del projecte i dels equips que el componen s'ha considerat una vida útil del projecte de 15 anys. Al final d'aquest període es preveu recuperar el valor corresponent del capital circulant i el valor residual del capital immobilitzat.

- **Impostos**

Pel que fa el pagament d'impostos, s'ha considerat una taxa impositiva corresponent al impost de societats del 25%. Aquest percentatge aplica sobre els beneficis obtinguts per l'empresa, i es troba calculat anualment a la Taula 7.47.

- **Posada en marxa**

Pel que fa el cost de la posada en marxa, s'ha tingut en compte com part del capital immobilitzat el segon any de construcció de la planta.

A continuació, a la Taula 7.47 es mostren els valors dels fluxos de caixa anuals del projecte durant la vida útil d'aquest.

Taula 7.46: Fluxos de caixa actuals nets del projecte Atenea

Any	0	1	2	3	4	5	6
Capital immobilitzat [€]	-43,91 M€	-48,30 M€					
Capital circulant [€]		-17,57 M€					
Valor residual [€]							
Ingressos anuals [€]			506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€
Costos anuals [€]			-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€
Amortització [€]			-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€
Benefici brut [€]			9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€
Base imponible [€]			9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€
Impostos (25%)				-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€
NCF	-43,91 M€	-65,87 M€	14,63 M€	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€

ANY	7	8	9	10	11	12	13
Capital immobilitzat [€]							
Capital circulant [€]							
Valor residual [€]							
Ingressos anuals [€]	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€
Costos anuals [€]	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€
Amortització [€]	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€
Benefici brut [€]	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€
Base imponible [€]	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€
Impostos (25%)	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€
NCF	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€

ANY	14	15	16	17
Capital immobilitzat [€]				
Capital circulant [€]				17,57 M€
Valor residual [€]				13,17 M€
Ingressos anuals [€]	506,72 M€	506,72 M€	506,72 M€	0,00 M€
Costos anuals [€]	-492,09 M€	-492,09 M€	-492,09 M€	0,00 M€
Amortització [€]	-4,98 M€	-4,98 M€	-4,98 M€	0,00 M€
Benefici brut [€]	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	0,00 M€
Base imposable [€]	9,65 M€	9,65 M€	9,65 M€	0,00 M€
Impostos (25%)	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€	-2,41 M€
NCF	12,22 M€	12,22 M€	12,22 M€	28,33 M€

A continuació, a la Figura 7.8 es mostra l'evolució dels NCF anuals durant el període d'estudi del projecte. Com s'observa, els primers anys de construcció els fluxos de caixa són negatius, i a partir del funcionament d'aquesta comencen a ser positius fins el final de la vida útil estimada de la planta.

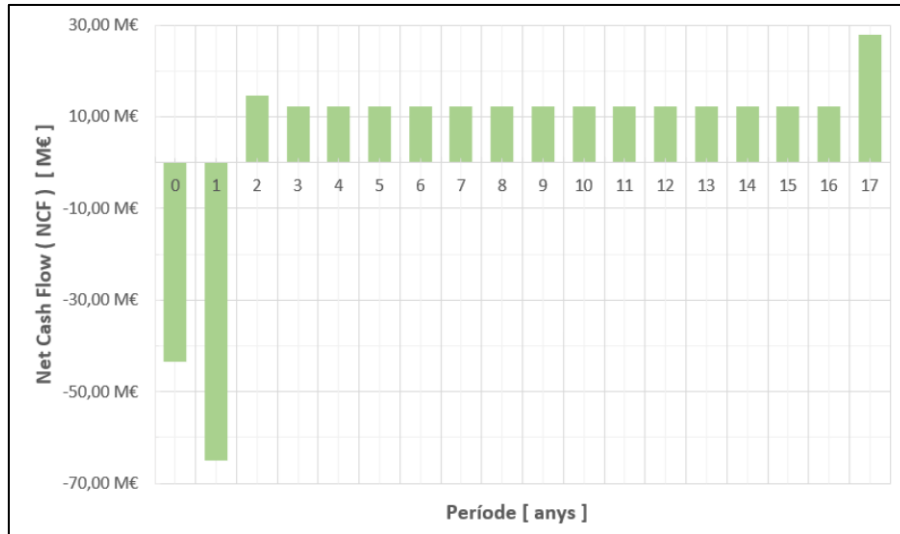


Figura 7.8.- Representació dels NCF anuals.

7.7.3. Valor actual net (VAN)

El VAN o Valor Actual Net es determina a partir de l'actualització dels fluxos de caixa i permet obtenir informació addicional de la situació financera de l'empresa. Aquest es calcula per un interès concret, la qual cosa permet contextualitzar el projecte segons l'estat de les tasses d'interès actuals del mercat. A partir de un VAN superior a zero voldrà dir que l'empresa comença a ser rentable.

A continuació, a l'Equació 7.4 es mostra com es realitza el càlcul del VAN:

$$VAN = \sum_{n=1}^t \frac{NCF_n}{(1-i)^n} \quad \text{Equació 7.4}$$

On:

VAN: valor actual net [€]

NCF_n: fluxos de caixa anuals [€]

i: interès [%]

Per realitzar un correcte anàlisi del VAN, s'avalua per diferents interessos per tal de disposar de la informació suficient per poder analitzar el projecte segons el context actual i dels anys futurs.

A continuació, a la Taula 7.48 s'observa el valor del VAN per diferents interessos entre el 0-10%. Per un interès del 10% aquest ja és negatiu.

Taula 7.47.- Càlcul del VAN per diferents interessos.

Interès	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VAN	104,21 M€	67,96 M€	40,13 M€	18,55 M€	1,65 M€	-11,72 M€

A la Figura 7.9 s'ha representat la corba del VAN per diferents interessos entre el 0-20%. Es pot observar que la corba talla l'eix d'abscisses aproximadament per un interès del 8%. Aquest s'ha calculat correctament amb l'eina de càlcul *Solver* de *Microsoft Excel* i s'ha obtingut un valor del 8,41%.

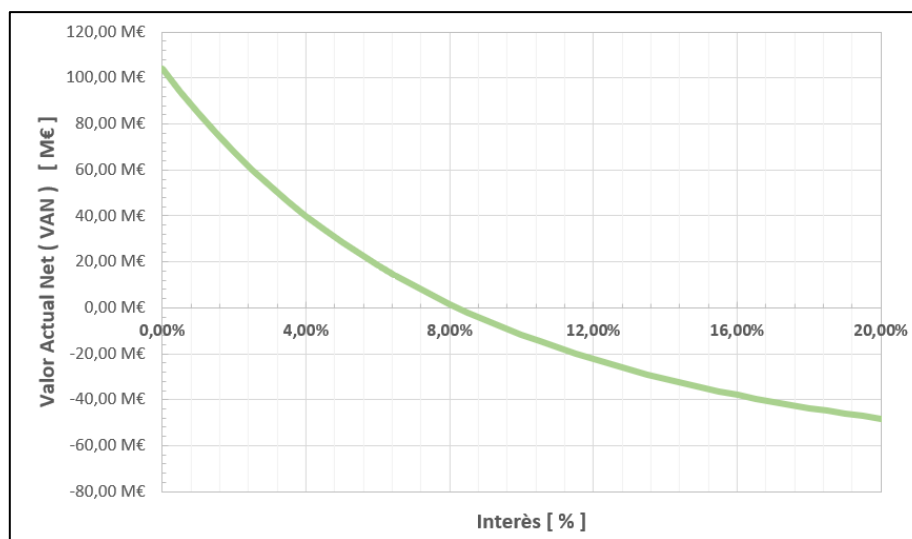


Figura 7.9.- Valor Actual Net (VAN) en funció del interès.

7.7.4. Tassa interna de retorn (TIR)

La taxa interna de retorn o TIR fa referència al interès per el qual el valor del VAN és igual a 0. Aquest concepte permet conèixer per quin interès el projecte deixaria de ser rentable. Com s'ha comentat anteriorment, s'ha calculat específicament per quin valor d'interès el VAN és igual a 0, aquest resultat es troba a continuació en la Taula 7.49.

Taula 7.48.- Valor de la Tasa Interna de Retorn (TIR).

TIR [%]	8,41%
---------	-------

7.7.4. Temps de retorn (Pay-Back)

El concepte de *Pay-Back* fa referència al temps en que es recuperarà la inversió inicial. Aquest factor és important ja que és un dels paràmetres més estudiat per els inversors a l'hora d'invertir

en un projecte. Aquest valor es calcula a partir de l'acumulació dels NCF, quan la suma d'aquests és igual a 0 vol dir que s'ha assolit el valor de la inversió inicial total.

A la Figura 7.10 es mostra l'acumulació de NCF en els anys de vida útil de la planta. Com s'observa aquest valor es creua amb l'eix d'abscisses entre els 8-9 anys. A partir de l'eina de càlcul *Solver* de *Microsoft Excel* s'ha obtingut un valor exacte referent al Pay-Back del projecte, aquest es mostra a la Taula 7.50.

Taula 7.49.- Valor del Pay-Back del projecte.

Pay - Back [anys]	9,76 anys
---------------------	-----------

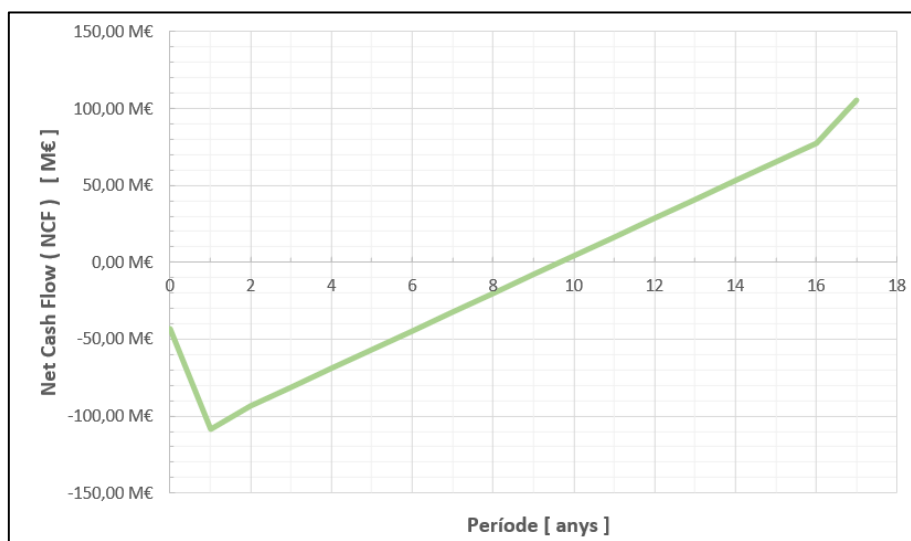


Figura 7.10.- Representació del Pay-Back del projecte.

7.7.4. Contextualització dels resultats

Un cop avaluats els paràmetres anteriors sobre el projecte, és necessari contextualitzar els resultats en l'entorn econòmic actual i les possibles previsions per els pròxims anys. Al tractar-se d'un projecte en el que s'ha de realitzar una gran inversió inicial, els possibles inversors del projecte acostumen a assegurar-se de que el risc al qual han de sotmetre el seu capital estigui en equilibri amb el possible retorn del projecte. Per això és important analitzar la situació en la que es troben els tipus d'interès, ja que si existeixen inversions de baix risc, o dipòsits bancaris, lletres del tresor etc. que ofereixen un interès semblant al del projecte, serà una inversió poc atractiva de cara als inversors.

A continuació, a la Figura 7.11 s'observa una representació de l'evolució dels tipus d'interès del Banc Central Europeu (BCE) des de l'any 2000 fins a data d'avui. Es compara l'entorn anual de tipus amb el VAN del projecte, i com s'observa com major és el cost dels diners marcat per el BCE, menor és la rendibilitat del projecte.

Actualment degut a la situació econòmica provocada per la pandèmia, que va obligar als bancs centrals a baixar els tipus d'interès i augmentar la massa monetària en circulació, es troba una situació de pujada de tipus d'interès per les previsions de resecció existents.

Aquest fet fa que actualment, per un TIR del 8,41% obtingut per aquest projecte, la inversió sigui rentable en més de 5 punts percentuals, però és possible que els següents trimestres s'experimentin més pujades de tipus, que anirien disminuint la rendibilitat d'aquest projecte.

Tot i així es considera que per aquestes característiques del projecte la inversió seria força atractiva per els inversors, tot i que s'haurà d'avaluar el risc específic del projecte.

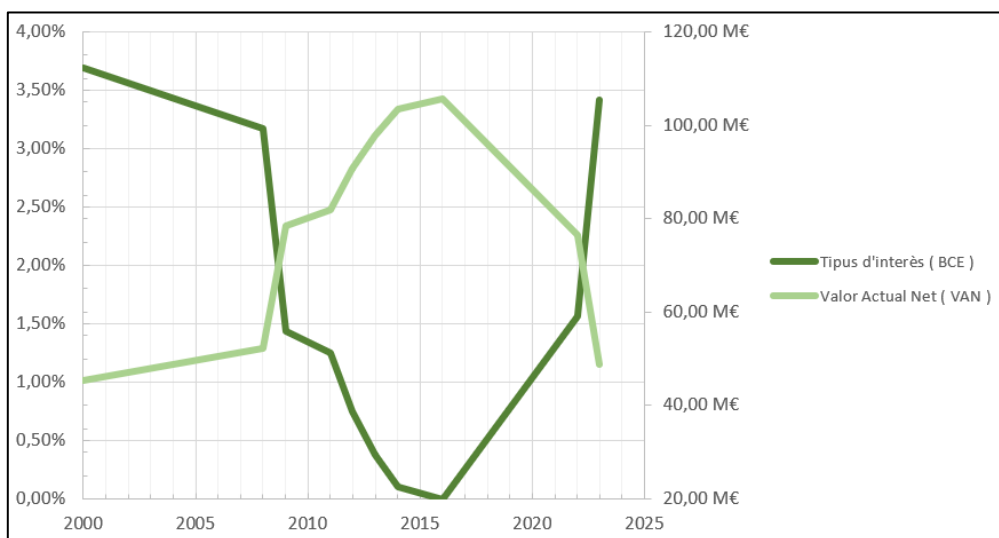


Figura 7.11.- Evolució del tipus d'interès del BCE respecte el VAN del projecte ^[21].

7.8. Anàlisi de sensibilitat

Al realitzar l'estudi econòmic del projecte Atenea, des de ProQject s'han realitzat diverses estimacions i aproximacions, que tot i haver-se escollit amb certs criteris, a l'hora de realitzar el projecte és possible que no es comportin exactament com s'ha previst.

Alguns factors com els preus de matèries primeres i de venda del producte acabat, el cost dels equips, l'estimació de les diferents partides de costos, vida útil del projecte etc. són alguns dels factors que s'avaluarà com afecta un possible canvi en a rendibilitat del projecte.

7.8.1. Variació de la vida útil del projecte

Inicialment, ProQject ha decidit estimar la vida útil del projecte en 15 anys, ja que aquest valor és una suposició, s'ha decidit avaluar l'impacte d'aquest paràmetre en la rendibilitat del projecte. A la Figura 7.12 s'observa el comportament del VAN per diferents anys de vida útil. Per una vida útil més elevada, ja que el projecte té beneficis constants, la rendibilitat també augmenta, en la Taula 7.51 es pot corroborar, ja que es mostra el valor de la TIR per aquests escenaris.

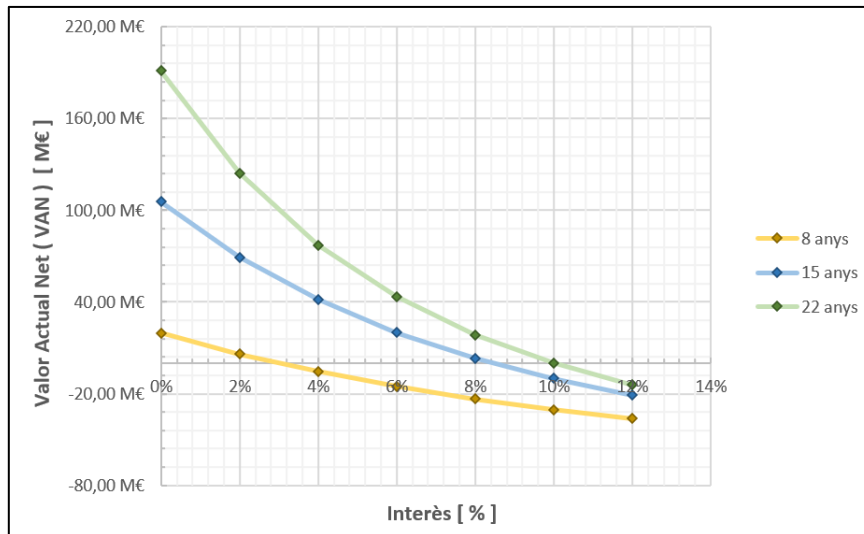


Figura 7.12.- Corba del VAN per diferents vides útils del projecte.

Taula 7.50.- Estudi de sensibilitat sobre la variació de la vida útil del projecte.

Paràmetre	Variació	TIR [%]
Vida Útil	-7 anys	2,82%
	0 anys	8,41%
	+ 7 anys	9,98%

7.8.2. Variació del cost de les matèries primeres

Per tal d'avaluar el risc del projecte, s'ha decidit analitzar l'efecte de certes variacions en els costos referents a les matèries primeres. Aquest projecte depèn en un 74,86% del cost de les matèries primeres, per aquest motiu les variacions que s'han aplicat al cost d'aquestes són baixes, ja que per un petit augment o disminució la rendibilitat presenta grans canvis.

A la Taula 7.52 s'observa la variació de la TIR del projecte per un augment i disminució del 2,5% del cost de les matèries primeres, que es componen per el benzè i l'etilè.

Com s'observa, per un augment de un 2,5% el projecte no seria viable en el context actual.

Taula 7.51.- Estudi de sensibilitat sobre el cost de les matèries primeres.

Paràmetre	Variació	TIR [%]
Cost matèries primeres	2,50%	0,17%
	0%	8,41%
	-2,50%	15,63%

7.8.3. Variació del preu de venda dels productes

En el cas dels productes, una petita variació en el preu de venda d'aquests també suposa un gran canvi en la rendibilitat del projecte. A la Taula 7.53 s'observa com afecta un augment o disminució del 2,5 en el preu de venda dels productes, en que es troben els diferents elements que produeix l'empresa.

Com en el cas dels reactius, per una disminució del preu en un 2,5% el projecte ja deixaria de ser viable econòmicament.

Taula 7.52.- Estudi de sensibilitat sobre el preu de venda dels productes.

Paràmetre	Variació	TIR [%]
Preu de venda dels productes	2,50%	-3,32%
	0%	8,41%
	-2,50%	18,17%

7.8.4. Variació del capital immobilitzat

En l'estimació del capital immobilitzat de la planta, ProQject s'ha fet ús de diferents mètodes per l'estimació del cost dels diferents equips i construccions. Aquests mètodes s'estima que tenen fins un 20% de marge d'error, per aquest motiu s'ha decidit analitzar com afecta la variació d'aquest cost a la rendibilitat del projecte.

A la Taula 7.54 es mostra l'efecte d'aquesta variació d'un 20% en el valor d'aquest capital. Com s'observa, tot i aquesta disminució el projecte seguiria sent viable, però amb gairebé 2 punts percentuals menys de rendibilitat.

Taula 7.53: Estudi de sensibilitat sobre el valor del capital immobilitzat

Paràmetre	Variació	TIR [%]
Capital immobilitzat	20,00%	6,43%
	0%	8,41%
	-20,00%	11,23%

7.8.5. Variació de la taxa impositiva d'impostos

Per últim s'ha estudiat l'efecte de la taxa d'impostos aplicada sobre els beneficis de l'empresa. S'ha decidit analitzar aquest comportament ja que en possibles millores es valorarà certes reduccions per certs aspectes com inversions en sostenibilitat, causes socials etc.

A la Taula 7.55 es mostra el comportament de la rendibilitat del projecte davant un augment i disminució de 10 punts percentuals d'aquesta taxa impositiva. Com s'observa per una reducció d'un 10%, la TIR augmenta en gairebé un punt percentual.

Taula 7.54.- Estudi de sensibilitat sobre la taxa impositiva aplicada.

Paràmetre	Valor [%]	TIR [%]
Impostos	15,00%	9,37%
	25%	8,41%
	35,00%	7,42%

7.9. Conclusions

Un cop acabat el projecte i realitzat l'estudi econòmic pertinent, des de ProQject s'exposa les conclusions obtingudes:

- ✓ A partir de l'anàlisi realitzat a partir dels fluxos de caixa, s'afirma que la planta de ProQject és rentable i genera beneficis a partir del primer any de funcionament, amb una TIR del **8,41%**.
 - ✓ S'ha contextualitzat el projecte en el context econòmic actual de tipus d'interès i s'ha confirmat que per la taxa interna de retorn obtinguda el projecte seria rendible.
 - ✓ El Pay-Back del projecte és de 9,76 anys, i es preveu generar una beneficis d'uns 6,35 M€ anuals a partir d'aquest període.
 - ✓ A partir de l'estudi de mercat realitzat, es preveu un bon comportament del mercat de l'etilbenzè, així com una certa regularitat en els costos de les matèries primeres utilitzades. En aquest escenari el projecte seria una bona opció d'inversió.
 - ✓ El projecte té força bon comportament a les variacions en el cost del capital immobilitzat, de manera que un augment del cost dels equips i construccions s'ha vist que no afecta excessivament a la rendibilitat final.
-
- ✗ A partir de l'estudi de sensibilitat s'ha confirmat que aquest projecte té un alt risc ja que és molt susceptible al cost de les matèries primeres, representant un 74,86% dels costos totals, de manera que s'ha vist que per un augment del cost d'un 2,5% el projecte deixaria de ser rendible.
 - ✗ El mateix passa amb el preu dels productes, per una disminució del preu de venda d'un 2,5% el projecte ja deixaria de ser rendible.

7.10. Bibliografia

[1]: Mordor Intelligence. ETHYLBENZENE MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2023 - 2028). Consultat el 21 de març del 2023, de

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/ethylbenzene-market>

[2]: Procurement Resource Insights that matter!. Ethylbenzene Price Trend and Forecast.

<https://www.procurementresource.com/resource-center/ethylbenzene-price-trends>

[3]: *Ethylbenzene prices: Latest price, pricing, news, market analysis.* (n.d.). Procurementresource.com. Consultat el 21 de març del 2023, de

<https://www.procurementresource.com/resource-center/ethylbenzene-price-trends>

[4]: Natural Gas PRICE today. (n.d.). *Business Insider*. Consultat el 23 de maig del 2023, de

<https://markets.businessinsider.com/commodities/natural-gas-price>

[5]: *Natural gas weekly update.* (n.d.). Eia.gov. Consultat el 23 de maig del 2023, de

https://www.eia.gov/naturalgas/weekly/archivenew_ngwu/2022/08_18/

[6]: *tolueno precio - SunSirs, Grupo de Dato de Mercancía de China, Proporcionar precios de los productos & Información sobre productos básicos & Noticias de los productos básicos.* (n.d.).

Sunsirs.com. Consultat el 24 de maig del 2023, de

<http://www.sunsirs.com/es/prodetail-177.html>

[7]: *Informe de mercado de benceno.* (n.d.). Mordorintelligence.com. Consultat el 23 de maig del 2023, de

<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/benzene-market>

[8]: *Ethylene market.* (n.d.). Vantage Market Research. Consultat el 24 de maig del 2023, de

<https://www.vantagemarketresearch.com/industry-report/ethylene-market-1920>

[9]: (N.d.). Mordorintelligence.com. Consultat el 24 de maig del 2023, de

<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/zeolites>

[10]: *Zeolites prices: Latest price, news, historical & forecast.* (n.d.). Procurementresource.com. Consultat el 24 de maig del 2023, de

<https://www.procurementresource.com/resource-center/zeolites-price-trends>

[11]: European Central Bank. (n.d.). *US dollar (USD)*. European Central Bank. Consultat el 28 de maig del 2023, de https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.es.html

[12]: *The chemical engineering plant cost index*. (2014, November 21). Chemical Engineering. <https://www.chemengonline.com/pci-home>

[13]: Walas. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*. Woburn, MA: Butterworth, 1998.

[14]: Sinnott, R., Towler, G., "Chemical Engineering Design.", 2ª edición, Ed. Elsevier, Estados Unidos, 2013 o Diseño en Ingeniería Química. Traducción de la quinta edición original. Sinnott, R. Towler, G. Ed. Reverté (Barcelona, 2012).

[15]: Bilin. "¿Cuánto cuesta contratar a un trabajador?". 2021, España. [Online]. Disponible en: <https://www.billin.net/calculadora-contratar-trabajador/>

[16]: Lifeder. "Organigrama de una empresa industrial: puestos y funciones". 2021, España. [Online]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/organigrama-empresa-industrial/>

[17]: Instituto de Estadística de Cataluña. "Salario bruto anual y ganancia por hora. Por sexo y tipo de ocupación". 2018, Cataluña. [Online]. Disponible en: <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10403&lang=es>

[18]: Precio de la luz mercado regulado hoy: precio kWh hora a hora en España. (2021, June 2). *Selectra*. <https://selectra.es/energia/info/que-es/precio-kwh>

[19]: Equipo Selectra Agua. (2020, October 7). <https://tarifasdeagua.es/>. <https://tarifasdeagua.es/equipo>

[20]: *Gas Nitrógeno AIR LIQUIDE B-10*. (2021, August 25). Simslu.es - Tienda; Suministros Industriales Moreno S.L.U. <https://simslu.es/tienda/producto/refrigeracion/gases-refrigerantes-aceites/gas-nitrogeno-air-liquide-b-10/>

[21]: *Tipos del BCE - Banco Central Europeo 2023*. (n.d.). Datosmacro.com. Consultat el 30 de maig del 2023, de <https://datosmacro.expansion.com/tipo-interes/zona-euro>