

**Projecte final de carrera
Enginyeria Química
2006 - 2007**

Planta de producció d'àcid acètic

Impact

Volum III



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

**Noé Agudo Cantero
Sergi Fernández Vegas
David Guillén Suarez
Gerard Carles Montlleó Fanés
Mireia Moretones Caballero**

7. AVALUACIÓ ECONÒMICA

ÍNDEX

7.1. INTRODUCCIÓ

7.1.1. ESTUDIS DE MERCAT

7.2. ESTIMACIÓ DE LA INVERSIÓ INICIAL

7.2.1. DESPESES PRÈVIES AL PROJECTE

7.2.2. CAPITAL IMMOBILITZAT

7.2.2.1. ESTIMACIÓ DEL COST D'EQUIPS

7.2.2.1.1. TANCS D'EMMAGATZEMATGE

7.2.2.1.2. RECIPIENTS DE PROCÉS

7.2.2.1.3. COLUMNA DE PURIFICACIÓ

7.2.2.1.4. AGITADORS

7.2.2.1.5. EQUIPS DE BESCANVI

7.2.2.1.6. BOMBES

7.2.2.1.7. TORRES DE REFRIGERACIÓ

7.2.2.1.8. CALDERA DE VAPOR

7.2.2.1.9. COMPRESSORS

7.2.2.1.10. EQUIPS DE FRED

7.2.2.1.11. INCINERADORA TÈRMICA

7.2.2.1.12. TURBINA DE VAPOR

7.2.2.2. APLICACIÓ DEL MÈTODE DE VIAN

7.2.3. CAPITAL CIRCULANT

7.2.4. DESPESES ASSOCIADAES A LA POSTA EN MARXA DE LA PLANTA

7.2.5. INVERSIÓ INICIAL TOTAL

7.3. ESTIMACIÓ DE COSTOS D'OPERACIÓ

7.3.1. COSTOS DE FABRICACIÓ, M

7.3.2. DESPESES GENERALS, G

7.3.3. COSTOS TOTALS D'OPERACIÓ

7.4. INGRESSOS PER VENDES I ESTUDI DE LA RENDIBILITAT

7.4.1. INGRESSOS PER VENDES

7.4.2. RENDIBILITAT DEL PROJECTE

7.5. VIABILITAT DEL PROJECTE

7.5.1. Net Cash Flow (NCF)

7.5.2. CÀLCUL DEL VAN

7.5.3. DETERMINACIÓ DE LA TIR

7.1. INTRODUCCIÓ

En aquest capítol es pretén efectuar un estudi econòmic de la planta el més acurat possible així com avaluar la viabilitat del projecte.

7.1.1. ESTUDIS DE MERCAT

L'estudi de mercat és una eina que permet i facilita l'obtenció de dades que, mitjançant anàlisis estadístics, permeten identificar les oportunitats i problemes de mercat així com establir na relació demanda de mercat-producte.

Impact creu oportuna i necessària la realització d'un estudi de mercat previ al llançament del producte al mercat; d'aquesta manera es podrà determinar el grau de demanda de l'àcid acètic i, en base a la relació demanda-preu del producte, fixar un preu de venda adequat.

La demanda de mercat és un dels paràmetres més influents alhora de decidir el preu d'un producte però també depèn de costos propis de l'empresa com són les partides de preu dels equips, matèries primeres, nombre i sou dels treballadors, etc.

7.2. ESTIMACIÓ DE LA INVERSIÓ INICIAL

La inversió inicial fa referència al capital que es desemborsa previ a l'operació de la planta. La inversió inicial s'estima en funció de les següents partides:

- Despeses prèvies al projecte.
- Capital immobilitzat, I.
- Capital circulant, CC.
- Despeses associades a la posta en marxa de la planta.

7.2.1. DESPESES PRÈVIES AL PROJECTE

Es tracta de despeses efectuades prèviament a l'elaboració del producte. Inclou despeses de:

- R+D: Despeses de recerca i desenvolupament per tal de determinar la qualitat dels productes a fabricar i el mètode d'obtenció més segur, eficaç i econòmic.
- Constitució de la planta

En el cas que existeixin seran costos coneguts i no es preveu una estimació del seu valor.

Les despeses prèvies no es tindran en compte en l'avaluació econòmica de la nostra planta ja que són anteriors al projecte.

7.2.2. CAPITAL IMMOBILITZAT

És la part de capital invertit que es destina a la compra de medis de transformació i de les instal·lacions productives; es tracta de la partida més important del capital inicial en tota planta química de procés.

El capital immobilitzat s'inverteix a l'inici de l'activitat industrial de la planta i perd valor amb el temps degut al desgast i envelliment dels medis de transformació, bàsicament dels equips. Com a conseqüència de l'esmentada pèrdua de valor el capital immobilitzat serà amortitzable.

De la totalitat del capital immobilitzat es recupera íntegrament la part destinada a la compra de la parcel·la; de la resta de capital només serà recuperable una petita part corresponent a la venda d'equips de segona mà.

Per tal d'estimar el capital immobilitzat s'aplicarà el mètode de Vian. El mètode de Vian és un dels mètodes d'estimació del capital immobilitzat classificat com a mètode de factor múltiple que estima el capital immobilitzat a partir de percentatges de diverses partides respecte a la partida de "Maquinaria i Aparells"; així doncs, per tal d'iniciar els càlculs serà necessària l'avaluació prèvia del cost dels equips.

7.2.2.1. ESTIMACIÓ DEL COST D'EQUIPS

Per a l'estimació del cost de compra dels equips s'aplicarà el mètode de Happel; amb l'esmentat mètode es calcularà el preu de cada equip individualment segons diverses correlacions en funció del paràmetre característic de l'equip en qüestió.

Cal tenir en compte que els preus dels equips que no ha estat possible estimar-los mitjançant el mètode de Happel, o bé els preus d'equips la compra dels quals és directa, s'han consultat a través de pàgines web.

El mètode de Happel estima preus de compra d'equips en dòlars corresponents a juliol de 1970, per tant es requereix d'una actualització de preus i d'una conversió de dòlars-euro. Per a l'actualització dels diversos preus han estat utilitzats els índexs anuals de Marshall&Swift (M&S) corresponents a l'any 1970 i al 2005. S'utilitza el M&S₂₀₀₅ ja que és l'índex més recent que hem pogut trobar.

$$M\&S_{1970} = 303,3$$

$$M\&S_{2005} = 1244,5$$

L'índex de M&S₂₀₀₅ s'ha trobat a la web www.eng-tips.com/viewthread.com.

Per tal d'actualitzar el preu de l'equip en dòlars de 2005 es farà ús la següent equació:

$$\text{Cost } (\$_{2005}) = \text{Cost } (\$_{1970}) * (\text{M\&S }_{2005}/\text{M\&S}_{1970})$$

Alhora, es fa necessària la conversió de dòlars americans a euros. Actualment, l'equivalència dòlar-euro per a procedir a la conversió és la següent:

$$1\$_{\text{EE.UU}} = 0.7371 \text{ €}$$

Un cop establerts els criteris de conversió i actualització es presenten els càlculs corresponents als preus dels equips que trobem a planta. Comentar que els preus no inclouen la instal·lació dels equips ja que la mà d'obra necessària queda comptabilitzada en una de les partides del mètode de Vian.

7.2.2.1.1. TANCS D'EMMAGATZEMATGE

Per a calcular el preu dels tancs d'emmagatzematge s'aplicarà la següent correlació:

$$\text{Cost de compra } (\$_{1970}) = 1250 * (\text{Volum tanc (gal)} * 10^{-3})^{0.6}$$

La correlació és vàlida per a tancs d'emmagatzematge d'acer al carboni, a pressió atmosfèrica i a 300°F. Assumim que els nostres tancs s'ajusten a aquests paràmetres degut a la impossibilitat de trobar altres correlacions més adequades. Per tal d'expressar el volum en galons farem ús de la següent conversió:

$$\text{Volum (gal)} = \text{Volum (m}^3) * (264.17 \text{ gal/1m}^3)$$

| Equip | Volum (m3) | Volum (gal) | Cost compra (\$ ₁₉₇₀) | Cost compra (\$ ₂₀₀₅) | Cost compra (€) |
|-------|------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| T-101 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-102 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-103 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-104 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-105 | 90 | 23.775,3 | 8.367,31 | 34.332,71 | 25.306,64 |
| T-106 | 90 | 23.775,3 | 8.367,31 | 34.332,71 | 25.306,64 |
| T-107 | 90 | 23.775,3 | 8.367,31 | 34.332,71 | 25.306,64 |
| T-108 | 90 | 23.775,3 | 8.367,31 | 34.332,71 | 25.306,64 |
| T-601 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-602 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-603 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-604 | 50 | 13.208,5 | 5.880,61 | 24.129,29 | 17.785,70 |
| T-605 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-606 | 100 | 26.417 | 8.913,33 | 36.573,17 | 26.958,08 |
| T-607 | 50 | 13.208,5 | 5.880,61 | 24.129,29 | 17.785,70 |
| | | | | TOTAL | 379.420,72 |

Preu total dels tancs d'emmagatzematge = 379.420,72 €

7.2.2.1.2. RECIPIENTS DE PROCÉS

Dins els tancs de procés incloem els següents equips:

- Tancs pulmó
- Tanc de dilució
- Reactors de carbonilació
- Tanc Flash

Per a estimar el seu preu utilitzem la següent expressió corresponent al càlcul del cost de compra de recipients de procés atmosfèrics, d'acer inoxidable i sense agitació:

$$\text{Cost de compra } (\$1970) = 57 * (\text{Volum tanc (gal)})^{0.82}$$

En el cas, però, del tanc pulmó T-502 que emmagatzema aigua descalcificada per a diluir AAG el tanc serà d'acer al carboni i es calcularà el seu preu amb l'equació:

$$\text{Cost de compra } (\$1970) = 15 * (\text{Volum tanc (gal)})^{0.82}$$

| Equip | Volum (m3) | Volum (gal) | Cost compra (\$1970) | Cost compra (\$2005) | Cost compra (€) |
|--------------|------------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| T-201 | 38,6 | 10.196,96 | 110.362,34 | 452.838,56 | 333.787,30 |
| R-201 | 8 | 2.113,36 | 30.363,59 | 124.587,82 | 91.833,69 |
| R-202 | 8 | 2.113,36 | 30.363,59 | 124.587,82 | 91.833,69 |
| F-301 | 37,5 | 9.906,38 | 107.776,72 | 442.229,24 | 325.967,17 |
| COL-401 | 2,7 | 713,26 | 12.460,56 | 51.128,15 | 37.686,56 |
| T-501 | 11,36 | 3.000,97 | 40.478,98 | 166.093,27 | 122.427,35 |
| TD-501 | 30,36 | 8.020,20 | 90.637,26 | 371.902,64 | 274.129,44 |
| T-502 | 0,81 | 213,98 | 1.221,78 | 5.013,21 | 3.695,24 |
| TOTAL | | | | | 1.281.360,43 |

Preu total dels tancs de procés = 1.281.360,43 €

7.2.2.1.3. COLUMNA DE PURIFICACIÓ

El càlcul del cost de compra de la columna de plats C-401 s'inicia a partir del número de plats que té la columna. Happel ofereix diversos preus per a un diàmetre de columna i nombre de plats fixos.

| Nº plats | Cost compra columna buida (\$) | Cost dels plats (\$) |
|----------|--------------------------------|----------------------|
| 10 | 11.000 | 1.400 |
| 20 | 19.400 | 2.800 |
| 50 | 35.200 | 7.000 |

Aquests valors són vàlids per a columnes d'acer al carboni de 6 ft de diàmetre, plats perforats d'acer al carboni, pressió atmosfèrica i temperatures entre 70-300°F.

En el cas que el nombre de plats difereixi dels fixats per Happel s'haurà d'interpol·lar entre els valors fixats. En el nostre cas la columna té 20 plats i no haurem d'aplicar aquesta consideració.:

Si el diàmetre de la columna és diferent a 6 ft, s'aplicarà la regla de Williams per a càlcul de cost d'equips:

$$C_{c,\phi} = C_{c,\phi=6} \cdot \left(\frac{\phi}{6}\right)^b$$

On $b = 1$ per a columna de plats. En el nostre cas la columna presenta un diàmetre de 2,896 metres (9,5 ft)

Així doncs, aplicant la sèrie de criteris definits, estimem el següent cost:

| Equip | Cost compra 6ft (\$ ₁₉₇₀) | Cost compra 2,9m (\$ ₁₉₇₀) | Cost compra (\$ ₂₀₀₅) | Cost compra (€) |
|--------------|---------------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------|
| C-401 | 22.200 | 35.150 | 144.227,41 | 106.310,03 |

7.2.2.1.4. AGITADORS

Per a calcular el preu dels agitadors es fa ús de la següent correlació, vàlida per al conjunt d'agitador de turbina de pales planes, de rodet i eix d'acer inoxidable.

$$\text{Cost de compra } (\$_{1970}) = 2000 * (\text{HP})^{0,56}$$

| Equip | Potència (kW) | Potència (HP) | Cost compra (\$ ₁₉₇₀) | Cost compra (\$ ₂₀₀₅) | Cost compra (€) |
|---------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| AG-2011 | 3 | 4,08 | 4.394,72 | 18.032,42 | 13.291,70 |
| AG-201 | 7,6 | 10,33 | 7.396,04 | 30.347,42 | 22.369,08 |
| AG-202 | 7,6 | 10,33 | 7.396,04 | 30.347,42 | 22.369,08 |
| AG-501 | 3 | 4,08 | 4.394,72 | 18.032,42 | 13.291,70 |
| | | | | TOTAL | 71.321,57 |

Preu total dels agitadors = 71.321,57 €

7.2.2.1.5. EQUIPS DE BESCANVI

En aquest apartat incloem els següents equips:

- Bescanviadors de procés
- Mitja canya dels reactors
- Condensador
- Reboiler
- Evaporador

Estimem el valor del cost de compra d'aquests amb l'expressió següent, vàlida per a equips d'acer al carboni, carcassa i tubs i plaques tubulars fixes:

$$\text{Cost de compra } (\$_{1970}) = 105 * (A)^{0,62}$$

On A és l'àrea de transmissió de calor, en ft².

| Equip | Àrea (m ²) | Àrea (ft ²) | Cost compra (\$ ₁₉₇₀) | Cost compra (\$ ₂₀₀₅) | Cost compra (€) |
|--------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| MC-201 | 13,017 | 140,11 | 2.249,11 | 9.228,52 | 6.802,34 |
| MC-202 | 13,017 | 140,11 | 2.249,11 | 9.228,52 | 6.802,34 |
| E-301 | 130,7 | 1.406,85 | 9.399,48 | 38.567,93 | 28.428,42 |
| E-401 | 13,3 | 143,16 | 2.279,30 | 9.352,41 | 6.893,66 |
| E-501 | 10,7 | 115,17 | 1.991,73 | 8.172,47 | 6.023,93 |

| | | | | | |
|---------------|--------|----------|-----------|--------------|-------------------|
| SE-601 | 3,43 | 36,92 | 983,77 | 4.036,62 | 2.975,39 |
| SE-602 | 3,43 | 36,92 | 983,77 | 4.036,62 | 2.975,39 |
| SE-603 | 3,43 | 36,92 | 983,77 | 4.036,62 | 2.975,39 |
| SE-604 | 2,26 | 24,33 | 759,56 | 3.116,61 | 2.297,25 |
| RE-401 | 233,78 | 2.516,41 | 13.479,49 | 55.309,03 | 40.768,29 |
| CO-401 | 547,54 | 5.893,72 | 22.847,09 | 93.746,12 | 69.100,27 |
| V-100 | 66,13 | 711,82 | 6.161,13 | 25.280,32 | 18.634,12 |
| | | | | TOTAL | 194.676,81 |

Preu total dels equips de bescanvi = 194.676,81 €

7.2.2.1.6. BOMBES

Per a calcular el preu de les bombes Happel proporciona dades fixades en funció de la potència del motor elèctric d'una bomba centrífuga d'acer al carboni:

| Potencia del motor (HP) | Cost de compra (\$1970) |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 600 |
| 10 | 1.400 |
| 100 | 6.000 |

En el cas que la potència de la bomba difereixi de les fixades per Happel, es recorrerà a la regla de Williams per a calcular el preu a partir de la següent expressió:

$$\text{Cost bomba (2) } (\$_{1970}) = \text{Cost bomba (1) } (\$_{1970}) * (\text{Potència (2)/ Potència (1)})$$

| Equip | Potència (kW) | Potència (HP) | Cost compra (\$1970) | Cost compra (\$2005) | Cost compra (€) |
|-------|-------------------|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| P-101 | 0,06 | 0,082 | 48,95 | 200,84 | 148,04 |
| P-102 | 0,06 | 0,082 | 48,95 | 200,84 | 148,04 |
| P-103 | 0,12 | 0,163 | 97,89 | 401,67 | 296,07 |
| P-104 | 0,12 | 0,163 | 97,89 | 401,67 | 296,07 |
| P-105 | 0,08 | 0,109 | 65,26 | 267,78 | 197,38 |
| P-106 | 0,08 | 0,109 | 65,26 | 267,78 | 197,38 |
| P-107 | 0,13 | 0,177 | 106,05 | 435,15 | 320,75 |
| P-108 | 0,13 | 0,177 | 106,05 | 435,15 | 320,75 |
| P-201 | 5 | 6,798 | 4.078,86 | 16.736,36 | 12.336,37 |
| P-202 | 5 | 6,798 | 4.078,86 | 16.736,36 | 12.336,37 |
| P-203 | 5 | 6,798 | 4.078,86 | 16.736,36 | 12.336,37 |
| P-204 | 5 | 6,798 | 4.078,86 | 16.736,36 | 12.336,37 |
| P-205 | 5 | 6,798 | 4.078,86 | 16.736,36 | 12.336,37 |
| P-206 | 5 | 6,798 | 4.078,86 | 16.736,36 | 12.336,37 |
| P-301 | 21 | 28,552 | 17.131,20 | 70.292,72 | 51.812,77 |
| P-302 | 21 | 28,552 | 17.131,20 | 70.292,72 | 51.812,77 |
| P-401 | 0,4 | 0,544 | 326,31 | 1.338,91 | 986,91 |
| P-402 | 0,4 | 0,544 | 326,31 | 1.338,91 | 986,91 |
| P-403 | 0,33 | 0,449 | 269,20 | 1.104,60 | 814,20 |
| P-404 | 0,33 | 0,449 | 269,20 | 1.104,60 | 814,20 |
| P-405 | 0,7 | 0,952 | 571,04 | 2.343,09 | 1.727,09 |
| P-406 | 0,7 | 0,952 | 571,04 | 2.343,09 | 1.727,09 |
| P-407 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-408 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-501 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-502 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-503 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-504 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-505 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |
| P-506 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |
| P-507 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |
| P-508 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |
| P-509 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-510 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-601 | 2 | 2,719 | 1.631,54 | 6.694,54 | 4.934,55 |
| P-602 | 2 | 2,719 | 1.631,54 | 6.694,54 | 4.934,55 |
| P-603 | 2 | 2,719 | 1.631,54 | 6.694,54 | 4.934,55 |
| P-604 | 2 | 2,719 | 1.631,54 | 6.694,54 | 4.934,55 |
| P-605 | 2 | 2,719 | 1.631,54 | 6.694,54 | 4.934,55 |
| P-606 | 2 | 2,719 | 1.631,54 | 6.694,54 | 4.934,55 |
| P-607 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-608 | 0,35 | 0,476 | 285,52 | 1.171,55 | 863,55 |
| P-701 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |
| P-702 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |
| P-703 | ¹² 1,5 | 2,039 | 1.223,66 | 5.020,91 | 3.700,91 |
| P-704 | 1,5 | 2,039 | 1.223,66 | 5.020,91 | 3.700,91 |
| P-705 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |
| P-706 | 3,5 | 4,759 | 2.855,20 | 11.715,45 | 8.635,46 |

7. AVALUACIÓ ECONÒMICA

Planta de producció d'acid acètic

Preu total de les bombes = 343.296,58 €

7.2.2.1.7. TORRES DE REFRIGERACIÓ

Per a calcular el cost de compra de les torres de refrigeració que operen a planta aplicarem la següent expressió en funció del cabal d'aigua a refrigerar:

$$\text{Cost de compra } (\$_{1970}) = 476 * (\text{gal aigua/min})^{0,6}$$

| Equip | Cabal (m ³ /h) | Cabal (gal/min) | Cost compra (\$ ₁₉₇₀) | Cost compra (\$ ₂₀₀₅) | Cost compra (€) |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| TR-701 | 160 | 705,47 | 24.360,89 | 9.9957,55 | 73.678,71 |
| TR-702 | 160 | 705,47 | 24.360,89 | 9.9957,55 | 73.678,71 |
| TR-703 | 160 | 705,47 | 24.360,89 | 9.9957,55 | 73.678,71 |
| TR-704 | 160 | 705,47 | 24.360,89 | 9.9957,55 | 73.678,71 |
| TR-705 | 160 | 705,47 | 24.360,89 | 9.9957,55 | 73.678,71 |
| | | | | TOTAL | 368.393,55 |

Preu total de les torres de refrigeració = 368.393,55 €

7.2.2.1.8. CALDERA DE VAPOR

El preu de la caldera s'ha determinat a partir de les dades que proporciona la pagina web www.matche.com/EquipCost/index.htm; així doncs:

| Equip | Cabal (Kg/h) | Cabal (lb/h) | Cost compra (\$ ₂₀₀₇) | Cost compra (€) |
|--------|--------------|--------------|-----------------------------------|-----------------|
| CA-701 | 9.180 | 20.220,26432 | 395.000 | 291.154,5 |

7.2.2.1.9. COMPRESSORS

El cost de compra dels compressors s'estima a partir de la següent correlació:

$$\text{Cost de compra } (\$_{1970}) = 645 * (\text{HP})^{0,8}$$

On HP: potència del compressor

| Equip | Potència (KW) | Potència (HP) | Cost compra (\$ ₁₉₇₀) | Cost compra (\$ ₂₀₀₅) | Cost compra (€ ₂₀₀₅) |
|--------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| CP-201 | 93 | 126,44 | 30.979,89 | 127.116,65 | 93.697,68 |
| CP-202 | 93 | 126,44 | 30.979,89 | 127.116,65 | 93.697,68 |
| CP-301 | 4,5 | 6,12 | 2.747,03 | 11.271,61 | 8.308,31 |
| CP-302 | 4,5 | 6,12 | 2.747,03 | 11.271,61 | 8.308,31 |
| CP-801 | 4 | 5,44 | 2.500,01 | 10.258,03 | 7.561,20 |
| CP-802 | 4 | 5,44 | 2.500,01 | 10.258,03 | 7.561,20 |
| CP-803 | 5,5 | 7,48 | 3.225,40 | 13.234,46 | 9.755,12 |
| CP-804 | 5,5 | 7,48 | 3.225,40 | 13.234,46 | 9.755,12 |
| | | | | TOTAL | 238.644,60 |

Preu total dels compressors = 238.644,60 €

7.2.2.1.10. EQUIP DE FRED

En la nostra planta és necessari un equip de fred de 616,8 kW per a assolir les necessitats d'aigua glicolada. El preu dels equips de fred s'ha calculat a partir de les dades trobades en www.matche.com/EquipCost/index.htm:

| Equip | Calor (J/h) | Calor (BTU/h) | Cost compra (\$ ₂₀₀₇) | Cost compra (€) |
|-------|---------------|---------------|-----------------------------------|-------------------|
| | 2.220.480.000 | 2.105.903,23 | 330.200,00 | 243.390,42 |

7.2.2.1.11. INCINERADORA TÈRMICA

El preu de la incineradora tèrmica que opera a planta s'ha consultat en la web www.matche.com/EquipCost/index.htm, en funció de del BTU/h que genera:

| Equip | Calor (Kcal/h) | Calor (BTU/h) | Cost compra (\$ ₂₀₀₇) | Cost compra (€) |
|--------------|----------------|---------------|-----------------------------------|-------------------|
| I-801 | 185.8156,9 | 7.375.024,74 | 709.900 | 523.267,29 |

7.2.2.1.12. TURBINA DE VAPOR

El preu de la turbina de vapor s'ha estimat en funció de les dades consultades a la web www.powerplantsonline.com/steamturbinegenerator.cfm:

| Equip | Cost compra (\$ ₂₀₀₇) | Cost compra (€) |
|--------|-----------------------------------|-----------------|
| TV-801 | 71.428 | 52.649,58 |

Resumim es cost total dels equips en la següent taula:

| Equip | Cost compra (€) |
|------------------------|---------------------|
| Tancs emmagatzematge | 379.420,72 |
| Recipients de procés | 1.281.360,43 |
| Columna de purificació | 106.310,03 |
| Agitadors | 71.321,57 |
| Equips de bescanvi | 194.676,81 |
| Bombes | 343.296,58 |
| Torres de refrigeració | 368.393,55 |
| Caldera de vapor | 291.154,50 |
| Compressors | 238.644,60 |
| Equip de fred | 243.390,42 |
| Incineradora tèrmica | 523.267,29 |
| Turbina de vapor | 52.649,58 |
| TOTAL | 4.093.886,08 |

7.2.2.2. APLICACIÓ DEL MÈTODE DE VIAN

Un cop estimat el cost dels equips corresponent a la partida II del mètode de Vian es pot procedir al càlcul del capital immobilitzat total de la planta, en base a percentatges respecte de la partida de “Maquinaria i Aparells”.

Previ a l'aplicació del mètode, es defineixen breument les diferents partides que intervenen en el càlcul del cost de l'immobilitzat:

II: Maquinaria i aparells

Inclou el cost de compra dels equips que operen a planta. Es tracta d'una partida coneguda, ja que el seu valor ha estat estimat amb el mètode de Happel.

I2: Despeses d'instal·lació

Comptabilitza la instal·lació dels equips, la ma d'obra i el costs dels material necessaris per a dir a terme aquesta, tal com ciment, estructures, Es calcula com a un $0,35-0,5 \cdot I1$, encara que es recomana un $0,45 \cdot I1$, del qual un $0,2$ correspon al cost del material i el $0,25$ restant a la ma d'obra.

I3: Canonades i vàlvules

Suposa el cost més la instal·lació de les conduccions però no cost de l'aïllament tèrmic d'aquestes. El percentatge variarà en funció de la naturalesa de la substància que circuli per les conduccions:

Sòlids: $0,10 \cdot I1$

Líquids: $0,60 \cdot I1$

I4 : Instruments de mesura i control

Es calcula el cost de compra dels aparells indicadors, de regulació i registre, etc. més la instal·lació a planta. Correspon a un valor d'entre $0,005-0,3 \cdot I1$. El percentatge variarà en funció del grau d'automatització de la planta.

I5: Aïllaments tèrmics

Inclou el preu del material i el de la ma d'obra requerida per a la seva instal·lació. Es calcula com un $0,03-0,10 \cdot I1$

I6: Instal·lació elèctrica

S'inclouen la instal·lació elèctrica, les subestacions transformadores i els motors elèctrics necessaris. S'utilitza un valor de $0,10-0,20 \cdot I1$ per al seu càlcul.

I7: Terrenys i edificis

Suposa cost d'anàlisi del terreny, construcció d'edificis, És l'única partida que no perd valor en el temps. Es calcula com un $0,05-0,8 \cdot I1$, variant el percentatge en funció de la magnitud de producció de la planta.

I8: Instal·lacions auxiliars

Es calcula com el cost més la instal·lació del serveis a planta. Els serveis auxiliars que s'inclouen són:

- Serveis de procés : aigua, gas natural, aire comprimit i de refrigeració, aigua glicolada.
- Serveis dins i/o fora del procés: calefacció, aire condicionat, sistemes de seguretat i comunicació, enllumenat,...

Es calcula com a un $0,25-0,70 \cdot I1$.

Y: Capital Físic o primari

Correspon al sumatori de I1 fins a I8

I9: Honoraris del projecte i direcció d'obra

Es calcula com un 20% del capital físic. Del 20%:

- 12% correspon a l'elaboració del projecte.
- 6% correspon a la direcció d'obra.
- 2% correspon a la gestió de compres.

Z: Capital directe o secundari

És la suma del capital físic més la partida I9 .

I10: Contrata d'obres

En funció de la mida, complexitat i localització de la planta s'avaluarà amb un percentatge o un altre. El rang de percentatges de càlcul és d'un $0,04-0,10 \cdot Z$.

I11: Despeses no previstes

En aquesta partida s'inclouen despeses associades a possibles errors, gestió i constitució, posta en marxa, etc. Suposen un $0,10-0,30$ del capital directe.

A continuació es mostren els percentatges que s'han pres per a estimar el capital immobilitzat total i els resultats obtinguts:

| Partida | Descripció | Percentatge | Cost (€) |
|-------------------------|--------------------------|----------------|-------------------|
| I1 | Maquinaria i Aparells | | 4.093.886 |
| I2 | Instal·lació | 0,45 I1 | 1.842.249 |
| I3 | Canonades i vàlvules | 0,6 I1 | 2.456.332 |
| I4 | Instruments de control | 0,25 I1 | 1.023.472 |
| I5 | Aïllaments | 0,07 I1 | 286.572 |
| I6 | Instal·lació elèctrica | 0,15 I1 | 614.083 |
| I7 | Terrenys i edificis | 0,35 I1 | 1.432.860 |
| I8 | Instal·lacions auxiliars | 0,4 I1 | 1.637.554 |
| Y | Capital primari | $\Sigma I1-I8$ | 13.387.007 |
| I9 | Projecte i direcció | 0,2 Y | 2.677.401 |
| Z | Capital secundari | Y+I9 | 16.064.409 |
| I10 | Contrata d'obres | 0,07 Z | 1.124.509 |
| I11 | Despeses no previstes | 0,2 Z | 224.902 |
| IMMOBILITZAT (I) | | | 46.865.236 |

7.2.3. CAPITAL CIRCULANT

El capital circulant és defineix com la quantitat de diner necessària per a posar en operació la planta; correspon al capital que es troba en constant moviment i està sotmès a continues transformacions. El capital circulant serà constant al llarg de la vida operativa de la planta i es recupera mitjançant la venda del producte acabat.

El capital circulant assegura la rendibilitat del capital immobilitzat; es tracta d'un capital que no perd valor amb el temps i no és amortitzable.

Per tal d'estimar la magnitud del capital circulant existeixen diversos mètodes:

- **Mètode global**

És un mètode de ràpida i fàcil aplicació que permet tenir una idea de l'ordre de magnitud del capital circulant. Es calcula a partir de la següent expressió:

$$CC = (0,1-0,3) \cdot V$$

On CC és capital circulant i V és el volum d'ingressos per vendes . D'altra banda, per tal de determinar les vendes anuals (V) disposem d'una correlació que relaciona el capital immobilitzat amb les vendes anuals:

$$g = V/I = 1$$

Així doncs, el càlcul del capital circulant queda com:

$$CC = (0,10-0,30) \cdot I$$

- **Mètode del cicle de producció**

Es tracta d'un mètode que practica un anàlisi a diferents punts de la planta i determina on hi ha requeriment de diner. El capital circulant es classifica en:

- **Capital realitzable:** aquell que es pot convertir en diner (valor primeres matèries, productes en cycle de producció, productes acabats,...)
- **Capital disponible:** inclou diner en caixa, dipòsits en bancs o dipòsits de valors; serà capital disponible per a pagaments més o menys immediats.

A partir del càlcul del capital realitzable i del coneixement del capital disponible es determina el capital circulat.

Per al càlcul del capital circulat hem aplicat el mètode global amb un percentatge mig del 20% respecte l'immobilitzat total de la planta; d'aquesta manera:

| Capital Circulant | Expressió de càlcul | I (€) | Cost (€) |
|-------------------|---------------------|------------|------------------|
| CC | $0,2 \cdot I$ | 46.865.236 | 9.373.047 |

7.2.4. DESPESES ASSOCIADAS A LA POSTA EN MARXA DE LA PLANTA

No es contempla l'avaluació de les despeses associades a la posta en marxa de la planta, ja que queden incloses en la partida I11 del mètode de Vian.

7.2.5. INVERSIÓ INICIAL TOTAL

L'ordre de magnitud de la inversió inicial total requerida per la planta es determina a partir de la suma de despeses prèvies al projecte, capital immobilitzat, I, capital circulat, CC i despeses associades a la posta en marxa de la planta.

| Component | Cost (€) |
|--|-------------------|
| Despeses prèvies al projecte | - |
| Capital immobilitzat, I | 46.865.236 |
| Capital circulat, CC | 9.373.047 |
| Despeses associades a la posta en marxa de la planta | - |
| INVERSIÓ INICIAL | 56.238.283 |

7.3. ESTIMACIÓ DE COSTOS D'OPERACIÓ

Els costos d'operació correspon al valor expressat en diner dels béns i prestacions emprats per a assolir la producció desitjada; seran costos associats a la fabricació que es descompten dels ingressos que genera la base imposable. A diferència del capital immobilitzat i del circulat, els costos d'operació es calculen en funció de partides temporals, normalment anuals.

Per a l'avaluació dels costos d'operació farem ús del mètode de Vian. El mètode de Vian classifica els costos en:

- Costos de fabricació o manufactura, M (€/any)
- Despeses generals, G (€/any)

Alhora, tant els costos de manufactura com els generals es troben subdividits en d'altres partides temporals, en funció de la dependència del ritme de producció. Tindrem, doncs, costos fixes si no varien en funció de la producció i costos variables, la magnitud dels quals queda lligada a la variació de la producció. De la mateixa manera els costos es classifiquen en costos directes, atribuïbles al producte, i costos indirectes, que fan referència a la producció en general.

Presentem la classificació de costos segons Vian:

| Costos de manufactura, M | | | | |
|--------------------------|------------|---------------------|------------|--------------|
| | Variables | Descripció | Fixes | Descripció |
| Directes | M1 | Matèries primeres | | |
| | M2 | Ma d'obra directe | | |
| | M3 | Patents | | |
| Indirectes | M4 | Ma d'obra indirecte | M11 | Directius |
| | M5 | Serveis generals | M12 | Amortització |
| | M6 | Subministres | M13 | Lloguers |
| | M7 | Manteniment | M14 | Taxes |
| | M8 | Laboratori | M15 | Assegurances |
| | M9 | Envasat | | |
| | M10 | Expedició | | |

| Despeses generals, G | | | | |
|----------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
| | Variables | Descripció | Fixes | Descripció |
| Directes | G1 | Despeses comercials | | |
| Indirectes | | | G2 | Gerència |
| | | | G3 | Despeses financeres |
| | | | G4 | R+D i servei tècnic |

Els costos d'operació s'obtenen de la suma de M i G:

$$C = M + G$$

7.3.1. COSTOS DE FABRICACIÓ, M

Els costos de fabricació o manufactura estan relacionats amb tot allò que faci referència a la instal·lació productiva. Es desglossa en diferents partides anuals que detallem a continuació:

M1: Matèries primeres

S'estima la quantitat de diner invertida en matèria primera, incloent la quantitat emmagatzemada a planta i les mermes i pèrdues de producte. Per a determinar el cost d'aquesta partida és necessari el coneixement del preu orientatiu de les matèries primeres utilitzades en el procés, és a dir, metanol, monòxid de carboni i el complex catalitzador d'iridi.

A partir de les necessitats anuals de primeres matèries i de la quantitat de catalitzador, fixada per la patent en 1180 ppm i tenint en compte el volum del reactor, calculem el cost anual de la partida:

| Matèria primera | Consum anual (Kg/any) | Preu (€/Kg) | Cost (€/any) |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Metanol | 34.233.210 | 0,246 | 8.421.369,66 |
| Monòxid de carboni | 89.677.500 | 0,2 | 17.935.500 |
| Complex catalitzador d'iridi | 9,44 | 140.500 | 1.326.320 |
| | | TOTAL (€/any) | 27.683.189,66 |

$$M1 = 27.683.189,66 \text{ €}$$

El preu del metanol ha estat consultat en la web www.methanex.com/products/methanolprice.html, el preu del catalitzador en www.alfa-chemcat.com i el del monòxid de carboni ha estat facilitat per Praxair. Referent al catalitzador, al tractar-se d'un complex catalític d'iridi amb presència de co-catalitzadors i promotors no hem estat capaços de trobar la vida útil del complex; suposem que la capacitat catalítica dura un any.

El consum anual de primeres matèries s'ha determinat en funció del nombre de dies operatius de la planta, establert en 330 dies/any.

M2: Ma d'obra directa

Per ma d'obra directe englobem aquella que està adscrita al procés de producció. Alhora d'establir les despeses es comptabilitza en homes hora.

Tenint en compte que la planta opera 330 dies/any les 24 hores del dia resulten un total de 7920 hores anuals en operació.

Per altra banda, la jornada laboral dels operaris de la planta és 40 hores setmanals; considerant que la planta es troba en operatiu 47 setmanes a l'any les hores anuals que realitzarà un operari són 1880.

El nombre de torns resulta del quocient entre hores operatives i hores treballades per l'operari, en base anual. Presentem els càlculs:

| | dies/any | hores/dia | hores/setmana | setmanes/any | (hores/any) totals |
|---------------------------------|----------|-----------|---------------|--------------|--------------------|
| Hores operatives anuals | 330 | 24 | | | 7920 |
| Hores treballades anuals | | | 40 | 47 | 1880 |
| Nombre de torns | 4 | | | | |

Així doncs, s'obtenen 4 torns arrodonint el resultat del quocient.

Es decideix un nombre de 8 operaris per torn, considerant el grau d'automatització de la planta; conseqüentment, hi ha un requeriment de 32 operaris en plantilla.

Suposant que el salari anual d'un operari a la indústria química és de 15.000€, resumim el cost de la mà d'obra directa:

| Nombre de treballadors | Salari anual (€/any) | Cost (€/any) |
|------------------------|----------------------|----------------|
| 32 | 15.000 | 480.000 |

$$M2 = 480.000 \text{ €}$$

M3: Patents

Les patents, o royalties, es paguen en concepte de drets d'explotació d'un procés ja desenvolupat que l'empresa fixa a priori. Considerant que estem fora del període de pagament de la patent del procés de producció, l'import de la partida M3 és nul.

$$M3 = 0 \text{ €}$$

M4: Ma d'obra indirecte

Es tracta de personal de fàbrica que realitza tasques no atribuïbles directament a la producció del producte. Parlem ,doncs, de supervisors, encarregats, personal de manteniment, vigilants, etc. Es calcula com a un 15-45% de la ma d'obra directe. Impact ha determinat un 30%, de tal manera que:

$$M4 = 30\% \cdot M2 = 144.000 \text{ €}$$

M5: Serveis

En la partida de serveis s'inclouen els principals serveis necessaris en el procés de producció de l'àcid acètic. D'aquesta manera es comptabilitzen l'aigua, l'electricitat, l'aigua glicolada i el nitrogen.

Aigua

Com a necessitats d'aigua de la planta incloem l'aigua evaporada a les torres de refrigeració (estimada en un 10% de l'aigua a refrigerar), l'aigua necessària per a generar vapor d'aigua a la sortida de la incineradora i l'aigua de dilució. S'ha menyspreat el consum d'aigua destinat a zones socials ja que presenten un ordre de magnitud inferior a la resta.

| Aigua refrigeració (m ³ /any) | Aigua dilució (m ³ /any) | Consum anual (m ³ /any) | Cost unitari (€/m ³) | Cost (€/any) |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 6.343.335,50 | 9.290,16 | 6.352.625,66 | 1,13 | 7.178.467,00 |

El cost unitari de l'aigua s'ha trobat en la web d'Aigües de Barcelona, en tarifes per consum industrial.

Aigua glicolada

El consum anual d'aigua glicolada s'estima en 22 m³.

| Aigua glicolada (m ³ /any) | Cost unitari (€/m ³) | Cost (€/any) |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| 22 | 568 | 12.269 |

El cost unitari de l'aigua glicolada s'ha consultat a la web www.indian-chemical.com.

Electricitat

L'electricitat que es consumeix a planta s'estimarà a partir del consum anual de la planta i de les tarifes facilitades per FECSA-Endesa a la pàgina web www.fecsaonline.com.

| Consum (kWh) | Consum anual (kWh) | Cost unitari (€/kWh) | Cost (€/any) |
|--------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| 795 | 6.296.400,00 | 0,0562 | 353.857,68 |

Nitrogen

Es requereix nitrogen per a inertitzar recipients i equips davant el risc d'incendi derivat de la naturalesa dels productes. A partir del volum anual de nitrogen estimem el cost del servei:

| Consum anual (m3/any) | Cost unitari (€/m3) | Cost (€/any) |
|-----------------------|---------------------|------------------|
| 185.512,80 | 0,1 | 18.551,28 |

El cost total de la partida de serveis s'obté amb el sumatori del cost dels serveis avaluats:

| Servei | Cost (€/any) |
|-----------------|---------------------|
| Aigua | 7.178.467,00 |
| Aigua glicolada | 12.269 |
| Electricitat | 353.857,68 |
| Nitrogen | 18.551,28 |
| TOTAL | 7.563.144,76 |

$$M5 = 7.563.144,76 \text{ €}$$

M6: Subministres

Consisteix en el cost de material d'adquisició regular per el procés de fabricació, tal com lubricants, mangueres, vestuari dels operaris, etc. De totes formes, s'estima com a un 0,2-1,5% de I. Es decideix un 0,8 % de I:

$$M6 = 0,8\% \cdot I = 374.922 \text{ €}$$

M7: Manteniment

Fa referència a la despesa generada per reparacions que no puguin ser assumides per el personal de manteniment de la planta, tant revisions periòdiques com externes. El

cost de la partida es calcularà en funció de l'immobilitzat i de les condicions d'operació de la planta. Es determina el càlcul com un 7% de I:

$$M7 = 7\% \cdot I = 3.280.567 \text{ €}$$

M8: Laboratoris

Costos derivats de controls de qualitat de primeres matèries, producte acabat, i de punts intermedis del procés. S'estima a partir de la partida de ma d'obra directe com un 5-25% de M2.

$$M8 = 10\% \cdot M2 = 48.000 \text{ €}$$

M9: Envasat

Aquesta partida fa referència al cost d'envasat del producte produït; en el nostre cas, els productes acabats són líquids i seran recollits per camions cisterna a planta, per tant, considerem nul el cost d'aquesta partida.

$$M9 = 0 \text{ €}$$

M10: Expedició

Costos derivats del transport del producte de planta al consumidor. Vindran determinats en funció de la distància de transport, el medi de transport, la naturalesa del producte i la seva perillositat, etc.

El cost d'aquesta partida serà 0 ja que les despeses de transport dels productes són carregades al consumidor sol·licitant del nostre servei.

$$M10 = 0 \text{ €}$$

M11: Directius i serveis tècnics

Es tracta del salari del personal que es troba a planta gestionant el correcte funcionament del procés. Es calcula com a un 10-40% de la ma d'obra directe. S'escull un percentatge de 25% de M2.

$$M11 = 25\% \cdot M2 = 120.000 \text{ €}$$

M12: Amortització

Partida de cost associada a la pèrdua de valor de les instal·lacions productives, és a dir, a la pèrdua de valor de l'immobilitzat. No es tracta d'una despesa física. Considerant una mitjana de 10 anys de vida operativa dels equips:

$$M12 = 10\% \cdot I = 4.686.524 \text{ €}$$

M13: Lloguers

En el cost de la partida es contempla tant el rènting de la parcel·la d'ubicació de la planta com el lloguer d'aquella maquinària que surti més rentable que no pas la compra d'aquesta. En el nostre cas la parcel·la és de compra i menyspreem les despeses de lloguer de maquinària. Només comptabilitzem el lloguer dels tancs de nitrogen:

| Tancs Nitrogen | Lloguer mensual (€) | Cost (€/any) |
|----------------|---------------------|--------------|
| 2 | 500 | 12.000 |

$$M13 = 12.000 \text{ €}$$

M14: Taxes

El cost de les taxes correspon a tota despesa física efectuada a les administracions corresponents i no atribuïble als beneficis. Es calculen com un 0,5-1% del capital immobilitzat.

$$M14 = 0,5\% \cdot I = 234.326 \text{ €}$$

M15: Assegurances

S'inclouen els costos referents a assegurances sobre instal·lacions i edificis. No s'inclou el cost generat d'assegurances sobre persones físiques. El cost de la partida s'avalua com un 1% del capital immobilitzat:

$$M15 = 1\% \cdot I = 468.652 \text{ €}$$

Un cop avaluades les partides M_i es procedeix a calcular el valor total dels costos de manufactura M com a sumatori de les partides individuals; presentem els resultats en forma de taula:

| Partida | Cost (€) |
|------------------------------------|----------------------|
| M1 | 27.683.189,66 |
| M2 | 480.000 |
| M3 | 0 |
| M4 | 144.000 |
| M5 | 7.563.144,76 |
| M6 | 374.922 |
| M7 | 3.280.567 |
| M8 | 48.000 |
| M9 | 0 |
| M10 | 0 |
| M11 | 120.000 |
| M12 | 4.686.524 |
| M13 | 12.000 |
| M14 | 234.326 |
| M15 | 468.652 |
| M = ΣM_i | 45.095.324,92 |

7.3.2. DESPESES GENERALS, G

Les despeses generals es divideixen en distintes partides anuals.

G1: Despeses comercials

Les despeses comercials comprenen els costos associats a viatges, publicitat, tècniques de venda i màrketing, etc. Es tracta de despeses atribuïbles a la venda del producte; el valor de la partida serà molt variable en funció de si es tracta de la venda d'un producte intermedi o bé de producte acabat. Es recomana una avaluació entre el 5-20% dels costos de manufactura. L'empresa decideix un 12% de M:

$$G1 = 10\% \cdot M = 4.509.532,49 \text{ €}$$

G2: Gerència

S'engloben els sous de gerència i administració de la planta; es tracta d'un cost fix ja que no està associat al ritme de producció. El cost de gerència es calcula com un 3-6% dels costos de manufactura. En el nostre cas fixem un 5% de M:

$$G2 = 5\% \cdot M = 2.254.766,25 \text{ €}$$

G3: Despeses financeres

Cost associat als interessos de capitals prestats i invertits en el negoci. S'avaluen segons l'interès del capital prestat. Aquesta partida té un valor nul ja que es desconeix la quantitat que s'ha sol·licitat en concepte de préstec per a la realització d'aquest projecte.

$$G3 = 0 \text{ €}$$

G4: R+D i serveis tècnics

S'avalua el cost generat per projectes de recerca i serveis tècnics. El cost d'aquesta partida està subjecte al tipus d'indústria. Els serveis tècnics suposen entre un 1-1,5% dels costos de manufactura mentre que els costos de recerca es determinen en l'ordre de 3-4% dels ingressos per vendes. El cost total de la partida no superarà el 5% dels costos de manufactura. S'escull un valor de 4% de M, del qual un 1% correspon a serveis tècnics i el 3% restant a recerca i desenvolupament.

$$G4 = 4\% \cdot M = 1.803.813 \text{ €}$$

Finalment es calcula l'import total de les despeses generals, G:

| Partida | Cost (€) |
|----------------|---------------------|
| G1 | 4.509.532,49 |
| G2 | 2.254.766,25 |
| G3 | 0 |
| G4 | 1.803.813,00 |
| G = ΣGi | 8.568.111,73 |

7.3.3. COSTOS TOTALS D'OPERACIÓ

Un cop estimats els valors de M i de G es calcula el cost total d'operació com la suma de les dues partides esmentades:

$$C = M + G = 53.663.436,65 \text{ €}$$

7.4. INGRESSOS PER VENDES I ESTUDI DE LA RENDIBILITAT

7.4.1. INGRESSOS PER VENDES

La planta produeix 75.000 Tn/any d'àcid acètic el 60% del qual en qualitat d'àcid acètic glacial al 99,95% i el 40% restant en forma d'àcid acètic al 70% en aigua. Per tal de calcular els ingressos per vendes anuals generats per la venda dels dos productes es fa necessari el coneixement del preu de l'àcid acètic en el mercat actual així com el volum de producció anual d'ambdós:

| Producte | Producció anual (Tn/any) | Preu (€/Tn) | Vendes anuals (€/any) |
|---------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|
| Àcid acètic glacial | 45.005,40 | 850 | 38.254.590,00 |
| Àcid acètic al 70% | 31.009,97 | 850 | 26.358.472,80 |
| TOTAL | | | 64.613.062,80 |

El preu unitari de l'àcid acètic glacial s'obté de la pàgina web www.indian-chemicals.com/chemiprices.htm. El preu de venda de l'àcid acètic diluït al 70% s'ha fixat igual al de venda de l'àcid acètic glacial ja que, malgrat ser de puresa inferior, la producció n'és més cara degut al consum d'aigua de dilució i d'altres factors.

Per altra banda, del procés de producció se'n deriva un corrent gasós residual; del tractament de gasos mitjançant una combustió tèrmica es generarà un cabal de vapor d'aigua que, al seu pas a través d'una turbina de vapor, produirà electricitat.

Així doncs, la planta presenta una altra font d'ingressos degut a la venda de l'electricitat derivada de la cogeneració a l'empresa subministradora d'electricitat.

Comentar que el preu de venda de l'electricitat és estimat a partir de les dades facilitades per FECSA-Endesa; no serà el preu de venda real ja que aquest es concreta a partir de convenis establerts entre la companyia elèctrica i la planta i no té un valor fix. Suposem que el preu de venda coincideix amb el preu de compra del servei

| Producció anual (KW/any) | Preu de venda (€/kWh) | Vendes anuals (€/any) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 111.377.376,00 | 0,056 | 6.237.133,06 |

Per tant, els ingressos per vendes anuals es calculen a partir de la suma dels ingressos per vendes dels productes i de l'electricitat:

| Producte | Vendes anuals (€/any) |
|---------------------|-----------------------|
| Àcid acètic glacial | 38.254.590,00 |
| Àcid acètic al 70% | 26.358.472,80 |
| Electricitat | 6.237.133,06 |
| TOTAL | 70.850.195,86 |

7.4.2. RENDIBILITAT DEL PROJECTE

La rendibilitat es calcula a partir del quocient entre beneficis i inversió. Per tal d'avaluar la rendibilitat econòmica del projecte s'estudien una sèrie de paràmetres:

- **Benefici brut (Bb):** Es defineixen com la diferència entre els ingressos per vendes i els costos d'operació anuals.

$$\mathbf{Bb = (V - C)_{anuals}}$$

- **Benefici net (Bn) :** Es defineix com la diferència entre els ingressos per vendes i els costos d'operació anuals, però descomptant en aquest cas els impostos. S'ha considerat una taxa d'impostos del 35% respecte el benefici brut

$$\mathbf{Bn = (V - C)_{anuals} - 0.35 \cdot (V - C)_{anuals}}$$

- **Rendibilitat percentual bruta (Rpb):** Es determina a partir del capital total invertit (CI):

$$\mathbf{Rpb = (Bb/ CI)_{anuals} \cdot 100}$$

- **Rendibilitat percentual neta (Rpn)** : Es calcula de la mateixa manera que la Rpb però en aquest cas es descompten els impostos

$$Rpn = (Bn/ CI)_{anuals} \cdot 100$$

| | (€) |
|------------|---------------|
| Bb | 17.186.759,20 |
| Bn | 11.171.393,48 |
| | % |
| Rpb | 30,56 |
| Rpn | 19,86 |

Com hom pot observar, el benefici brut de la planta és positiu, ja que les vendes superen els costos d'operació; per tant el resultat del procés de producció d'àcid acètic és rendible, assolint de tal manera l'objectiu principal de l'empresa: els guanys.

7.5. VIABILITAT DEL PROJECTE

7.5.1. Net Cash Flow (NCF)

El Net Cash Flow, o moviment net de caixa es tracta d'un mètode d'avaluació de la rendibilitat econòmica i viabilitat d'un projecte. Consisteix en comptabilitzar el flux de corrent de diner en l'activitat econòmica de la planta, en base a exercicis anuals a partir de l'any en que s'efectua la inversió inicial. D'aquesta manera es determinaran els diners generats per la inversió i ens permet efectuar un ràpid anàlisi de la salut monetària de l'empresa.

En un principi es calcula el Net Cash Flow sense tenir en compte les despeses derivades dels impostos:

$$\text{NCF (sense impostos)} = \text{Vendes} - \text{Costos}$$

Pel càlcul del NCF real en l'any 'n', comptabilitzant els conceptes d'imposts i amortització, s'utilitza la següent expressió:

$$(\text{NCF})_n (\text{inclòs impost}) = (-I - CC + R + X)_n + (V - C)_n - t \cdot (V - (C + A))_{n-1}$$

On:

I: Capital immobilitzat.

CC: Capital circulant.

R: Ingressos per valor residual.

X: Altres possibles ingressos/despeses relacionats amb la inversió.

V: Ingressos per vendes.

C: Costos totals de producció.

t: taxa d'amortització (35%).

V- (C + A): Base imposable.

Així doncs, podem definir el NCF com:

$$\text{NCF} = \text{Vendes} - \text{Costos} - \text{Inversió} - \text{Impostos}$$

Pel procediment del càlcul del NCF es tenen en compte els següents criteris:

- **Temps de vida operativa de la planta:** Es determina un temps de vida útil de 20 anys.
- **Període de construcció de la planta:** Avaluant les instal·lacions productives es preveu una durada de construcció aproximada de 2 anys; durant el període de construcció es repartirà el capital immobilitzat a parts equitatives.
- **Valor residual, R:** Es suposa un valor residual nul al final de la vida de la planta, ja que ni els terrenys ni el capital circulant són amortitzables.
- **Capital circulant, CC:** El capital circulant es pagarà a parts iguals durant 3 anys, sent el primer any l'any previ a l'inici de producció.
- **Altres possibles ingressos/despeses relacionats amb la inversió, X:** No considerem aquest concepte en l'estimació del NCF.
- **Amortització, A:** L'amortització és un cost associat a la pèrdua de valor de les instal·lacions al llarg del temps, és a dir, a la pèrdua de valor del capital immobilitzat. Hi ha diversos mètodes d'avaluació de l'amortització, més o menys complexes en funció del grau d'estimació del paràmetre. Pel cas de la planta de producció d'àcid acètic es decideix l'aplicació del mètode d'avaluació lineal. L'amortització es calcularà amb la següent expressió:

$$A = (I - R)/t_v$$

On:

A: Amortització.

I: Capital immobilitzat.

R: Valor residual de les instal·lacions (es suposa nul).

t_v : Temps de vida econòmica.

- **Impostos:** La taxa d'impostos es fixa en un 35% sobre la base imposable. Els impostos es pagaran en exercici perdut, és a dir, es paguen sobre els beneficis obtingut l'any anterior a que es faci efectiu el seu pagament. En el cas que la base imposable sigui negativa no s'aplicarà el concepte d'impost, ja que només té sentit d'aplicació sobre beneficis.
- **Producció:** En el primer any de vida operativa de la planta es suposa un 80% de la producció total, ja que es preveuen possibles problemes d'operació a l'inici del procés de producció.
- **Cost de primeres matèries i serveis generals:** Es suposa que les anualitats d'aquestes despeses seran constants al llarg de la vida operativa de la planta. En el cas que hi hagués variacions, s'hauria de procedir a recalcular el NCF tenint en compte que dites variacions afectaran al preu de venda dels productes.
- **Cost de la parcel·la:** El cost de la parcel·la s'ha estimat a partir dels preus orientatius proporcionats en la web www.idealista.com. Es fixa un cost de 50 MM€
- Els valors que apareixen en la taula d'avaluació del NCF corresponen milions d'euros (MM€).

| Any | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Parcel·la | -50 | | | | | | | | | | | |
| Capital Immobilitzat | -23,43 | -23,43 | | | | | | | | | | |
| Posta en marxa | | | | | | | | | | | | |
| Capital Circulant | | -3,13 | -3,13 | -3,13 | | | | | | | | |
| Vendes (V) | | | 56,68 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 |
| Costos (C) | | | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 |
| | | | | | | | | | | | | |
| NCFsense impostos | -73,43 | -26,55 | -0,11 | 14,06 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 |
| | | | | | | | | | | | | |
| B = V - C | | | 3,02 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 |
| Amortització (A) | | | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 |
| Benefici brut =V-(C+A) | | | 0,68 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 |
| Base imposable | | | 0,68 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 |
| Impostos (35%) | | | | 0,238 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 |
| NCF(amb impostos) | -73,43 | -26,55 | -0,11 | 13,83 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 |

| Any | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Parcel·la | | | | | | | | | | | 50 |
| Capital Immobilitzat | | | | | | | | | | | |
| Posta en marxa | | | | | | | | | | | |
| Capital Circulant | | | | | | | | | | | 9,38 |
| Vendes (V) | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | 70,85 | |
| Costos (C) | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | -53,66 | |
| | | | | | | | | | | | |
| NCFsense impostos | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 59,38 |
| | | | | | | | | | | | |
| B = V - C | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | 17,19 | |
| Amortització (A) | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | -2,34 | |
| Benefici brut =V-(C+A) | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | |
| Base imposable | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | 14,85 | |
| Impostos (35%) | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 | 5,1965159 |
| NCF(amb impostos) | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 54,18 |

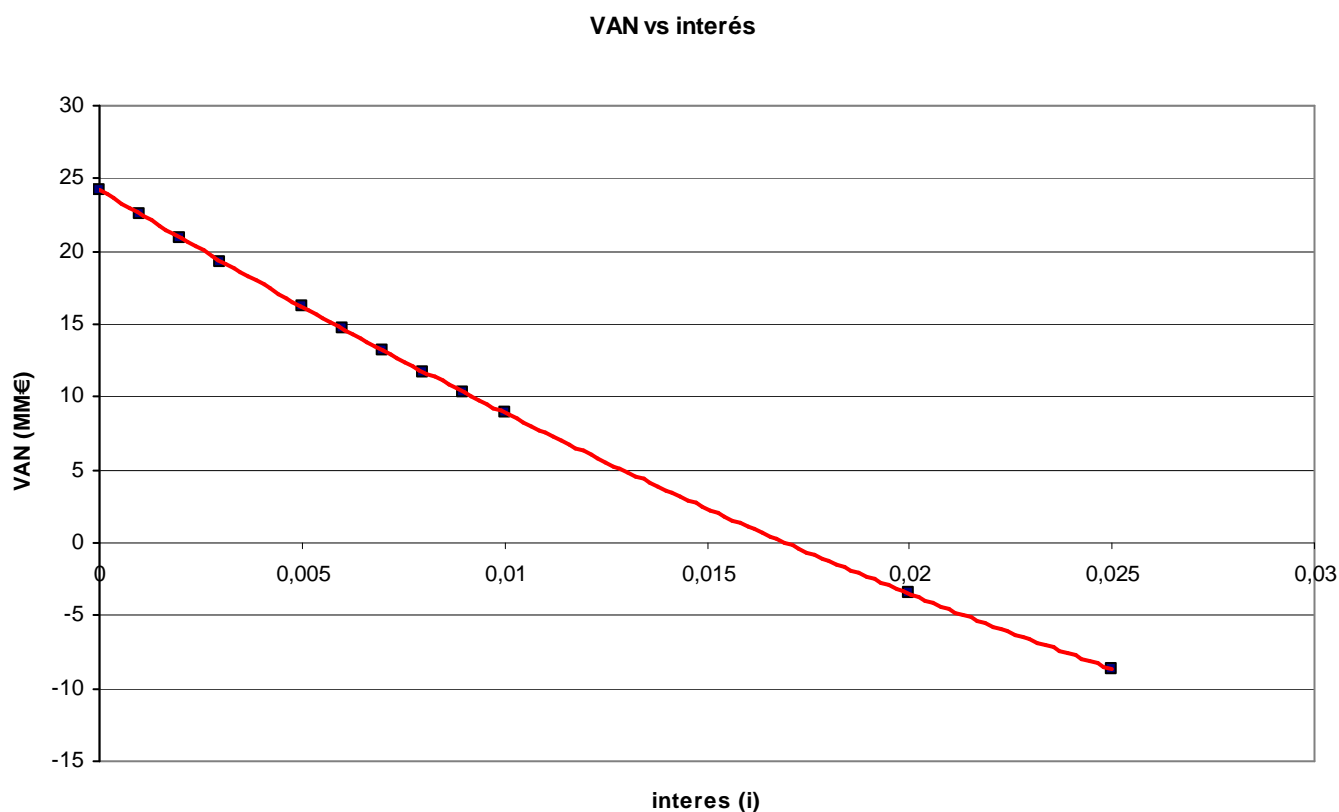
7.5.2. CÁLCUL DEL VAN

En l'execució del NCF no té en compte l'actualització dels beneficis i pèrdues al llarg de la vida operativa de la planta. Com a mètode d'actualització s'utilitza el VAN (valor actual net) que correspon a la suma del valor actual dels ingressos futurs que generarà la planta.

D'aquesta manera s'aporta un altre índex d'avaluació de la viabilitat del projecte i de la inversió que suposa.

El VAN es calcula en funció de la taxa d'interès del diner futur. Per tant, interessa que sigui positiu i el més elevat possible.

Presentem la variació del VAN en funció de l'interès per tal de visualitzar els beneficis obtinguts vers la taxa d'interès que es fixi.



7.5.3. DETERMINACIÓ DE LA TIR

La TIR es defineix com la taxa interna de retorn, aquella que correspon a un valor de VAN nul.

Per comparació de la TIR amb la taxa d'interès del capital, fixat pels bancs, es possible d'apreciar el rendiment que s'obté del projecte i la conveniència, o no, de realitzar la inversió. Com més elevat sigui la TIR, més rentable serà la planta.

A partir del gràfic anterior concloem que la TIR correspon a un valor de 1,7%; per tant, el projecte de producció d'àcid acètic tal i com l'ha considerat Impact surt rentable.