



Pro Urea
MANUFACTURING



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'UREA

PROJECTE FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Química

UAB
Universitat Autònoma de
Barcelona

e escola
d'enginyeria

Arrue Alemany, Olga
Batista Morenó, Toni
Busqueta Sallés, Laia
Calderón Mulero, Alba
Campoy Rojas, Pau
Leal Díaz, Lorena
Sánchez Floriach, Marc

Tutor: Josep Anton Torà

Juny 2024



Pro Urea
MANUFACTURING

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'UREA

PROJECTE FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Química

CAPÍTOL 7
Avaluació econòmica

UAB
Universitat Autònoma de
Barcelona

e escola
d'enginyeria

TAULA DE CONTINGUTS

7.1 Introducció	2
7.2 Estudi de mercat.....	3
7.2.1 Preu mitja dels reactius	5
7.2.2 Anàlisi DAFO.....	7
7.3 Avaluació econòmica del projecte	8
7.3.1. Capital immobilitzat.....	8
7.3.2. Capital circulant.....	27
7.3.3. Posada en marxa	28
7.3.4. Inversió inicial total de la planta.....	28
7.4. Costos de producció	29
7.4.1. Costos de fabricació.....	29
7.4.2. Costos generals.....	39
7.4.3. Costos totals de producció	41
7.5 Vendes	41
7.6 Rendibilitat del projecte.....	42
7.6.1 Amortització	42
7.6.2. Net Cash Flow (NCF)	43
7.6.3. Valor Actual Net (VAN) i Taxa Interna de Retorn (TIR).....	48
7.6.4 Recuperació de la inversió inicial (Pay-back).....	49
7.7 Anàlisi de sensibilitat	50
7.7.1 Sensibilitat del preu de venda de les matèries primeres	51
7.8 Conclusió	59
7.9 Bibliografia.....	60

7.1 Introducció

Es considera crucial l'estudi de mercat en tots els projectes, i la construcció d'una planta química no serà menys.

La urea, un compost químic crucial a la indústria agrícola i química, juga un paper fonamental en la producció de fertilitzants, additius per a aliments per a animals i diversos productes industrials. La demanda mundial d'urea creixent, impulsada per l'augment de la població i la necessitat d'incrementar la productivitat agrícola, ha generat un interès significatiu en l'avaluació econòmica de la creació de noves plantes d'urea.

A continuació, es farà un anàlisi exhaustiu dels aspectes econòmics associats amb la instal·lació i l'operació d'una planta d'urea. S'abordaran diversos aspectes, des de la inversió inicial requerida fins als costos operatius i els ingressos esperats, amb l'objectiu de proporcionar una avaluació integral de la viabilitat financera d'aquesta empresa. L'adquisició de primeres matèries fonamentals com l'amoníac (NH_3) i el diòxid de carboni (CO_2) juga un paper crític en la determinació de la viabilitat econòmica d'una planta. Aquestes primeres matèries no només representen components essencials per a la síntesi d'urea, sinó que també constitueixen una part significativa dels costos operatius. També es consideraran aspectes logístics i operatius relacionats amb el transport i l'emmagatzematge d'aquestes matèries primeres, per tal d'optimitzar els costos i garantir un subministrament continu i fiable per a la planta d'urea.

Mitjançant l'aplicació d'eines i metodologies d'avaluació econòmica, es vol oferir una visió clara i detallada dels factors que influeixen en la rendibilitat d'una planta d'urea. A més, s'exploraran les implicacions econòmiques més àmplies, inclosos els impactes al mercat local i internacional, així com els possibles riscos i desafiaments que podrien sorgir durant el desenvolupament i l'operació de la planta.

7.2 Estudi de mercat

El mercat de la urea i les seves matèries primeres, l'amoníac (NH_3) i el diòxid de carboni (CO_2), és un component crucial a la cadena de subministrament de la indústria agrícola i química. Una anàlisi exhaustiva d'aquest mercat és essencial per comprendre la dinàmica de l'oferta i la demanda, els preus, els factors que influeixen al mercat i les tendències futures. A continuació, es presenta un estudi de mercat de la urea i les matèries primeres.

S'ha de tenir en compte que la urea és un dels fertilitzants nitrogenats més utilitzats a l'agricultura a causa del seu alt contingut de nitrogen i la seva eficiència en termes de cost, i on, òbviament, la demanda d'urea està influenciada per factors com el creixement de la població, la urbanització, els canvis a la dieta i la necessitat d'augmentar la productivitat agrícola.

Es troba que els principals consumidors d'urea són els països agrícolament intensius, com ara la Xina, l'Índia, Estats Units, i Brasil.

La producció d'urea es duu a terme en plantes de processament químic que utilitzen amoníac i CO_2 com a matèries primeres principals. Els principals països productors d'urea inclouen la Xina, l'Índia, els Estats Units, Rússia i alguns països de l'Orient Mitjà.^[1]

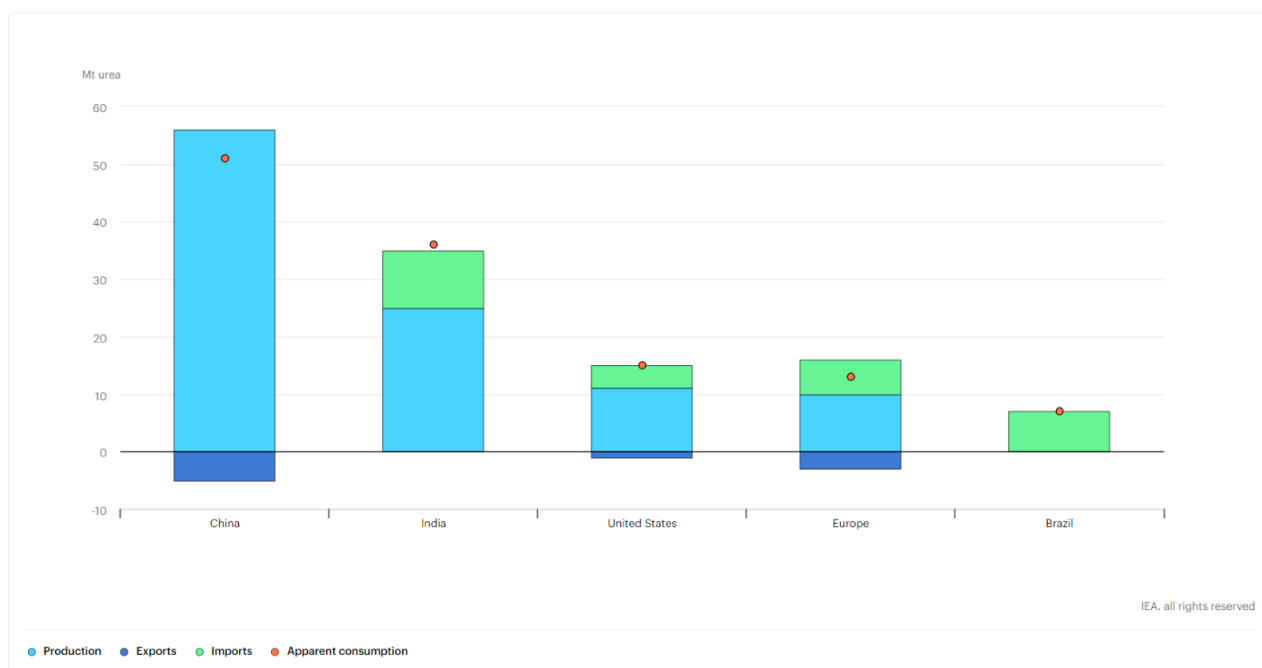


Figura 7.2.1: Principals productors i importacions de la urea.^[1]

En el mercat de producció de la urea les principals empreses productores i comercialitzadores, són:

- China National Petroleum Corporation (CNPC) - (Xina)
- Sinopec - (China)
- Indian Farmers Fertiliser Cooperative Limited (IFFCO) - (Índia)
- CF Industries Holdings, Inc (Estats Units)
- Yara International ASA - (Noruega)
- Petrobras (Brasil)

Els preus de la urea són altament volàtils i estan influenciats per factors com l'oferta i la demanda mundial, els preus de les matèries primeres, i els canvis en les polítiques governamentals.

Els preus també poden variar segons l'estacionalitat de la demanda agrícola i la disponibilitat de la producció, ja que gairebé el 90% de la producció mundial d'urea estava representada per l'assignació de fertilitzants agrícoles. A més, els 20 milions de tones restants estaven destinats principalment a l'alimentació animal, les resines d'urea-formaldehid i la fabricació d'emol·lients per a la cura de la pell.

Segons The Global Economy el preu de la urea mitjana fins al febrer de 2024 és de 351.25\$ per tona mètrica.^[2]

Recent values

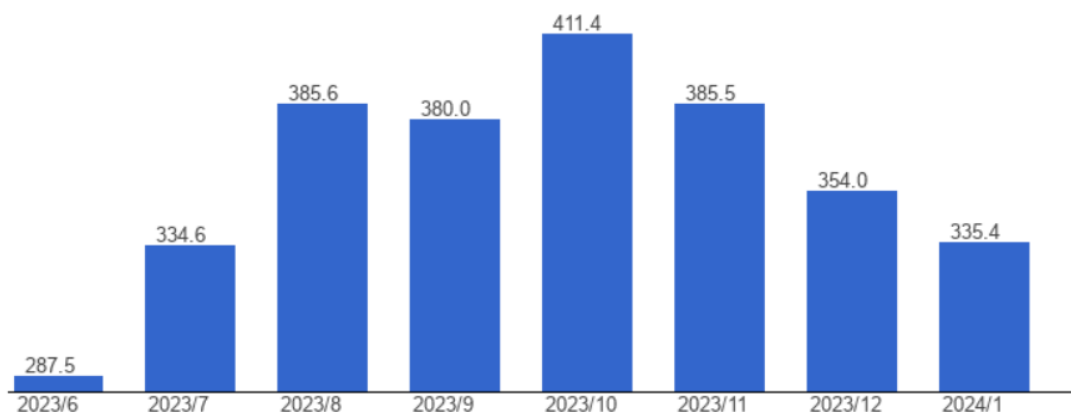


Figura 7.2.2: Preu mitja de la urea des de 2023 fins a 2024. ^[2]

Es pot observar en la figura 7.2.3, el preu de la urea durant els últims cinc anys. On el preu de la urea des de 2021 al 2023 va ser el major històricament en 925 \$ per tona mètrica, una de les causes principals va ser la guerra a Ucraïna perquè les sancions imposades a Rússia i Bielorússia arran del conflicte limiten l'oferta provinent de dos exportadors mundials de fertilitzants. A partir de 2024 s'ha començat a estabilitzar el mercat. ^[3]

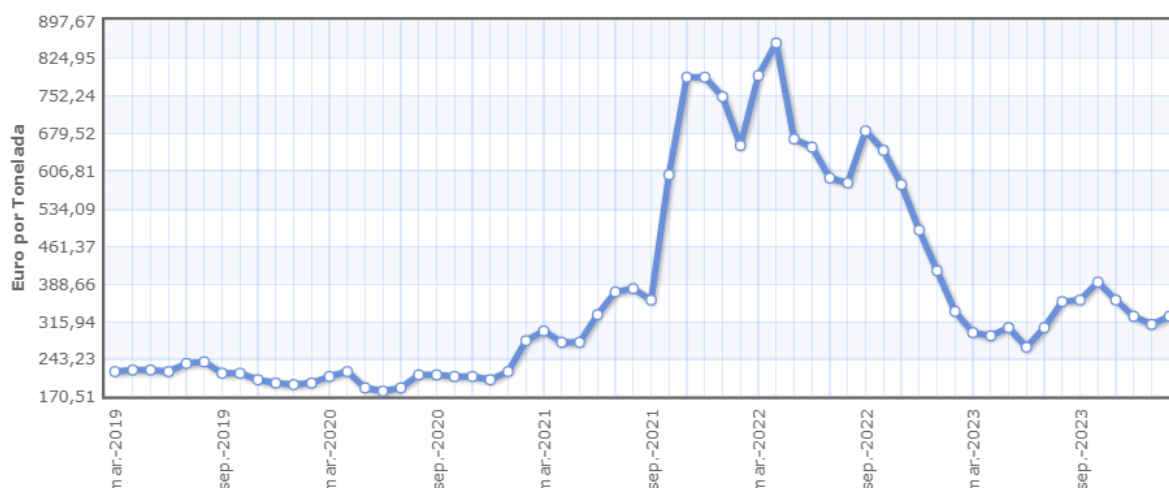


Figura 7.2.3: Preu mitjà de la urea dels anys 2019 fins al 2024. ^[3]

7.2.1 Preu mitjà dels reactius

Els components utilitzats en la fabricació d'urea són l'amoni i el diòxid de carboni. El valor del producte està influït per diversos factors que impacten en el mercat.

7.2.1.1 Preu mitjà del amoníac

En el món de ràpida industrialització global, el mercat de l'amoníac juga un paper crucial en multitud de sectors que van des de l'agricultura fins a la fabricació de productes químics industrials clau. Aquest recurs inestimable, amb les seves àmplies aplicacions, com ara fertilitzants, producció química, refrigeració, fabricació de plàstics i producció d'explosius, entre d'altres, assegura la seva continuïtat en el panorama empresarial.

El sector de l'amoníac ha experimentat un notable creixement en els darrers anys. Es preveu que passi de 73.440 milions de dòlars el 2023 a 79.650 milions de dòlars el 2024, amb una taxa de creixement anual composta (CAGR) del 8,5%. Aquest augment en el mercat de l'amoníac s'atribueix a diverses raons, com l'increment de la demanda agrícola, l'augment de la població mundial i l'ús de l'amoníac en la producció d'energia i productes químics. Aquestes aplicacions demostren la versatilitat de l'amoníac en diversos sectors industrials, reforçant la seva importància en l'economia global. ^[4]

Actualment, a març de 2024 el preu mitjà global de l'amoníac és de 590 \$/tn. On es pot veure representat a la Figura 7.2.4. ^[5]

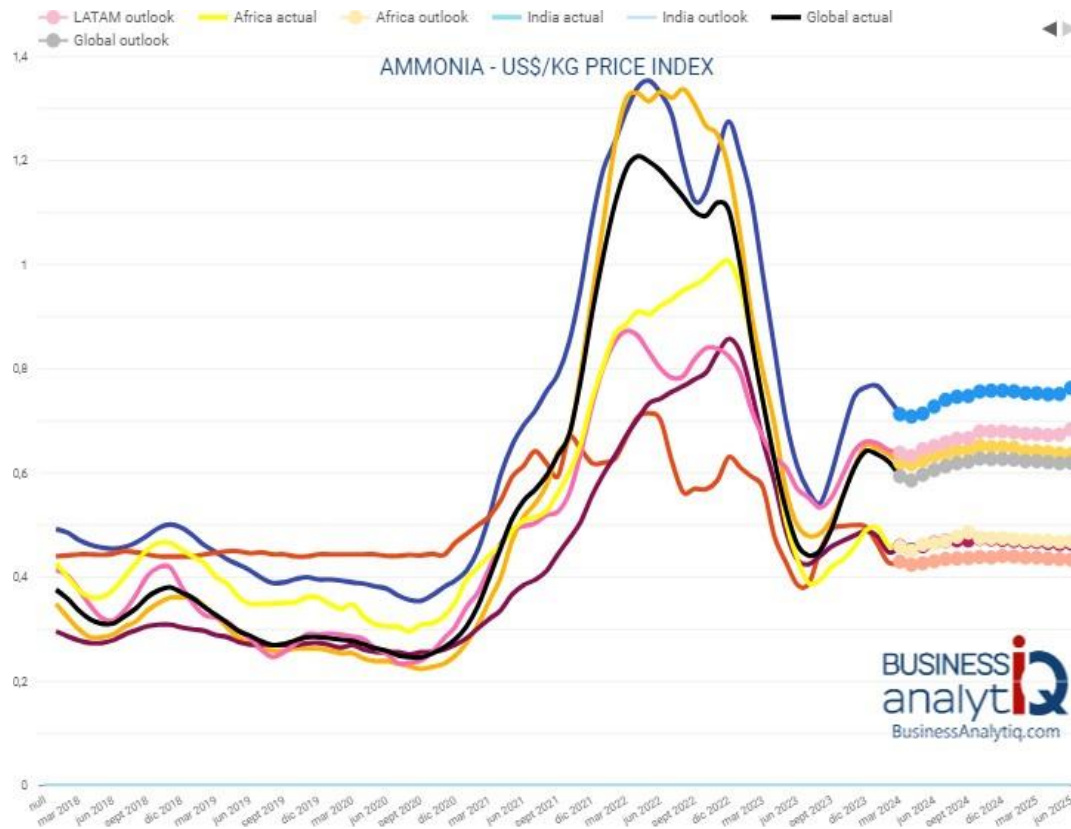


Figura 7.2.4: Preu mitjà amoníac en \$/kg. [5]

7.2.1.2 Preu mitja del diòxid de carboni

El panorama mundial del diòxid de carboni (CO₂) és ampli i divers, amb una gran varietat d'aplicacions en múltiples sectors industrials. L'escenari global del CO₂ està sotmès a diverses influències, com ara la demanda de les indústries consumidores, els avanços tecnològics en la captura i emmagatzematge de CO₂, així com les normatives ambientals que fomenten l'adopció d'energies netes i la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.

A meitats del 2022 el preu mitjà a Europa del diòxid de carboni (CO₂) és de 83.46 € / tn.^[6]

En canvi, a partir de 2024 el preu mitjà a Europa del diòxid de carboni és de 220 \$/tn.^[7]

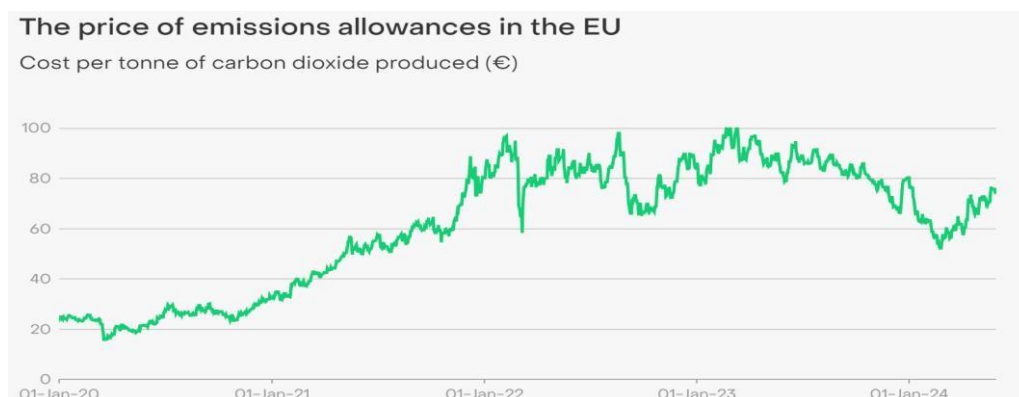


Figura 7.2.5: Preu global del diòxid de carboni desde 2020 fins a 2024.^[6]

7.2.2 Anàlisi DAFO

Un anàlisi DAFO, també conegut com a anàlisi SWOT en anglès (Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats), és una eina d'avaluació estratègica que es fa servir per a examinar els factors interns i externs que poden afectar l'èxit d'una empresa, projecte o iniciativa.

Es divideix en dos parts, els factors interns i els externs.

Les debilitats i les fortaleses són factors interns, és a dir, atributs propis de l'organització que poden influir en el seu rendiment. Les debilitats són aspectes negatius que poden limitar l'èxit, com ara mancances en recursos o habilitats, mentre que les fortaleses són els aspectes positius que ofereixen avantatges competitiu, com ara habilitats especialitzades o recursos valuosos.

Les amenaces i les oportunitats són factors externs, és a dir, circumstàncies fora del control de l'organització que poden impactar en el seu funcionament. Les amenaces són factors negatius que poden posar en perill l'èxit, com ara la competència o canvis en el mercat, mentre que les oportunitats són circumstàncies positives que poden ser aprofitades per millorar el rendiment, com ara noves tendències del mercat o canvis legislatius favorables.

Per tant, fent l'anàlisi DAFO, permet identificar i avaluar els factors interns i externs que poden influir a *ProUrea Manufacturing*, ajudant a desenvolupar estratègies per aprofitar oportunitats.

Taula 7.2.1: Anàlisi DAFO.

	INTERN	EXTERN
NEGATIU	Debilitats: · Empresa nova al sector i desconeguda · Falta d'experiència al mercat · Inversió inicial elevada	Amenaces: · Competitivitat amb empreses del mateix sector · Variació del mercat del preu de matèries primeres. · Regulacions més estrictes
POSITIU	Fortaleses: · Reaprofitament de l'energia obtinguda al procés de producció · Sostenible amb el medi ambient · Producció en altes quantitats · Especialitzats en un únic producte	Oportunitats: · Creixement al mercat de la urea · Demanda del producte tot l'any · Escàs de competència a territori nacional

7.3 Avaluació econòmica del projecte

A continuació, es calcularà l'avaluació econòmica del projecte. En aquest estudi es determina el cost que suposa el capital immobilitzat i circulat, costos del terreny, costos dels equips a utilitzar i posada en marxa.

7.3.1. Capital immobilitzat

El capital immobilitzat es refereix als recursos financers que una empresa destina a l'adquisició d'actius que tenen una vida útil prolongada i que estan destinats a ser utilitzats en l'operació a llarg termini del negoci. Aquests actius, també coneguts com a actius fixos, inclouen elements com a terrenys, maquinària, equips, eines i altres actius tangibles i intangibles que l'empresa fa ús de la seva activitat comercial.

La inversió en capital immobilitzat és fonamental per al funcionament de l'empresa a llarg termini, ja que aquests actius són necessaris per fer les operacions diàries i generar ingressos al llarg del temps. A més, aquests actius solen ser difícils de convertir ràpidament en efectiu sense afectar la capacitat operativa de l'empresa.

El capital immobilitzat es registra al balanç de l'empresa com a part dels actius no corrents de llarg termini. Aquests actius es valoren inicialment al cost d'adquisició i després es deprecien o amortitzen al llarg de la seva vida útil.

Es disposa de diferents mètodes per estimar el cost que comporta el capital immobilitzat com, ara bé, els mètodes globals, de factor únic o de factor múltiple. En aquest cas s'ha utilitzat el mètode de factor múltiple, específicament el mètode VIAN, ja que ha demostrat obtenir un menor percentatge d'error i conseqüentment més fiabilitat.

7.3.1.1. Cost del terreny

Per determinar el cost del terreny, es considera el preu per metre quadrat de la zona. En aquest cas, en una parcel·la situada al polígon industrial de Gasos Nobles, a la ciutat de Tarragona. Un aspecte addicional a tenir en compte és la superfície total de la parcel·la. En el cas de ProUrea Manufacturing, aquesta ocupa una àrea de 53.235 metres quadrats. Això permetrà calcular de manera precisa el cost total del terreny en funció del preu per metre quadrat i la superfície de la parcel·la.

A més a més de tenir la superfície de la parcel·la s'ha d'aproximar el valor del metre quadrat a Tarragona que s'estima de 150 €/m².

Per tant, per calcular el cost del terreny s'utilitza l'equació següent:

$$C_t = A_p \cdot P_p \quad \text{Equació 7.3.1}$$

$$C_t = 53.235 \text{ m}^2 \cdot 150 \text{ €/m}^2 = 7.985.250\text{€}$$

S'obté un cost de **7.985.250€** pel terreny.

7.3.1.2. Costos dels equips

A continuació es calcularà els costos dels equips a utilitzar a ProUrea Manufacturing. Per fer-ho es pot utilitzar varis mètodes:

Mètode de Williams : Aquest mètode estableix una relació entre el preu de dos equips del mateix tipus en funció d'una característica específica. Aquesta característica pot ser un paràmetre físic de disseny de l'equip, com ara l'altura, el diàmetre, el gruix, el nombre de plats, entre altres. Bàsicament, es busca trobar una correspondència entre el preu i una mesura particular de l'equip, cosa que permet estimar el cost d'un equip en funció de les seves característiques físiques.

Mètode algorítmic de J.R Couper: S'estima el preu a través de diferents equacions les quals difereixen segons l'equip.

Mètode Sinnott & Towler: Es basa en un model d'equació general on el cost es calcula utilitzant una fórmula específica: $C_e = a + b \cdot S^n$, on C_e és el cost de l'equip, S és el paràmetre característic de l'equip, i a , b i n són constants que varien segons el tipus d'equip.

Els dos mètodes es trien per les seves capacitats per a estimar els costos i tenir en compte diverses restriccions de dimensionament d'equips. Tanmateix, és important tenir en compte que els preus proporcionats per aquests mètodes no estan actualitzats. En el cas del mètode algorítmic de Couper, les estimacions es basen en dòlars (USD) de l'any 2002, mentre que el mètode Sinnott & Towler utilitza dades de l'any 2006. Això significa que els preus estimats poden no reflectir els costos actuals del mercat.

Per realitzar els càlculs es té en compte la conversió de dòlars a euro per l'any actual (març de 2024) i també s'utilitza l'índex de CEPCI anual on és un índex utilitzat a la indústria de l'enginyeria química i de processos per fer un seguiment dels canvis en els costos de construcció de plantes i equips de processament químic al llarg del temps. Aquest índex és una eina important per estimar i ajustar els costos de projectes d'enginyeria, ja que reflecteix les variacions en els preus dels materials, la mà d'obra i altres factors associats amb la construcció d'instal·lacions químiques i de processos.^[8]

1 Dòlar Amèrica (\$) = 0,93 euros (€)

L'equació per calcular el cost actual de l'equip:

$$\text{Cost de l'equip actual} = \text{Cost de l'equip}_{any\ x} \cdot \left(\frac{CEPCI\ ACTUAL}{CEPCI\ any\ X} \right) \cdot \left(\frac{0,93\ €}{1\ \$} \right) \text{ Equació 7.3.2}$$

Taula 7.3.1: Índex CEPCI.

ANY	CEPCI
2002	395,6
2006	509,7
2024	805,7

Es important destacar l'ús de l'acer inoxidable duplex, el qual, gràcies al seu major contingut de níquel i crom, ofereix una millor resistència a la corrosió de l'amoníac i la urea a temperatures elevades. Cal assenyalar que el preu de l'acer inoxidable duplex és més elevat que el de l'acer inoxidable convencional; al mercat europeu, se l'avalua en aproximadament 8.86 euros per quilogram.^[9]

7.3.1.2.1. Tancs d'emmagatzematge

Per calcular els costos dels tancs, farem servir les correlacions proporcionades pel mètode algorítmic de J.R. Couper.

A continuació, per a tancs que requereixin ser sitges erigits verticalment, realitzarem els càlculs per saber el costos utilitzant l'equació de 'storage tank field erected'.

$$C = 1,218 \cdot F_M \cdot \exp [11,662 - 0,6104 \cdot \ln(V) + 0,04536 \cdot \ln(V)^2] \text{ Equació 7.3.3}$$

El factor FM és el material que s'utilitza per fabricar els tancs, a ProUrea Manufacturing per als tancs de NH₃ s'utilitza l'acer inoxidable 347 que conté un percentatge més elevat de níquel i crom per la corrosió de l'amoníac, amb un valor de 3. I per als tancs de diòxid de carboni i Urea s'usa l'acer inoxidable 316, amb un valor de 2,7. També s'ha de comentar que el volum està en gals, on 1m³ són 264,172 gals.

S'ha de comentar que es tenen 4 tancs per emmagatzemar amoníac, 4 tancs pel diòxid de carboni i 15 tancs per la urea.

També es tenen dos tancs a la zona 500, un de solució d'urea i l'altre d'amoníac més aigua.

A més a més, hi ha dos tancs més d'aigua a la zona 600.

Càlcul tancs d'amoníac:

$$C = 1,218 \cdot 3 \cdot \exp[11,662 - 0,6104 \cdot \ln(26417,2) + 0,04536 \cdot \ln(26417,2)^2] = 93.461,4 \$$$

Càlcul tancs de diòxid de carboni:

$$C = 1,218 \cdot 2,7 \cdot \exp[11,662 - 0,6104 \cdot \ln(26417,2) + 0,04536 \cdot \ln(26417,2)^2] = 84.115,3 \$$$

Càlcul tancs d'urea:

$$C = 1,218 \cdot 2,7 \cdot \exp[11,662 - 0,6104 \cdot \ln(79251) + 0,04536 \cdot \ln(79251)^2] = 132.096 \$$$

Càlcul tancs amb una capacitat de 15 m³ :

$$C = 1,218 \cdot F_M \cdot \exp [2,631 + 1,3673 \cdot \ln(V) - 0,06309 \cdot \ln(V)^2]$$

$$C = 1,218 \cdot 2,7 \cdot \exp [2,631 + 1,3673 \cdot \ln(3963) - 0,06309 \cdot \ln(3963)^2] = 94.620,21\$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2002, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 93.461,4 \$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{395,6\$}\right) \cdot \left(\frac{0,93\text{€}}{1\$}\right) = 177.024,1 \text{ € Equació 7.3.4}$$

A la taula 7.3.2 es mostra els costos totals de cada equip

Taula 7.3.2: Costos dels tancs d'emmagatzematge.

Equip	Volum(m ³)	Volum (gals)	FM	Cost CEPCI 2002 (\$)	COST CEPCI 2024 (€)
TE-101	100	26420	3	93.461.4	177.024,1
TE-102	100	26420	3	93.461.4	177.024,1
TE-103	100	26420	3	93.461.4	177.024,1
TE-104	100	26420	3	93.461.4	177.024,1
TE-105	100	26420	2,7	84.115,3	159.321,7
TE-106	100	26420	2,7	84.115,3	159.321,7
TE-107	100	26420	2,7	84.115,3	159.321,7
TE-108	100	26420	2,7	84.115,3	159.321,7

T-501	120	31704	2,7	89.194,3	168.941,8
T-502	120	31704	3	99.194,8	187.713,1
TE-601	15	3963	2,7	49.955,56	94.620,21
TE-602	15	3963	2,7	49.955,56	94.620,21
TE-801	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-802	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-803	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-804	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-805	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-806	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-807	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-808	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-809	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-810	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-811	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-812	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-813	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-814	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
TE-815	300	79251	2,7	125.346,7	237.417,6
COST TOTAL (€)					5.452.542,52

7.3.1.2.2. Condensador

Per calcular els costos dels condensadors s'utilitzarà el mètode algorítmic de Couper, es considera un bescanviador de carcassa i tubs amb capçal fix i amb un material d'acer inoxidable tipus 316. També comentar que f_M té dos paràmetres que depenen del material de l'equip (g_1 i g_2).

$$C_e = 1,218 \cdot f_D \cdot f_M \cdot f_P \cdot C_B \text{ Equació 7.3.5}$$

$$f_D = \exp[-1,1156 + 0,0906 \cdot \ln(A)] \text{ Equació 7.3.6}$$

$$f_M = g_1 + g_2 \cdot \ln(A) \text{ Equació 7.3.7}$$

$$f_P = 0,7771 + 0,04981 \cdot \ln(A) \text{ Equació 7.3.8}$$

$$C_B = \exp[8,821 - 0,30863 \cdot \ln(A) + 0,0681 \cdot (\ln(A))^2] \text{ Equació 7.3.9}$$

L'àrea es calcula amb aquesta equació: $A = (A_b \cdot 2) + A_l$ Equació 7.3.10

On:

A_b = Àrea de la base.

A_l : Àrea lateral.

A ProUrea Manufacturing hi ha un pool condenser a la zona 200 i un condensador a la zona 500.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul per el PC-201:

$$f_D = \exp[-1,1156 + 0,0906 \cdot \ln(51,98)]$$

$$f_M = 0,8603 + 0,23296 \cdot \ln(51,98)$$

$$f_P = 0,7771 + 0,04981 \cdot \ln(51,98)$$

$$C_B = \exp[8,821 - 0,30863 \cdot \ln(51,98) + 0,0681 \cdot (\ln(51,98))^2]$$

$$C_e = 1,218 \cdot 0,464 \cdot 1,755 \cdot 0,968 \cdot 5654,95 = 5737,3\$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2002, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 5737,3\$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{395,6\$}\right) \cdot \left(\frac{0,93\text{€}}{1\$}\right) = 10.866,95\text{€}$$

A la taula 7.3.3 es mostra els costos totals de cada condensador.

Taula 7.3.3: Costos dels condensadors.

Equip	A (m ²)	f_D	f_M	f_P	C_B	Cost CEPCI 2002 (\$)	COST CEPCI 2024 (€)
PC-201	51,98	0,464	1,755	0,968	5654,95	5737,3	10.866,95
CD-501	11,68	0,458	1,726	0,962	5513,12	3077,66	5.829,37
COST TOTAL (€)							16.696,32

7.3.1.2.3. Evaporadors

Per calcular els costos dels evaporadors s'utilitzarà el mètode algorítmic de Couper, es considera un evaporador de circulació forçada. També cal comentar que f_M té un paràmetre que depenen del material de l'equip, com el material és d'acer la $f_M=1$ i l'àrea es converteix de metres cúbics a sqft.

$$C = 1,218 \cdot f_M \cdot \exp[5,9785 - 0,6056 \cdot \ln(A) + 0,08514 \cdot (\ln(A))^2] \text{ Equació 7.3.11}$$

A ProUrea Manufacturing es té dos evaporadors en total.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul pel evaporador E-101:

$$C = 1,218 \cdot 1 \cdot \exp[5,9785 - 0,6056 \cdot \ln(296) + 0,08514 \cdot (\ln(296))^2] = 241.405,1\$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2002, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 875.273,11\$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{395,6\$}\right) \cdot \left(\frac{0,93\text{€}}{1\$}\right) = 457.243\text{€}$$

A la *taula 7.3.4* es mostra els costos totals de cada evaporador.

Taula 7.3.4: Costos dels evaporadors.

Equip	A (m ²)	A (sqft)	f_M	Cost CEPCI 2002 (\$)	COST CEPCI 2024 (€)
E-501	27,55	296	1	241.405,1	457.243
E-502	24,91	268	1	233.040,3	441.398
COST TOTAL (€)					898.641

7.3.1.2.4. Bombes

A ProUrea Manufacturing farem servir un total de 24 bombes. Per calcular els costos d'aquestes bombes, utilitzarem les correlacions proporcionades per Sinnott R. & Towler G. És important destacar que en aquest càlcul es considera una bomba centrífuga d'una sola etapa. Cal tenir present que Q representa el cabal en L/s, mentre que $\alpha = 6900$, $b = 206$ i $n = 0.9$ són correlacions del tipus de bomba escollida.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul per la bomba BC-101:

$$Ce = \alpha + b \cdot Q^n \quad \text{Equació 7.3.12}$$

$$Ce = 6900 + 206 \cdot (13,46)^{0.9} = 9038\$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2006, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 9038 \$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{509,7\$}\right) \cdot \left(\frac{0,93 €}{1 \$}\right) = 13.286,6 €$$

A la taula 7.3.5 es mostra els costos totals de cada bomba

Taula 7.3.5: Costos de les bombes.

Equip	Cabal (L/s)	α	Q	n	Cost CEPCI 2006 (\$)	COST CEPCI 2024 (€)
BC-201	13.46	6900	206	0,9	9038	13.286,6
BC-202	13,46	6900	206	0,9	9038	13.286,6
BC-203	11,50	6900	206	0,9	8755.64	12.871,52
BC-204	11,50	6900	206	0,9	8755.64	12.871,52
BC-401	5,575	6900	206	0,9	7867.13	11.565,3
BC-402	5,575	6900	206	0,9	7867.13	11.565,3
BC-403	2,55	6900	206	0,9	7378.35	10.846,6
BC-404	2,55	6900	206	0,9	7378.35	10.846,6
BC-501	14,61	6900	206	0,9	9201	13.527,28
BC-502	14,61	6900	206	0,9	9201	13.527,28
BC-503	52,86	6900	206	0,9	14.222,87	20.908,8
BC-504	52,86	6900	206	0,9	14.222,87	20.908,8
BC-505	52,86	6900	206	0,9	14.222,87	20.908,8
BC-506	52,86	6900	206	0,9	14.222,87	20.908,8
BC-601	6,33	6900	206	0,9	7.984,2	11.737,5
BC-602	6,33	6900	206	0,9	7.984,2	11.737,5

BC-603	0,27	6900	206	0,9	6.967,6	10.243
BC-604	0,27	6900	206	0,9	6.967,6	10.243
BC-605	0,27	6900	206	0,9	6.967,6	10.243
BC-606	0,27	6900	206	0,9	6.967,6	10.243
BC-901	13,33	6900	206	0,9	9.019,40	13.259
BC-902	13,33	6900	206	0,9	9.019,40	13.259
BC-903	12,25	6900	206	0,9	8.864,21	13.031,13
BC-904	12,25	6900	206	0,9	8.864,21	13.031,13
BC-905	95,55	6900	206	0,9	19.375,98	28.484,29
BC-906	95,55	6900	206	0,9	19.375,98	28.484,29
BC-907	27,77	6900	206	0,9	11.002,84	16.175,09
BC-908	27,77	6900	206	0,9	11.002,84	16.175,09
BC-909	42,77	6900	206	0,9	12.951,91	19.040,37
BC-910	42,77	6900	206	0,9	12.951,91	19.040,37
BC-911	13,03	6900	206	0,9	8.976,42	13.196,09
BC-912	13,03	6900	206	0,9	8.976,42	13.196,09
COST TOTAL (€)						440.568

7.3.1.2.5. Calderes

Per al cas de les calderes de la planta ProUrea Manufacturing s'utilitzarà el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G. Destacar que en aquests càlculs es considera amb calderes d'una pressió entre els 15 a 40 bars, on el cabal màssic de vapor d'aigua(S) està en kg/h i entre els paràmetres de 5000 kg/h com a mínim i 200000 kg/h com a màxim, $\alpha = 106.000$, $b = 8,7$, $n = 1$ i $S = 1$.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul per la caldera de vapor CVA-901:

$$Ce = \alpha + b \cdot S^n \text{ Equació 7.3.13}$$

$$Ce = 106.000 + 8,7 \cdot (44243)^1 = 490.914,1\$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2006, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 490.914,1 \$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{509,7\$} \right) \cdot \left(\frac{0,93 €}{1 \$} \right) = 929.834,2€$$

Per les calderes de fluid tèrmic CF-901 es realitza el mateix càlcul sempre que no es passi dels 200000 kg/h de cabal màssic de vapor.

Quan la caldera té un cabal màssic de vapor (S) més gran dels 200000 kg/h s'utilitza una altra equació on $\alpha = 110.000$, $b = 4,5$, $n = 0,9$.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul per la caldera de vapor CF-902:

$$Ce = 110.000 + 4,5 \cdot (286249)^{0,9} = 476.675,6 \$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2006, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 476.675,6 \$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{509,7\$} \right) \cdot \left(\frac{0,93 €}{1 \$} \right) = 902.865,4€$$

A la taula 7.3.6 es mostra els costos totals de cada caldera

Taula 7.3.6: Costos de les calderes.

Equip	Cabal màssic(kg/h)	Paràmetres			Cost CEPCI 2006 (\$)	COST CEPCI 2024 (€)
		α	b	n		
CF-901	83243	106000	8,7	1	830.214,1	1.572.498,1
CF-902	286249	110000	4,5	0.9	476.675,6	902.865,4
CF-903	127935	106000	8,7	1	1.219.034,5	2.308.957,9
CF-904	39684	106000	8,7	1	451.250,8	854.708,4
CVA-901	44243	106000	8,7	1	490.914,1	929.834,2
CVA-902	41072	106000	8,7	1	463.326,4	877.580,7
COST TOTAL (€)						7.446.444,7

7.3.1.2.7. Reactors

A la planta ProUrea Manufacturing es disposen 5 reactors amb un volum de 20 m³ que es poden simular com reactors encamisats agitats i plats de campana de bombolleig, pels càlculs d'aquest es realitza el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul per al reactor R-101:

$$Ce = 53000 + 28000 \cdot (20)^{0,8} = 360.596,9\$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2006, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 16.398,53\$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{509,7\$}\right) \cdot \left(\frac{0,93\text{ €}}{1\$}\right) = 683.002,1\text{ €}$$

A més a més, s'ha d'afegir els costos de plats que té cada reactor, en aquest cas cada reactor té 10 plats, es poden simular com plats de campana de bombolleig, pels càlculs d'aquest es realitza el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G. On $\alpha = 290$, $b = 550$, $n = 1,9$ i $S = 1,58\text{m}$ és el diàmetre del reactor en metres.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul de les campanes de bombolleig per al reactor R-101:

$$C_e = 290 + 550 \cdot (1,58)^{1,9} = 1601,62 \$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2006, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCI:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 16.398,53\$ \cdot \left(\frac{805,7\$}{509,7\$}\right) \cdot \left(\frac{0,93\text{€}}{1\$}\right) = 3033,62\text{€}$$

Per tant, es multiplica per 10 vegades i per 5 per cada reactor aquest resultat i es suma al cost total:

$$3033,62\text{€} \cdot 10 \cdot 5 = 151.681\text{€}$$

A la taula 7.3.7 es mostra un resum del càlcul dels reactors amb els paràmetres corresponents.

Taula 7.3.7: Costos dels reactors

Equip	Capacitat(m³)	Paràmetres			Cost CEPCI 2006 (\$)	COST CEPCI 2024 (€)
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>n</i>		
R-201	20	53000	28000	0,8	360.596,9	683.002,1
R-202	20	53000	28000	0,8	360.596,9	683.002,1
R-203	20	53000	28000	0,8	360.596,9	683.002,1
R-204	20	53000	28000	0,8	360.596,9	683.002,1
R-205	20	53000	28000	0,8	360.596,9	683.002,1
COST TOTAL (€)						3.415.010,5

El cost total pels 5 reactors més els 10 plats per a cada reactor són de $3.415.010,5\text{€} + 151.681\text{€} = 3.566.691,5\text{€}$

7.3.1.2.8. Stripper

Per al Stripper de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar un. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha fet una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que un stripper està valorat en 1.200.000 de dòlars la unitat, que, convertits a euros, equivalen a 1.107.108 €.

Per tant, el cost total de un stripper són 1.107.108 €.

7.3.1.2.9. Hidrolitzador

Per al hidrolitzador de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar únicament un. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha fet una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que un hidrolitzador està valorat en 1.000,000 de dòlars la unitat, que, convertits a euros, equivalen a 930.000€.

Per tant, el cost total d'un hidrolitzador són d'1.860.000€.

7.3.1.2.10. Absorbidor

Per al adsorbidor de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar dos. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha fet una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que cada absorbidor està valorat en 500.000 de dòlars la unitat, que, convertits a euros, equivalen a 465.000 €.

Per tant, el total dels dos absorbidors són de 930.000€.

7.3.1.2.11. Desorbidor

Per el desorbidor de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar dos. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha fet una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que cada desorber està valorat en 1.000,000 de dòlars la unitat, que, convertits a euros, equivalen a 930.000,000 €.

Per tant, el total dels dos desorbers són d'1.860.000,00 €.

7.3.1.2.12. Decomposer

Per al decomposer de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar dos. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha fet una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que un decomposer està valorat en 550.000 de dòlars la unitat, que, convertits a euros, equivalen a 511.500€.

Per tant, el cost total de dos decomposer són d'1.023.000 €.

7.3.1.2.13. Trituradors

Per als trituradors de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar trituradors de rodet. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha realitzat una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que amb una sola unitat de la trituradora de rodet del model 'ORT-23.4', es pot triturar urea a un ritme de fins a 15 tones per hora, permetent un total de 360 tones d'urea triturada al dia.

Com es necessita una producció de 1200 tones/dia, el que fem és demanar a l'empresa una la mateixa màquina, però que sigui capaç de produir les tones necessàries.

Per tant, el que fem és multiplicar per 4 el preu d'aquesta màquina per augmentar la seva producció a 1440 tones/dia d'urea.

En demanar una trituradora especialitzada per la planta s'augmenta un 20% més del pressupost.

El cost total d'aquesta màquina és de 10.080,0 dòlars, que, convertits a euros, equivalen a 9.252,43 €^[10].

7.3.1.2.14. Granuladors

Per als granuladors de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar un granulador de tambor rotatori. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha realitzat una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que es necessita 4 unitats de granulador de tambor rotatori, es pot granular urea a un ritme de 13 t/h per cada granulador, a ProUrea Manufacturing s'ha de complir l'objectiu de produir 1200 tones/dia, així doncs, es demana a l'empresa fabricar una sola unitat de granulador, però que sigui capaç de produir les 1200 tones/dia.

En demanar una granuladora especialitzada per la planta, augmenta un 20% més del pressupost.

El cost d'aquesta màquina és de 6.570,00 dòlars, que, en multiplicar per quatre el cost és de 26.280,00 dòlars, que amb l'augment del 20%, queda un total de 31.536 dòlars, que convertits a euros, equivalen a 28.946,89 €.^[11]

7.3.1.2.15. Secador de llit fluid

Per a l'assecador de llit fluid de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar un de l'empresa Jinan Remax Machinery Technology . Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha dut a terme una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que cada unitat d'assecador de llit fluid, té una capacitat d'assecament de 14400 kg/h d'urea. Per tant, es necessiten 4 assecadors de llit fluid per arribar a les 1200 tones/dia.

El cost d'aquesta màquina és de 20.000 dòlars per unitat, és a dir, surt a 80.000 dòlars. A ProUrea Manufacturing es vol fer ús únicament d'una màquina. En conseqüència, es demana un assecador de llit fluïditzat especialitzat per la planta, on s'augmenta un 20% més del pressupost.

És per això que el cost final és de 96.000 dòlars, que convertits a euros, equivalen a 88.118,40 €.^[12]

7.3.1.2.16. Tamisadora

Per la tamisadora de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar una de tamís quadrat giratori. Com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha fet una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que amb tres unitats de tamís quadrat giratori, es pot tamisar urea a un ritme de fins a 60 tones per hora, permetent un màxim de 1440 tones d'urea tamisada al dia, a ProUrea Manufacturing s'ha de complir l'objectiu de produir 1200 tn/dia, així doncs, amb tres màquines es compleix l'objectiu.

El cost d'aquesta màquina és de 13.500.00 dòlars la unitat, que, convertits a euros, equivalen a 12.681,97 €.

Es demana que en comptes de fer servir tres tamisadores, utilitzar una única tamisadora especialitzada per la planta el que augmenta un 20% més del pressupost.

Per tant, la unitat costarà un total de 45.655,09 € ^[13].

7.3.1.2.17. Final Cooler

Pel final cooler de ProUrea Manufacturing, com no es pot calcular el seu cost mitjançant les correlacions de Sinnott R. & Towler G ni el mètode algorítmic de Couper, s'ha fet una anàlisi del mercat a través de proveïdors que comercialitzen aquests equips.

Finalment, s'ha determinat que un final cooler està valorat en 150.000 dòlars la unitat, que convertits a euros, equivalen a 139.500 €.

7.3.1.2.18. Chiller

A la planta ProUrea Manufacturing es disposen 2 chillers, pels càlculs d'aquest es realitza el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G, per a 'refrigerador mecánico de relleno'.

On S és la potencia de evaporació en kW.

A continuació, es realitza un exemple de càlcul per al chiller CL-101:

$$C_e = 21.000 + 2100 \cdot (1000)^{0.9} = 1.073.493,19\$$$

Per tant, el preu obtingut pertany a l'any 2006, s'utilitza l'equació esmentada anteriorment per obtenir l'actual CEPCL:

$$\text{Cost de l'equip actual} = 1.073.493,19\$ \cdot \left(\frac{805.7\$}{509.7\$}\right) \cdot \left(\frac{0.93 \text{ €}}{1 \$}\right) = 1.578.123,44\text{€}$$

A la taula 7.3.8 es mostra un resum del càlcul dels chillers amb els paràmetres corresponents.

Taula 7.3.8: Costos dels chillers

Equip	S (kW)	α	Q	n	Cost CEPCI 2006 (\$)	COST CEPCI 2024 (€)
CL-901	1000	21000	2100	0.9	1.073.493,19	1.578.123,44
CL-902	1000	21000	2100	0.9	1.073.493,19	1.578.123,44
COST TOTAL (€)						3.156.246,89

A la taula 7.3.9 es mostra els costos totals de cada equip.

Taula 7.3.9: Costos total dels equips

Equips	Cost 2024 (€)
Tancs d'emmagatzematge	5.452.542,52
Condensador	16.696,32
Evaporadors	898.641
Bombes	440.568
Calderes	7.446.444,7
Reactors	3.566.691,5
Trituradors	9.252,43
Granuladors	28.946,89
Secadors de llit fluid	88.118,40
Tamisadora	45.655,09
Final Cooler	139.500
Hidrolitzador	1.860.000
Absorbidor	930.000
Desorbidor	1.860.000
Decomposer	1.023.000

Chiller	3.156.246,89
Stripper	1.107.108
TOTAL(€)	27.032.308.88

Per tant, els costos totals de cada equip és: **27.032.308.88 €**

7.3.1.3. Mètode VIAN

El mètode VIAN (Valoració d'Instal·lacions per Anàlisi de Nombres) és una tècnica emprada per avaluar instal·lacions industrials, especialment en l'àmbit de l'enginyeria química i de processos. Aquest mètode es basa en l'anàlisi de diversos paràmetres tècnics i econòmics de la instal·lació, com ara el cost estimat de la maquinària i aparells de la planta a la *Taula 7.10*, entre altres.

Mitjançant l'ús d'equacions i models matemàtics, el mètode VIAN estima el valor de la instal·lació segons aquests paràmetres, possibilitant fer avaluacions econòmiques i financeres de projectes industrials. Aquest enfocament proporciona una forma sistemàtica i quantitativa d'avaluar el valor d'una instal·lació industrial, la qual cosa pot resultar útil en processos de planificació, inversió i presa de decisions. ^[14]

A la *Taula 7.3.10* es mostren les equacions utilitzades per a cada paràmetre i el cost resultant que s'utilitza a ProUrea Manufacturing.

Taula 7.3.10 Mètode de VIAN.

Paràmetre	Definició	Equació	Equació	COST (€)
I1	Maquinària i aparells	X	X	27.032.308.88
I2	Instal·lació	$0,35X - 0,5X$	$0,35X$	9.461.308,108
I3	Canonades i vàlvules	Sòlids: $0,1X$	-	-
		Fluids: $0,6X$	$0,6X$	16.219.385,33
I4	Instrumentació	$0,05X - 0,3X$	$0,05X$	1.351.615,44
I5	Aïllaments	$0,03X - 0,1X$	$0,03X$	810.969,26
I6	Instal·lació elèctrica	$0,1X - 0,2X$	$0,1X$	2.703.230,88
I7	Terrenys i edificis	Terrenys: valoració	-	7.985.250

		concreta		
		Edif. interiors: 0,2X - 0,3X	0,2X	5.916.332,73
		Edif. mixtes: 0,12X - 0,15X	0,12X	3.549.799,64
		Edif. exteriors: 0,05X	0,05X	1.479.083,18
I8	Instal·lacions auxiliars	0,25X - 0,7X	0,3X	8.109.692,66
Y	Capital físic o primari	Sumatori de I1 a I8	Sumatori de I1 a I8	83.676.714,86
I9	Honoraris del projecte i direcció de muntatge	0,2Y - 0,3Y	0,2Y	16.735.142,97
Z	Capital directe o secundari	Y + I9	Y + I9	100.410.857,8
I10	Contractista	0,04Z - 0,1Z	0,06Z	6.024.651,47
I11	Despeses imprevistes	0,1Z - 0,3Z	0,1Z	10.041.085,78
TOTAL Capital Immobilitzat (€)				116.476.595,1

Per tant, el capital immobilitzat total és: **116.476.595,1 €**

7.3.2. Capital circulant

El capital circulant, també conegut com a actiu circulant, abasta els recursos líquids disponibles per a una empresa en qualsevol moment. Aquest conjunt d'actius comprèn aquells béns i drets que poden convertir-se en efectiu en un termini curt, generalment dins d'un any.

Aquests actius circulants es distingeixen per la seva participació en el procés productiu i la seva posterior inclusió en el producte final. Per exemple, les matèries primeres utilitzades en la fabricació d'un bé són un actiu circulant, ja que es transformen i es converteixen en efectiu en un període de temps relativament curt.^[15]

Per obtenir una estimació del capital circulant, s'utilitza el mètode global, el qual estableix que aquest capital oscil·la entre el 10% i el 30% del capital immobilitzat. En aquest context, s'ha determinat que el percentatge a aplicar és del 15%.

Per tant, el capital circulant és:

$$\text{Capital Circulant} = 0,15 \cdot \text{Capital immobilitzat} \text{ Equació 7.3.14}$$

$$\text{Capital Circulant} = 0,15 \cdot 116.476.595,1 = 17.471.489,27\text{€}$$

7.3.3. Posada en marxa

La fase de posada en marxa és crucial en el càlcul de la inversió de la planta. Durant el període en què el procés s'estabilitza i arriba a estabilitzar-se, s'incorren en costos de matèries primeres i serveis que no es recuperen. És essencial assegurar una posada en marxa eficient per minimitzar aquestes despeses.

Encara que el cost de la posada en marxa és relativament baix comparat amb el capital immobilitzat, no s'ha de subestimar. Donada la complexitat del procés i les possibles tarifes associades, s'estima que representa aproximadament un 5% del capital immobilitzat.

Per tant, el càlcul del cost de la posada en marxa es determina per:

$$\text{Posada en marxa} = 0,05 \cdot \text{Capital immobilitzat} \text{ Equació 7.3.15}$$

$$\text{Posada en marxa} = 0,05 \cdot 116.476.595,1 = 5.823.829,75\text{€}$$

7.3.4. Inversió inicial total de la planta

La inversió inicial total de la planta consisteix en la suma del capital immobilitzat, el capital circulant i el cost de la posada en marxa.

A la Taula 7.3.11 es pot veure el detall del cost total de la inversió de la planta juntament amb els diversos components que la conformen.

Taula 7.3.11 Inversió inicial total.

	Inversió (€)
Capital immobilitzat	116.476.595,1
Capital circulant	17.471.489,27
Posada en marxa	5.823.829,75
Inversió inicial total de la planta	139.771.914,12

Per tant, la inversió inicial total és: **139.771.914€**

7.4. Costos de producció

Els costos de producció són les despeses que es produeixen durant la generació de béns o serveis. Aquests costos poden incloure la matèria primera, la mà d'obra directa i altres despeses generals. A ProUrea Manufacturing es la suma dels costos de fabricació i els costos generals. ^[16]

És crucial tenir en compte aquests costos en el moment de fixar els preus dels béns o serveis, ja que poden afectar l'índex de rendibilitat d'una empresa.

7.4.1. Costos de fabricació

En aquest apartat, es consideren tots els costos relacionats directament o indirectament amb el procés de producció i les seves necessitats. Els costos fixos són els que no depenen de la producció de la planta, mentre que els costos variables estan vinculats a la producció.

Els costos directes són els que es poden atribuir directament al producte, mentre que els costos indirectes són els relacionats amb la producció en general i no amb un producte específic.

Per calcular aquests costos, s'utilitzarà el mètode VIAN durant un any natural.

7.4.1.1. Matèries primeres (M1)

Els costos de matèries primeres és el cost de l'amoníac i el diòxid de carboni per fabricar la urea. S'exposa el cost unitari al mercat global (€/tn), la quantitat de producció anual (tn/any) i el cost total anual (€/any). A la taula 7.4.1 es veuen reflectits els costos de matèries primeres esmentades.

Taula 7.4.1 Cost matèries primeres (M1).

Matèria prima	Cost unitari (€/tn)	Producció anual (tn/any)	Cost anual (€/any)
Amoníac	531	203.760	108.196.560
Diòxid de carboni	202,8	264.024	53.544.067,2
COST TOTAL M1 (€)			161.740.627,2

Per tant, el cost de les matèries primeres és: **161.740.627,2 €**

7.4.1.2. Mà d'obra directa (M2)

Els costos de mà d'obra directa són aquells associats als salaris dels treballadors que intervenen directament en la fabricació d'un producte o en la prestació d'un servei.

D'altra banda, els costos de mà d'obra indirecta corresponen als treballadors necessaris però que no estan directament involucrats en la fabricació del producte o la prestació del servei. Això inclou els empleats com els encarregats de vigilància, seguretat o l'equip de logística, que contribueixen al funcionament general de la planta sense estar directament implicats en la producció.

És important distingir entre aquests dos tipus de costos laborals per tal de comprendre millor la despesa total associada a la mà d'obra i gestionar eficaçment la planta.

A ProUrea Manufacturing la planta opera 300 dies a l'any, les 24 hores del dia. S'ha optat per implementar 5 torns de treball: 3 torns de 8 hores cadascun de dilluns a divendres, distribuïts en matí (de 6h a 14h), tarda (de 14h a 22h) i nit (de 22h a 6h), i 2 torns de treball els caps de setmana, de 12 hores cadascun, repartits en torn de dia (de 6h a 18h) i torn de nit (de 18h a 6h).

Un altre factor a tenir en compte és pagar la Seguretat Social a tots els treballadors on s'aplica un 23,6% del sou brut.^[17]

Per tant, ProUrea Manufacturing treballa en continu, en ser un procés més fàcil d'automatitzar i controlar. Per saber el nombre d'empleats directes a utilitzar s'utilitza la següent Figura 7.4.1^[18].

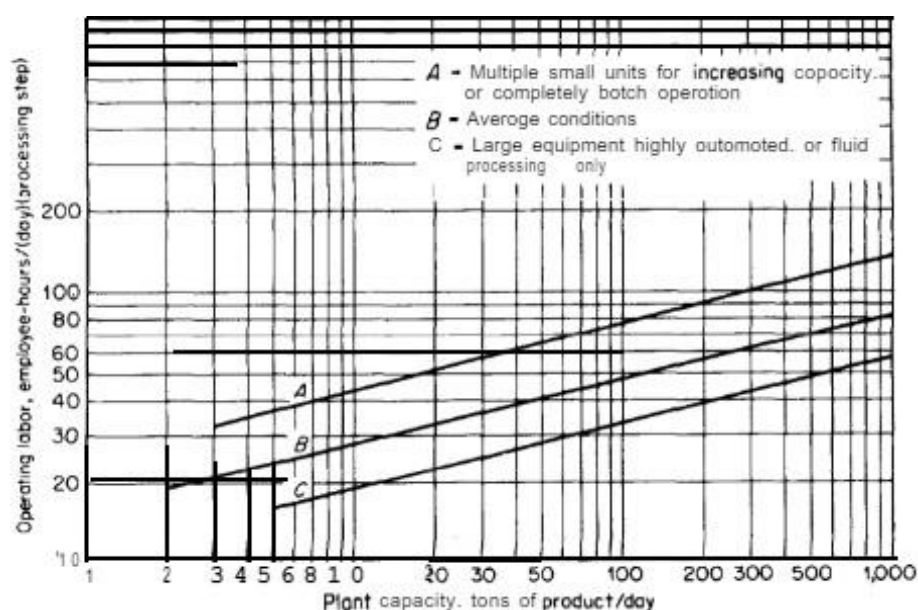


Figura 7.4.1. Hores necessàries per producció diària i unitat de procés.

Per a un procés automatitzat i continu se segueix la línia C. Com s'han de produir 1200 tones/dia d'urea, se superen les hores que marca el gràfic, és per això, que s'aproxima a unes 65 hores treballades per unitat de procés i per dia.

Es tenen en compte com a unitats principals els tancs d'emmagatzematge (únic element), reactors (únic element), stripper (únic element), pool condenser (únic element), dos absorber, dos decomposer, dos evaporadors, dos desorbers, hidrolitzador (únic element), calderes (únic element), chillers (únic element), granulador (únic element), fluid bed dryer (únic element), tamissadora (únic element), crusher (únic element), dos cooler obtenim un total de 21 unitats de procés.

$$65 \text{ hores} = \text{hores treballades} / (\text{unitat de procés} \cdot \text{dia}) \rightarrow$$

$$65 \cdot 21 \text{ unitats de procés} = \text{hores treballades/dia} \rightarrow 1365 = \left(\frac{\text{hores treballades}}{\text{dia}} \right) \rightarrow$$

$$273 = \left(\frac{8 \text{ hores treballades}}{\text{dia}} \right) \rightarrow \text{número de treballadors} = \frac{273}{8} = 34.12$$

$$\approx 34 \text{ treballadors}$$

S'obté un total de 34 operaris per torn. Com a ProUrea Manufacturing hi ha 5 torns de treball, el número d'operaris totals serà de 170 persones.

Per tant, a la taula 7.4.2 Mà d'obra directa (M2) es presenta el departament, número de personal, horari, número de torn, i diferents costos que implica a l'empresa el treballador.

Taula 7.4.2 Mà d'obra directa (M2).

Departament	Càrrec	Personal	Horari	N torns	Sou brut anual €	Cost Seguretat Social Anual €	Cost salarial anual €
Direcció	Director general	1	Partit	-	100000	23600	123600
	Secretaria de gerència	1	Partit	-	40000	9440	49440
DEPARTAMENT DE PRODUCCIÓ I MANTENIMENT	Director tècnic	1	Partit	-	60000	14160	74160
	Secretari de direcció tècnica	1	Partit	-	30000	7080	37080
	Encarregat del torn	5	Partit	-	30000	7080	37080
	Operaris de producció	170	Partit	-	22000	5192	27192
	Cap de manteniment	1	Partit	-	30000	7080	37080
	Operaris de manteniment	5	Partit	-	22000	5192	27192
	Cap d'emmagatzematge	1	Partit	-	25000	5900	30900
DEPARTAMENT D'ENGINYERIA	Director departament d'enginyeria	1	Partit	-	50000	11800	61800
	Enginyers de processos	5	Partit	-	30000	7080	37080

	Enginyers de planta	5	Partit	-	30000	7080	37080
	Enginyer de control	5	Partit	-	30000	7080	37080
DEPARTAMENT COMERCIAL I MARKETING	Director comercial	1	Partit	-	40000	9440	49440
	Comercials	5	Partit	-	20000	4720	24720
	Cap de màrqueting	1	Partit	-	35000	8260	43260
	Personal de màrqueting	1	Partit	-	20000	4720	24720
DEPARTAMENT DE QUALITAT I SEGURETAT	Director de qualitat	1	Partit	-	50000	11800	61800
	Cap de departament d'I+D	1	Partit	-	40000	9440	49440
	Tècnics de qualitat	1	Partit	-	30000	7080	37080
	Tècnics departament I+D	1	Partit	-	30000	7080	37080
	Cap de departament d'HSE	1	Partit	-	35000	8260	43260
	Tècnic d'HSE	1	Partit	-	25000	5900	30900
	Responsable de medi ambient	1	Partit	-	40000	9440	49440
	Responsable de control de qualitat	1	Partit	-	40000	9440	49440

DEPARTAMENT DE EMMAGATZEMATGE I LOGÍSTICA	Cap departament de logística	1	Partit	-	40000	9440	49440
	Tècnic logística	1	Partit	-	25000	5900	30900
	Tècnic logístic de transport	1	Partit	-	25000	5900	30900
	Responsable de magatzem i expedicions	1	Partit	-	30000	7080	37080
	Planificador de producció	1	Partit	-	30000	7080	37080
DEPARTAMENT DE RECURSOS HUMANS	Director de recursos humans	1	Partit	-	40000	9440	49440
	Tècnic de recursos humans	1	Partit	-	25000	5900	30900
DEPARTAMENT FINANCER	Director de finances	1	Partit	-	50000	11800	61800
	Comptables	3	Partit	-	25000	5900	30900
DEPARTAMENT DE NETEJA	Cap de neteja	1	Partit	-	40000	9440	49440
	Operaris de neteja	5	Partit	-	25000	5900	30900
TOTAL M2							1556124

El cost total de mà d'obra directa es de **1.556.124 €**

7.4.1.3. Patents (M3)

La patent i el model d'utilitat són títols atorgats per l'Estat que donen al seu titular el dret d'impedir temporalment als altres la fabricació, venda o utilització comercial a Espanya de la invenció protegida.

La duració d'una patent és d'un màxim de 20 anys, comptats a partir de la data de sol·licitud d'aquesta. Des del mateix dia en què es presenta la sol·licitud de patent s'apliquen els seus efectes. Un cop transcorregut aquest temps, el que està patentat passa a ser de domini públic. [19]

Per tant, els patens utilitzats per ProUrea Manufacturing tenen una antiguitat major a vint anys, aleshores no hi ha un cost afegit. És, doncs, que $M3 = 0 \text{ €/any}$.

7.4.1.4. Mà d'obra indirecta (M4)

La mà d'obra indirecta com ja s'ha explicat a l'apartat de la mà d'obra directa és un terme que es refereix als treballadors que no estan directament implicats en la producció de béns o serveis, però que són necessaris per mantenir l'operació d'una empresa. És un cost indirecte que es distribueix entre tots els productes o serveis que produeix una empresa i pot afectar significativament la seva rendibilitat.

S'estima que el cost correspon entre un 12% i un 45% del cost de la mà d'obra directa. A ProUrea Manufacturing s'ha escollit un percentatge del 15%.

Per tant, es calcula el preu de M4:

$$M4 = \text{mà d'obra directa (M2)} \cdot 0,15 \text{ Equació 7.3.16}$$

$$M4 = 1.556.124 \cdot 0,15 = 233.418,6 \text{ €}$$

7.4.1.5. Serveis (M5)

El tema tracta dels costos anuals dels serveis generals com l'electricitat, aigua de xarxa, aigua d'incendis i gas natural necessaris per al funcionament de la planta. La següent *Taula 7.16* es presentat dits serveis.

Com a empresa de producció, ProUrea Manufacturing ha optat per contractar una tarifa de 0,0214kWh de gas natural.^[20]

Per al preu de l'electricitat a partir de març de 2024 està a 0,045 (kWh)/€.^[21]

Pel preu d'aigua de xarxa i l'aigua d'incendis d'ús industrial al Prat de Llobregat a març de 2024 està a 2,430€/m³ i 1,268€/m³.^[22]

Per l'oli tèrmic en ser un circuit tancat es renovarà cada dos anys per aconseguir una major vida útil dels equips que s'utilitza l'oli. ^[23]

Taula 7.4.3 Serveis (M5).

Serveis	Cost unitari (€)	Consum anual	Cost anual (€/any)
Energia Elèctrica (kWh)	0,045	100.347,8922 kWh/any	1.361.891,68
Aigua de xarxa (m³)	2,430	567.433,56 m³ /any	871.151,24
Aigua d'incendis (m³)	1,268	567.433,56 m³ /any	93.853,51
Gas natural (kWh)	0,0214	178.744,59 kWh/any	1.158.526,75
Oli tèrmic (L)	4,55	43797 L/any	199.276,35
COST TOTAL M5 (€)			3,684,699.53

7.4.1.6. Subministraments (M6)

Es consideren subministraments tots aquells materials que tenen un ús freqüent a la planta necessària per a la producció, però que no són considerats matèries primeres com per exemple els EPI o eines pel manteniment de qualsevol maquinària.

Els subministraments suposen entre un 0,2 i 1,5% del capital immobilitzat de la planta. Per a ProUreaManufacturing s'ha establert un 0,8% del capital immobilitzat.

Per tant, es realitza el càlcul de M6:

$$M6 = \text{Capital immobilitzat} \cdot 0,008 \text{ Equació 7.4.1}$$

$$M6 = 116.476.595,1 \cdot 0,008 = 931.812,76 \text{ €}$$

7.4.1.7. Reparacions i manteniment (M7)

En aquesta partida es calcula les reparacions i manteniments anuals necessaris per al bon funcionament dels diferents equips de la planta. El cost total oscil·la entre un 5% i 7% del capital immobilitzat. A ProUrea Manufacturing s'ha decidit utilitzar un 6%.

Per tant, es realitza el càlcul de M7:

$$M7 = \text{Capital immobilitzat} \cdot 0,06 \text{ Equació 7.4.2}$$

$$M7 = 116.476.595,1 \cdot 0,06 = 6.988.595,71 \text{ €}$$

7.4.1.8. Laboratoris (M8)

Els laboratoris serveixen per dur a terme proves de control de qualitat de matèries primeres i el producte com la urea. El cost oscil·la entre el 5% i el 25% de la mà d'obra directa (M2). En el cas de ProUrea Manufacturing s'utilitzarà un 15%.

Per tant, es realitza el càlcul de M8:

$$M8 = M2 \cdot 0.15 \text{ Equació 7.4.3}$$

$$M8 = 1.556.124 \cdot 0.15 = 233.418,6 \text{ €}$$

7.4.1.9. Embalatge (M9)

A l'embalatge es té en compte el preu que costa embassar la urea, com a ProUrea Manufacturing tota la urea produïda s'exporta en camions cisterna no es té en compte el preu perquè no ha de ser embassada en envasos o recipients.

Per tant, M9= 0€

7.4.1.10. Transport (M10)

El cost per al transport és molt inestable per poder calcular un preu racional, ja que depèn de la distància a què es recorre, el mitjà de transport, el volum i el preu dels combustibles.

Com a conclusió, a ProUrea Manufacturing es destina un 10% del cost de la mà d'obra (M2).

Per tant, es realitza el càlcul de M10:

$$M10 = M2 \cdot 0,1 \text{ Equació 7.4.4}$$

$$M10 = 1.556.124 \cdot 0,1 = 155.612,4 \text{ €}$$

7.4.1.11. Lloguers (M11)

Aquest cost és nul, ja que la parcel·la és de propietat i, per tant, només s'efectua un pagament inicial al començament del projecte. Aquesta despesa s'anticipa recuperar al final de la vida útil de la planta com a valor residual.

En conseqüència, M(11)= 0€

7.4.1.12. Impostos (M12)

En aquest apartat es calculen els impostos que no són atribuïbles als beneficis de l'empresa, és a dir, són impostos locals com l'IBI, la taxa de residus i emissions efectuades a l'atmosfera.

Aquests impostos estan entre el 0,5% i l'1% del capital immobilitzat. A ProUrea Manufacturing s'utilitzarà el 0,7%.

Per tant, es realitza el càlcul de M12:

$$M12 = \text{Capital immobilitzat} \cdot 0,007 \text{ Equació 7.4.5}$$

$$M12 = 116.476.595,1 \cdot 0,007 = 815.336,17 \text{ €}$$

7.4.1.13. Assegurances (M13)

Per al cost de les assegurances es determina a través del tipus d'indústria, en el cas de ProUrea Manufacturing en ser una empresa química, es cobreix els incendis, robatoris i responsabilitat civil. Per tot això esmentat s'estima en un 1% del capital immobilitzat.

Per tant, es realitza el càlcul de M13:

$$M13 = \text{Capital immobilitzat} \cdot 0,01 \text{ Equació 7.4.6}$$

$$M13 = 116.476.595,1 \cdot 0,01 = 1.116.765,95 \text{ €}$$

Una vegada obtenim tots els costos de fabricació els agrupem a la taula 7.4.4 per obtenir el cost total de fabricació anual a la planta.

Taula 7.4.4. Costos de fabricació.

Paràmetre	Partida	Cost (€)
M1	Matèries primeres	161.740.627,2
M2	Mà d'obra directa	1.556.124
M3	Patents	-
M4	Mà d'obra indirecta	233.418,6
M5	Serveis	3.684.699,53
M6	Subministraments	931.812,76
M7	Reparacions i manteniment	6.988.595,71
M8	Laboratoris	233.418,6
M9	Embalatge	-
M10	Transport	155.612,4

M11	Lloguers	-
M12	Impostos	815.336,17
M13	Assegurances	1.116.765,95
TOTAL COST DE FABRICACIÓ (€)		177.504.410,91

7.4.2. Costos generals

Els costos generals són aquelles despeses en les quals incideix l'empresa per mantenir el seu funcionament, però que no estan directament relacionades amb la producció de béns o serveis específics. Aquestes despeses són necessàries per mantenir la infraestructura i les operacions de l'empresa en funcionament, però no es poden assignar directament a un producte o servei en particular.

Els costos generals inclouen una varietat de despeses, com ara les relacionades amb l'administració, comercialització, investigació i serveis tècnics i com despeses financeres. Aquestes despeses són necessàries per mantenir les activitats diàries de l'empresa i garantir la seva continuïtat operativa.

7.4.2.1. Costos d'administració (G1)

Els costos d'administració són aquelles despeses relacionades amb la gestió i l'administració d'empresa. Aquestes despeses inclouen els salaris del personal administratiu, les despeses de les oficines, els costos de comptabilitat i finances, els costos legals, les despeses de tecnologia de la informació, entre altres.

Per estimar els costos d'administració s'utilitza entre un 3% i 6% els costos de fabricació. A ProUrea Manufacturing s'ha fet servir un 5% dels costos de fabricació.

Per tant, es realitza el càlcul de G1:

$$G1 = \text{Cost de fabricació} \cdot 0,05 \text{ Equació 7.4.7}$$

$$G1 = 177.504.410,91 \cdot 0,05 = 8.875.220,55 \text{ €}$$

7.4.2.2. Costos comercials (G2)

Els costos comercials són aquelles despeses associades amb les activitats de venda i comercialització d'una empresa. Aquests costos inclouen una sèrie de despeses destinades a promoure els productes o serveis de l'empresa, atraure clients, mantenir relacions amb els

clients existents i gestionar les vendes. Algunes de les despeses típiques associades als costos comercials inclouen les despeses de publicitat i màrqueting i les comissions de venda.

S'estima entre un 5% i el 20% dels costos de fabricació, a ProUrea Manufacturing es decideix un 12% per estimar els costos comercials.

$$G2 = \text{Cost de fabricació} \cdot 0,12 \text{ Equació 7.4.8}$$

$$G2 = 177.504.410,91 \cdot 0,12 = 21.300.529,31 \text{ €}$$

7.4.2.3. Despeses d'investigació i serveis tècnics (G3)

A les despeses d'investigació i serveis tècnics s'inclouen les despeses associades a la recerca i desenvolupament (R+D) i les activitats d'innovació tecnològica (IT), d'altra banda, els serveis tècnics inclouen els costos associats amb la prestació de serveis tècnics especialitzats necessaris per al funcionament eficient de la companyia, com ara consultoria tècnica o assessorament legal.

Per estimar els costos despeses d'investigació i serveis tècnics s'utilitza un 2.5% els costos immobilitzats.

Per tant, es realitza el càlcul de G3:

$$G3 = \text{Cost immobilitzat} \cdot 0,025 \text{ Equació 7.4.9}$$

$$G3 = 116.476.595,1 \cdot 0,025 = 2.911.914,88 \text{ €}$$

7.4.2.4. Despeses financeres (G4)

Les despeses financeres són els costos relacionats amb el finançament d'una empresa. Aquestes despeses es produeixen com a resultat de l'ús de capital extern, com préstecs, crèdits, emissions d'obligacions o altres formes de finançament per a les activitats empresarials.

A ProUrea Manufacturing no es té previst utilitzar cap préstec, en conseqüència el cost total de G4=0€

Una vegada obtenim tots els costos generals els agrupem a la *Taula 7.4.5*.

Taula 7.4.5 Costos generals

Paràmetre	Partida	Cost (€)
G1	Costos d'administració	8.875.220,55
G2	Costos comercials	21.300.529,31
G3	Despeses d'investigació i serveis tècnics	2.911.914,88
G4	Despeses financeres	-
TOTAL COST GENERAL (€)		33.087.644,73

7.4.3. Costos totals de producció

Un cop s'han calculat els costos de fabricació, que inclouen tots els desemborsaments associats directament amb la producció dels productes, i els costos generals, que abasten les despeses necessàries per mantenir el funcionament general de l'empresa, es pot procedir a calcular els costos totals de producció. Aquest càlcul es realitza simplement sumant els costos de fabricació i els costos generals.

A taula 7.4.6 es mostra els costos totals anuals de producció.

Taula 7.4.6 Costos anuals.

COSTOS DE FABRICACIÓ (€)	177.504.410,91
COSTOS GENERAL (€)	33.087.644,73
COSTOS TOTALS DE PRODUCCIÓ (€)	210.592.075,65

7.5 Vendes

La principal font d'ingressos de l'empresa serà la venda d'urea. Per això, s'ha realitzat un estudi de mercat d'aquest component per determinar quants ingressos es poden obtenir dels proveïdors i del mercat global per la venda d'urea. Aquest estudi permetrà establir oportunitats i reptes presents en el mercat de la urea. A més, ajudarà a fixar preus competitius i ha identificar els segments de mercat més prometedors per a la comercialització del producte.

A l'apartat 7.2 *Estudi de mercat* s'ha detallat el preu mitjà de la urea on és 351.25 \$ per tona mètrica.

Per tant, a la següent *taula 7.5.1* es proporciona els ingressos estimats de la producció de 360.000 tones/any d'urea.

Taula 7.5.1. Ingressos totals.

Substància	Cost unitari (tn/€)	Producció(tn/any)	Ingressos (€/any)
Urea	316,13	360.000	113.805.000
INGRESSOS TOTALS (€)			113.805.000

7.6 Rendibilitat del projecte

La rendibilitat d'un projecte, es refereix a la relació entre el benefici econòmic obtingut i els recursos propis invertits per aconseguir aquest benefici.

Aquest concepte és crucial per decidir si es deu iniciar un projecte, ja que si, després d'avaluar econòmica, es determina que el projecte no és rendible, el projecte no s'implementarà.

7.6.1 Amortització

L'amortització és un concepte comptable que fa referència a la pèrdua de valor d'un bé al llarg del seu temps de vida útil. Aquesta es registra amb la intenció de reflectir el valor real d'una propietat, tenint en compte el seu ús o desgast durant el seu període d'utilització. A més, en el càlcul de l'amortització també s'incorpora el valor residual.

La vida útil d'un bé fa referència al temps durant el qual es preveu que sigui utilitzable. D'altra banda, el valor residual és la quantitat amortitzada en la seva totalitat i estimada per recuperar un bé després que hagi acabat la seva vida útil. En altres paraules, és el valor pel qual l'empresa podrà vendre el bé una vegada hagi complert la seva vida útil. ^[24]

Al cas de ProUrea Manufacturing es fa servir l'equació de l'amortització lineal:

$$Amortització = \frac{V - V_R}{V_U} \text{ Equació 7.6.1}$$

On V és el capital immobilitzat, V_R és el valor residual i V_U la vida útil estimada.

La vida útil de la planta ProUrea Manufacturing s'estima al voltant dels 25 anys, ja que manté un ritme de producció elevat i constant al llarg del temps.

Pel que fa al valor residual, se situa entre un 5% i un 10% del capital immobilitzat. En el cas específic de ProUrea Manufacturing, s'ha optat per utilitzar un 10% com a estimació.

Per tant, es realitza el càlcul de M13:

$$\text{Amortització} = \frac{V - V_R}{25} = \frac{116.476.595,1 - (116.476.595,1 \cdot 0,1)}{25} = 4.193.157,42 \text{ €}$$

7.6.2. Net Cash Flow (NCF)

Net Cash Flow (NCF), o flux de caixa net, és una mesura financera que indica la quantitat total de diners que entra-i-surt d'una empresa en un període de temps determinat, després de considerar totes les entrades i sortides de fons, incloent-hi les despeses operatives, les inversions de capital i els ingressos no relacionats amb l'activitat principal de l'empresa.

Per calcular el flux de caixa net (NCF), cal tenir en compte diversos factors rellevants. En primer lloc, la vida útil de la planta, que en aquest cas és de 25 anys, a més, cal considerar que la construcció de la planta té una durada d'un any, durant els quals es realitzen les inversions inicials. Això implica que el capital immobilitzat es rebrà en un pagament.

D'altra banda, no es pot oblidar l'impacte dels impostos de societats a Espanya, que representen un 25% de la base imposable, és a dir, dels beneficis obtinguts per l'empresa. En cas de no aconseguir beneficis com el primer any de construcció de l'empresa no es pagaran els impostos.

A continuació a la taula 7.6.1 es presenta els fluxos nets de la caixa per cada any.

Taula 7.6.1 fluxos nets de la caixa per cada any

Anys	0	1	2	3	4	5	6	7
Capital immobilitzat (€)	-116.476.595€							
Capital circulant(€)	-17.471.489€							
Valor residual (€)								
Ingressos anuals (€)		113.805.000€	113.805.000 €	113.805.000 €	113.805.000 €	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€
Costes anuals (€)		-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€
Amortització (€)		-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€
Beneficio brut (€)		-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-4.193.157€
Base imposable (€)								
Impostos sobre el benefici (€)			25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058,€	25.245.058€
NFC	-133.948.084€	-96.787.075€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€

Anys	8	9	10	11	12	13	14	15
Capital immobilitzat (€)								
Capital circulant (€)								
Valor residual (€)								
Ingressos anuals (€)	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€
Costes anuals (€)	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€
Amortització (€)	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€
Beneficio brut (€)	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€
Base imposable (€)								
Impostos sobre el benefici (€)	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€
NFC	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€

Anys	16	17	18	19	20	21	22	23
Capital immobilitzat (€)								
Capital circulant (€)								
Valor residual (€)								
Ingressos anuals (€)	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€	113.805.000€
Costes anuals (€)	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€	-210.592.075€
Amortització (€)	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€	-4.193.157€
Beneficio brut (€)	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€	-100.980.233€
Base imposable (€)								
Impostos sobre el benefici (€)	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€
NFC	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€	-71.542.017€

Anys	24	25	26
Capital immobilitzat (€)			
Capital circulant (€)			
Valor residual (€)			
Ingressos anuals (€)	113.805.000€	113.805.000€	17.471.489€
Costes anuals (€)	-210.592.075€	-210.592.075€	11.647.659€
Amortització (€)	-4.193.157€	-4.193.157€	
Beneficio brut (€)	-100.980.233€	-100.980.233€	
Base imperible (€)			
Impostos sobre el benefici (€)	25.245.058€	25.245.058€	25.245.058€
NFC	-71.542.017€	-71.542.017€	54.364.207€

Per determinar el NFC a la Taula 7.21 s'ha utilitzat la següent equació:

$$NCF = C.I + C.C + V_R + C.A + I.A + (Base\ imposable \cdot i) \quad \text{Equació 7.6.2}$$

On:

- C.I = Capital immobilitzat
- C.C = Capital circulant
- V_R = Valor residual
- C.A = Costos anuals
- I.A = Ingressos anuals
- i = Interès sobre beneficis (25%)

7.6.3. Valor Actual Net (VAN) i Taxa Interna de Retorn (TIR)

El Valor Actual Net (VAN) i la Taxa Interna de Retorn (TIR) són dues mètriques clau utilitzades en l'anàlisi de viabilitat i rendibilitat d'un projecte d'inversió.

El Valor Actual Net (VAN) és la diferència entre el valor present dels ingressos futurs que percebrà una empresa i la quantitat que inverteix per tirar endavant un projecte. Si el resultat d'aquesta operació és positiu, vol dir que el negoci és viable. ^[25]

Per altra banda, la Taxa Interna de Retorn (TIR) és la taxa d'interès que fa que el VAN d'un projecte sigui zero. En altres paraules, és la taxa que iguala els ingressos nets actualitzats amb els costos inicials d'inversió. La TIR es fa servir per determinar la rendibilitat relativa d'un projecte d'inversió: si la TIR és superior a la taxa de rendiment requerida, el projecte és rendible; si és inferior, el projecte pot no ser atractiu des del punt de vista financer.

Per calcular el VAN s'utilitza la següent equació:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad \text{Equació 7.6.3}$$

On:

- F_t són els fluxos de diners en cada període t
- I_0 és la inversió realitzada en el moment inicial ($t = 0$)
- n és el nombre de períodes de temps
- k és el tipus de descompte o tipus d'interès exigida a la inversió.

Per calcular el TIR s'utilitza la següent equació:

$$VAN = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Per tal d'analitzar amb precisió la rendibilitat de la planta, s'ha representat la variació del VAN en funció del tipus d'interès. La figura 7.6.1 presenta els resultats obtinguts:

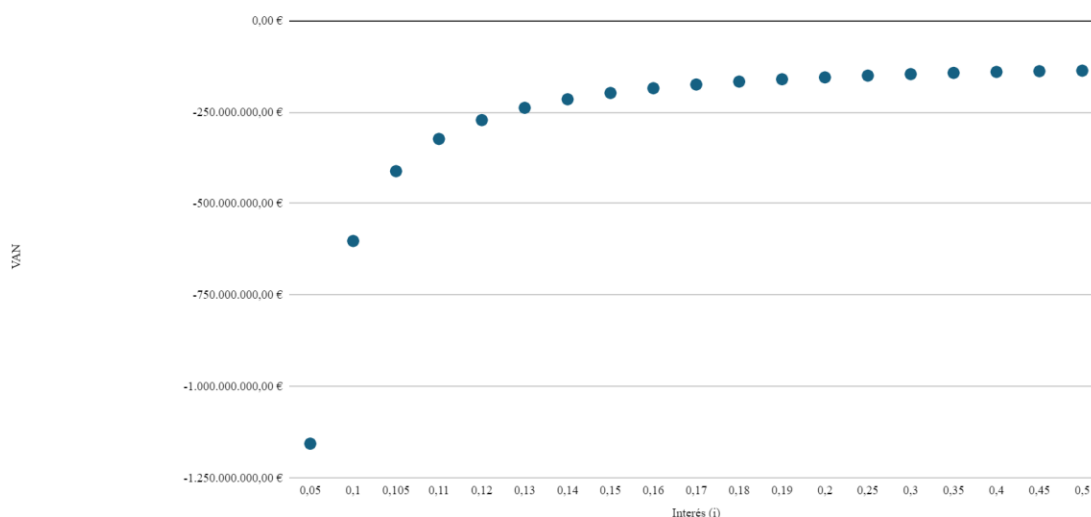


Figura 7.6.1. Evolució del VAN segon l'interès aplicat.

Com s'observa a la Figura 7.6.1 el valor del VAN és negatiu en tots els tipus d'interès calculats, per conseqüència el TIR també. Això és a causa del fet que actualment en 2024 els reactius d'amoníac i diòxid de carboni són més cars que la venda de la urea.

7.6.4 Recuperació de la inversió inicial (Pay-back)

El "payback" és una eina financera que s'utilitza per avaluar la rendibilitat d'un projecte o inversió. Bàsicament, indica el temps que triga una inversió a recuperar el capital invertit inicialment, és a dir, és el període de temps que necessita una empresa per recuperar el seu desemborsament inicial mitjançant els ingressos generats pel projecte. Hi ha dues maneres de calcular el pay-back on utilitzem la manera quan els fluxos de caixa són iguals.^[26]

$$Payback = \frac{I_0}{F} \text{ Equació 7.6.5}$$

On I_0 és la inversió inicial i F és el valor constant dels fluxos de caixa.

Per obtenir la recuperació de la inversió inicial, s'ha calculat l'ingrés anual mitjà (IAM) fent la mitjana del flux de caixa net (NCF) des de l'any 1 fins als vint-i-sis anys.

El resultat obtingut és IAM = - 67.670.434,07 €.

A partir d'aquí, es calcula el període de recuperació (pay-back) dividint el NCF de l'any 0 per l'ingrés anual mitjà (IAM).

$$\text{Payback} = -\frac{\text{NCF}(\text{any } 0)}{\text{IAM}} \text{ Equació 7.6.5}$$

$$\text{Payback} = -\frac{-133.949.084,37 \text{ €}}{-67.670.434,07 \text{ €}} = -1,98 \text{ anys}$$

A la figura 7.6.2 es veu l'evolució de l'acumulació de NCF amb els anys, on es pot veure que al cap de vuit anys de funcionament l'empresa comença a generar els diners suficients per estar en positiu.

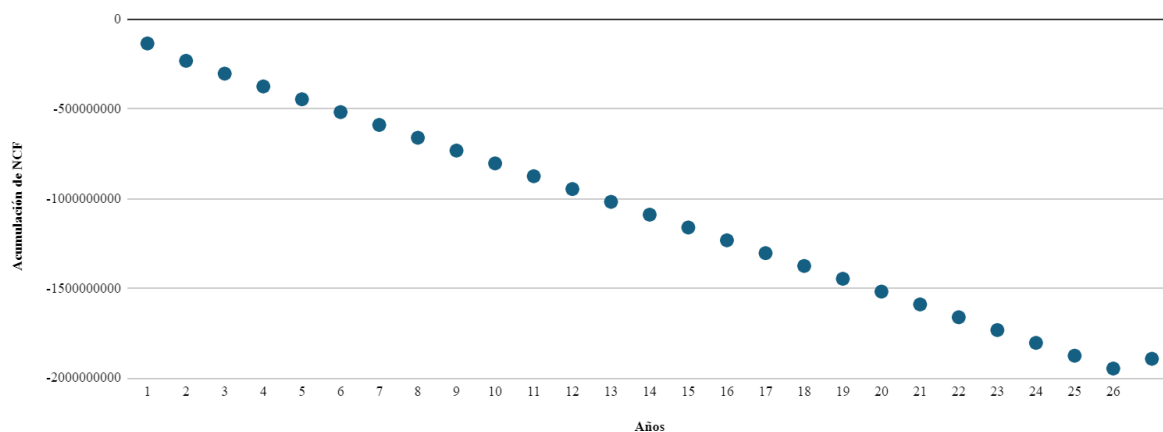


Figura 7.6.2 Anàlisi del anys necessaris per obtenir el Pay-back.

Per tant, podem observar que la inversió inicial no es recuperarà mai. Això és degut al fet que aquesta planta no és rendible de fabricar el 2024, ja que els costos dels reactius són més elevats que el preu de venda de la urea, fet que impedeix obtenir una rendibilitat.

7.7 Anàlisi de sensibilitat

Amb l'anàlisi de sensibilitat es veurà com varien els fluxos nets (NCF) de caixa i en conseqüència el valor actual net (VAN) i taxa interna de rendibilitat (TIR). Per fer això es varia els preus de les matèries primeres i dels productes, al no ser paràmetres fixos pel fet que varien amb el temps. Mitjançant la modificació dels preus d'aquests elements es pot avaluar la seva influència en els resultats financers del projecte, permetent així una millor comprensió dels riscos i oportunitats associats.

7.7.1 Sensibilitat del preu de venda de les matèries primeres

A partir d'aquí s'avalua la mateixa planta, però l'any 2022 on el preu de venda d'urea està en els seus màxims històrics i el preus dels reactius han variat.

7.7.1.1 Preu de compra de les matèries primeres

A la següent taula 7.7.1 es mostra el cost dels reactius a 2022.

Taula 7.7.1 Cost dels reactius a 2022.

Matèria prima	Cost unitari (€/tn)	Producció anual (tn/any)	Cost anual (€/any)
Amoníac	1.000	203.760	203.760.000,0
Diòxid de carboni	83,46	264.024	22.035.443,04
COST TOTAL M1 (€)			225.795.443,04

Per tant, el cost de les matèries primeres és de 225.795.443,04 €. Comparat amb el cost de les matèries primeres en 2024, que és de 161.740.627,20 €, és notablement superior. No obstant això, la diferència radica en el fet que el producte, la urea, es podia vendre a 854,92 €/tona el 2022, en lloc de 316,13 €/tona com l'any 2024.

7.7.1.2 Preu de venda dels productes

El preu de venda de la urea l'any 2022 és gairebé el triple que l'any 2024, a la taula 7.22 es mostra els ingressos totals.

Taula 7.7.2. Ingressos totals.

Substància	Cost unitari (tn/€)	Producció(tn/any)	Ingressos (€/any)
Urea	854,92	360.000	311.432.040,00
INGRESSOS TOTALS (€)			311.432.040,00

7.7.1.3 Costos totals dels equips

En calcular els costos dels equips, en ser equips del 2002 el cost del índex CEPCI és més barat que en 2024. La mitjana del cost CEPCI l'any 2022 és de 770 i no de 805,7 com en 2024.^[27]

Per tant, que els costos dels equips és menor en 2022 on resulta positiu perquè s'obté un menor de capital immobilitzat.

7.7.1.4 Costos totals de producció

Per tant, que fent els càlculs ja explicats anteriorment obtenim els nous costos de fabricació, generals i totals de producció a la Taula 7.7.3.

Taula 7.7.3 Costos anuals en 2022.

COSTOS DE FABRICACIÓ (€)	240.509.288,98
COSTOS GENERAL (€)	43.489.688,77
COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓ (€)	283.998.977,75

7.7.1.5 Net Cash Flow (NCF)

Es calcula el Net cash flow per les condicions del preu d'urea i reactius del 2022.

A continuació a la *Taula 7.7.4* es presenta els fluxos nets de la caixa per cada any.

Taula 7.7.4 Fluxos nets de la caixa per cada any

Anys	0	1	2	3	4	5	6
Capital immobilitzat (€)	-104.124.385 €						
Capital circulant (€)	-20.824.877€						
Valor residual (€)							
Ingressos anuals (€)		311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€
Costes anuals (€)		-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€
Amortització (€)		-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€
Beneficio brut (€)		23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€
Base imposable (€)							
Impostos sobre el benefici (€)			-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€
NFC	-124.949.263€	27.433.062€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€

Anys	7	8	9	10	11	12	13
Capital immobilitzat (€)							
Capital circulant (€)							
Valor residual (€)							
Ingressos anuals (€)	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€
Costes anuals (€)	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€
Amortització (€)	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€
Beneficio brut (€)	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€
Base imposable (€)							
Impostos sobre el benefici (€)	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€
NFC	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€

Anys	14	15	16	17	18	19	20
Capital immobilitzat(€)							
Capital circulant (€)							
Valor residual (€)							
Ingressos anuals (€)	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€
Costes anuals (€)	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€
Amortització (€)	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€
Beneficio brut (€)	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€
Base imposable (€)							
Impostos sobre el benefici (€)	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€
NFC	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€

Anys	21	22	23	24	25	26
Capital immobilitzat (€)						
Capital circulant (€)						20.824.877€
Valor residual (€)						15.975.900€
Ingressos anuals (€)	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	311.432.040€	
Costes anuals (€)	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	-283.998.977€	
Amortització (€)	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	-3.525.939€	
Beneficio brut (€)	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	23.907.122€	
Base imperible (€)						
Impostos sobre el benefici (€)	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€	-5.976.780€
NFC	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	21.456.281€	30.823.996€

7.7.1.6 Valor Actual Net (VAN) i Taxa Interna de Retorn (TIR)

Per tal d'analitzar amb precisió la rendibilitat de la planta, s'ha representat la variació del VAN en funció del tipus d'interès. La figura 7.7.5. presenta els resultats obtinguts:

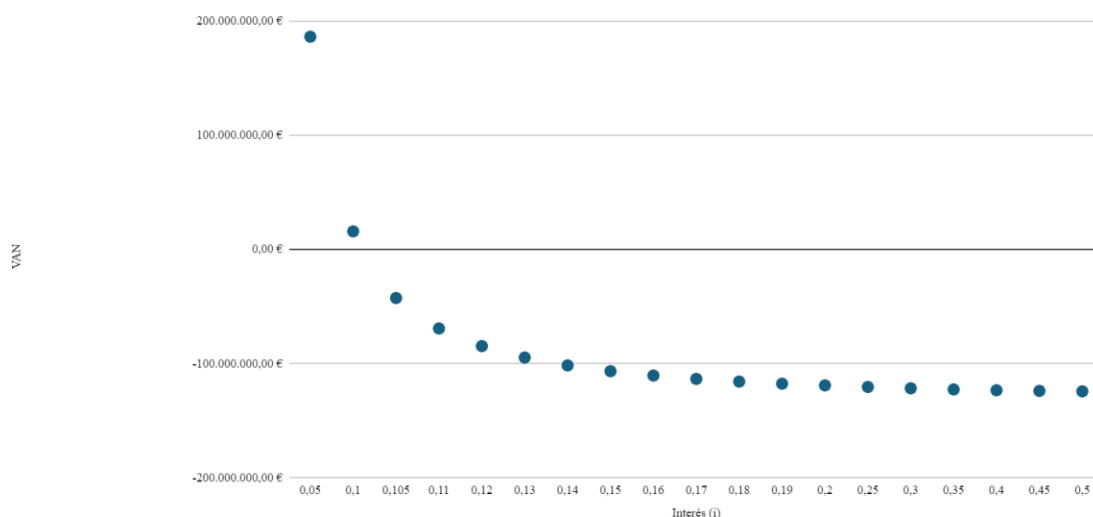


Figura 7.7.5. Evolució del VAN segon l'interès aplicat.

A la Figura 7.7.5 es poden observar els valors del VAN i el TIR calculats. Es pot veure que la planta de producció d'urea l'any 2022 no serà rendible a partir d'un 10% d'interès. Això implica que, tot i que la planta pot generar rendibilitat, el rendiment es veu significativament afectat per les variacions en el tipus d'interès.

7.7.1.7 Recuperació de la inversió inicial (Pay-back)

Per obtenir la recuperació de la inversió inicial, s'ha calculat l'ingrés anual mitjà (IAM) fent la mitjana del flux de caixa net (NCF) des de l'any 1 fins als vint-i-sis anys.

El resultat obtingut és IAM = 22.046.454,46 €.

A partir d'aquí, es calcula el període de recuperació (pay-back) dividint el NCF de l'any 0 per l'ingrés anual mitjà (IAM).

$$\text{Payback} = - \frac{\text{NCF}(\text{any } 0)}{\text{IAM}}$$

$$\text{Payback} = - \frac{-124.949.263,14 \text{ €}}{22.046.454,46} = 5,67 \text{ anys}$$

A la figura 7.7.3 es veu l'evolució de l'acumulació de NCF amb els anys, on es pot veure que al cap de vuit anys de funcionament l'empresa comença a generar els diners suficients per estar en positiu.

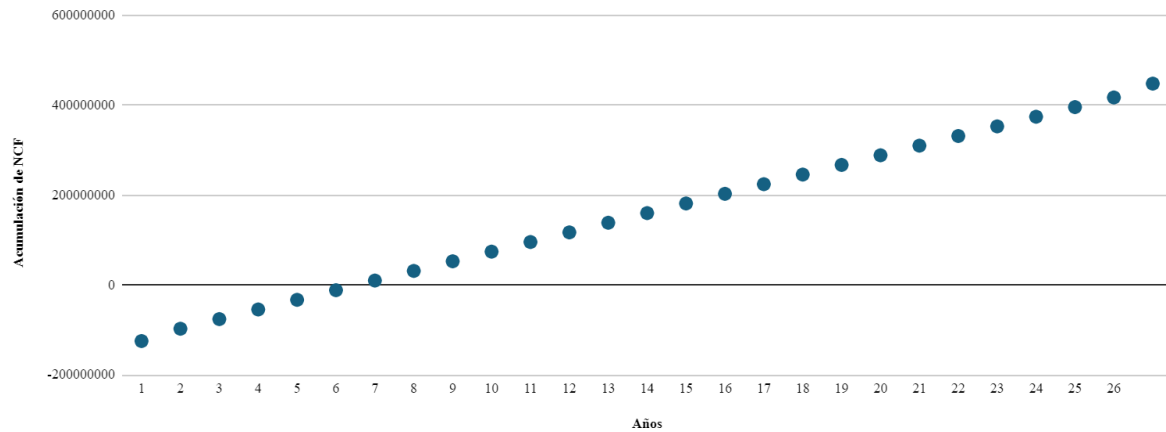


Figura 7.7.3. Anàlisi del anys necessaris per obtenir el Pay-back

Per tant, podem observar que la inversió inicial es recupera a partir dels sis anys i mig. Això és un senyal molt positiu, ja que la vida útil establerta de la planta ProUrea Manufacturing és de vint-i-sis anys. Això vol dir que la inversió inicial es recuperarà completament abans de la meitat de la vida útil de la planta.

7.8 Conclusió

En aquest treball s'ha analitzat la rendibilitat de la planta de producció d'urea en dos períodes diferents: 2022 i 2024. Els resultats indiquen que la planta de 2022 és considerablement més rendible que la de 2024. Malgrat que el cost del reactiu d'amoníac és més elevat el 2022, aquest increment es veu compensat per un preu més baix del diòxid de carboni, un altre reactiu essencial en la producció d'urea.

A més, el factor determinant en la major rendibilitat de la planta de 2022 és el preu de venda de la urea. El 2022, el producte final, la urea, es podia vendre a un preu significativament més alt comparat amb el 2024. Aquest augment en el preu de venda es deu en gran part a les condicions del mercat d'aquell any, influïdes per diversos factors econòmics i polítics.

Un aspecte crucial a considerar és l'impacte de la guerra entre Ucraïna i Rússia, que va començar el 2022. Aquest conflicte va provocar una volatilitat en els mercats de matèries primeres, afectant directament el preu de la urea. Després de l'inici de la guerra, el preu de la urea va experimentar una baixada significativa, la qual cosa va influir negativament en la rendibilitat de les plantes establertes en períodes posteriors, com el 2024.

Així doncs, es pot concloure que la planta de producció d'urea de 2022 és més rendible en comparació amb la de 2024, a causa d'una combinació de factors que inclouen els costos dels reactius i els preus de venda de la urea. Els canvis en el context geopolític, especialment la guerra entre Ucraïna i Rússia, han tingut un impacte substancial en la fluctuació dels preus de la urea, destacant la importància de considerar els factors externs en l'avaluació de la rendibilitat de projectes industrials.

7.9 Bibliografia

- [1] International Energy Agency. "Production, consumption and trade of urea in selected countries and regions, 2020 – Charts – Data & Statistics - IEA." International Energy Agency, 14 June 2022, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/production-consumption-and-trade-of-urea-in-selected-countries-and-regions-2020>. Accessed 20 February 2024.
- [2] The global economy. "Urea prices, April, 2024 - data, chart | TheGlobalEconomy.com." The Global Economy, April 2024, https://www.theglobaleconomy.com/world/urea_prices/. Accessed 20 February 2024.
- [3] Index Mundi. "Urea Precio Mensual - Euro por Tonelada." Index Mundi, 2024, <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=urea&meses=120&moneda=eur>. Accessed 20 February 2024.
- [4] Global. "Ammonia Global Market Report 2024." *Research and Markets*, December 2023, <https://www.researchandmarkets.com/reports/5741450/ammonia-global-market-report>. Accessed 20 February 2024.
- [5] Mike | Prices Indexes. "Ammonia price index - businessanalytiq." BusinessAnalytiq, 2024, <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/ammonia-price-index/>. Accessed 20 February 2024.
- [6] Ember. "Carbon Price Tracker | Ember." Ember Climate, 2024, <https://ember-climate.org/data/data-tools/carbon-price-viewer/>. Accessed 20 February 2024.
- [7] ChemAnalyst. "Liquid Carbon Dioxide Prices, News, Monitor & Demand." *ChemAnalyst*, <https://www.chemanalyst.com/Pricing-data/liquid-carbon-dioxide-1090>. Accessed 9 June 2024.
- [8] Silverberg, Peter M., and William M. Vatauvuk. "Updating the Plant Cost Index." *Chemical Engineering*, 2002, https://www.chemengonline.com/Assets/File/CEPCI_2002.pdf. Accessed 9 June 2024.
- [9] Fastwell. "Duplex Stainless Steel Supplier, Duplex Alloy Price Per kg In India." *Fastwell*, 2022, <https://www.fastwell.in/duplex-steel.html>. Accessed 9 June 2024.
- [10] Qingdao Oriental Agri-Tech Co., Ltd. 9 yrs CN. "NPK fertilizer production line machines with cage crusher for sale Easy Control Double Roller Urea Crusher Machine." *Alibaba.com*, 2024, https://www.alibaba.com/product-detail/NPK-fertilizer-production-line-machines-with-62013820944.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.45d04849KB2SLz. Accessed 9 June 2024.

- [11] Henan Gate Heavy Industry Machine Technology Co. “Dap Diammonium Phosphate Mini Urea Planturea Making Machine Rotary Drum Fertilizer Granulator Machine.” *Alibaba.com*, https://www.alibaba.com/product-detail/Dap-Diammonium-Phosphate-Mini-Urea-Planturea_1600454461259.html?spm=a2700.galleryofferlist.p_offer.d_image.679b342aw79dS5&s=p. Accessed 9 June 2024.
- [12] Jinan Remax Machinery Technology Co., Ltd. “Grain urea potassium chloride Industrial materials Salt Drying and cooling Fixed Fluidized Bed Dryer Machine.” *Alibaba.com*, https://www.alibaba.com/product-detail/Grain-urea-potassium-chloride-Industrial-materials_1601000286388.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.554dc93dBEMZvG. Accessed 9 June 2024.
- [13] Xinxiang Karp Machinery Equipment Co., Ltd. “Stainless steel fertilizer vibrating screen industrial square sieving machine urea gyratory sifter.” *Alibaba.com*, https://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-steel-fertilizer-vibrating-screen-industrial_1601023189628.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.32b66ff2JGCAwF. Accessed 9 June 2024.
- [14] El Pronóstico Económico en Química Industrial. Cuarta edición. Vian, Á., Ed. Eudema (Madrid, 1991)
- [15] Phipps, Sam. “¿Qué es el capital circulante de una empresa?+cómo mejorarlo.” *Slimstock*, 22 February 2024, <https://www.slimstock.com/es/blog/capital-circulante/>. Accessed 9 June 2024.
- [16] “Costos de producción | Guía completa: definición, tipos y fórmula.” *Camino Financial*, 9 January 2024, <https://www.caminofinancial.com/es/articulos/administracion-de-empresas/costos-de-produccion/>. Accessed 9 June 2024.
- [17] “Cotizar a la Seguridad Social Guía para solicitar cita previa con la Seguridad Social Guía para conocer el estado de tu solicitud de Ingreso Mínimo Vital Guía sobre el complemento de Ayuda para la Infancia del Ingreso Mínimo Vital (IMV) Importes de las ...” *Revista Seguridad Social*, <https://revista.seg-social.es/-/cotizar-a-la-seguridad-social>. Accessed 9 June 2024.
- [18] davuniversity. “PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL ENGINEERS.” *davuniversity*, 2024, <https://www.davuniversity.org/images/files/studymaterial/PLANT%20DESIGN%20AND%20ECONOMICS%20FOR%20CHEMICAL%20ENGINEERS.pdf>. Accessed 9 June 2024.
- [19] Pérez, Anna. “Cuánto dura una patente y otras respuestas sobre Propiedad Intelectual.” *OBS Bussines school*, 12 junio 2021, <https://www.obsbusiness.school/blog/cuanto-dura-una-patente-y-otras-respuestas-sobre-propiedad-intelectual>. Accessed 9 June 2024.

- [20] Yunta Huete, Raúl. “MIBGAS Informe Anual 2019.” *MIBGAS*, 2019, https://www.mibgas.es/sites/default/files/2020-05/mibgas_2019_informe_anual.pdf. Accessed 9 June 2024.
- [21] esios red eléctrica. “GENERACIÓN Y CONSUMO.” *Bienvenido | ESIOS electricidad · datos · transparencia*, 2024, <https://www.esios.ree.es/es>. Accessed 9 June 2024.
- [22] Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana de Gestió del Cicle Integral de l'Aigua, S.A. “La factura del agua para suministros comerciales/industriales año 2019.” *Aigües de Barcelona*, 2019, https://www.aiguesdebarcelona.cat/documents/20126/0/triptico_factura_comercial_es_2019.pdf/c5066bb6-2bf8-fcc8-6b08-821ef649bc01?t=1549472793366. Accessed 9 June 2024.
- [23] “SIL TERMIC 50Lts-TER00006- fluido termico sintético circuito...” *Tecmasol*, <https://www.tecmasol.com/termicos/1563-siltermic50lts.html>. Accessed 9 June 2024.
- [24] Frederick, Diana. “¿Qué es la amortización? - ¿Cómo se calcula? y ejemplos.” *Enciclopedia Iberoamericana*, 23 April 2021, <https://enciclopediaeconomica.com/amortizacion/>. Accessed 9 June 2024.
- [25] Velayos, Víctor. “Valor actual neto (VAN) - Qué es y cómo utilizarlo.” *Economipedia*, 2020, <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>. Accessed 2 June 2024.
- [26] Alter Finance. “Payback ¿Qué es y cómo se calcula?” *Alter Finance*, 2024, <https://www.alterfinancegroup.com/blog/diccionario/payback-que-es-y-como-se-calcula>. Accessed 2 June 2024.
- [27] Maxwell, Charles. “Cost Indices – Towering Skills.” *Towering Skills*, 28 May 2020, <https://toweringskills.com/financial-analysis/cost-indices/>. Accessed 2 June 2024.