# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE VINILO

Trabajo Fin de Grado

Alba Ramírez
Eric López
Martin Moreno
Miguel Molina
Pol Serrano

Tutor: Marc Peris

VIMEPAM

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

# CAPÍTULO 7

## Evaluación Económica

Trabajo Fin de Grado

Alba Ramírez
Eric López
Martin Moreno
Miguel Molina
Pol Serrano

Tutor: Marc Peris

VIMEPAM

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

# ÍNDICE

7.1. Introducción ..... 2
7.1.1. Estudio de mercado ..... 2
7.1.2. Precios ..... 3
7.1.3. Estudio financiero ..... 7
7.2. Estimación de la inversión inicial ..... 9
7.2.1. Capital inmovilizado ..... 9
7.2.1.1. Equipos ..... 9
7.2.1.2. Terrenos ..... 18
7.2.1.3. Método de Vian ..... 18
7.2.2. Capital circulante ..... 19
7.2.3. Puesta en marcha ..... 20
7.3. Costes de producción ..... 20
7.3.1. Costes de fabricación ..... 21
7.3.2. Costes generales ..... 26
7.3.3. Costes totales ..... 27
7.4. Estimación de ingresos ..... 27
7.5. Flujos de caja (NCF) ..... 28
7.6. Valor actual neto (VAN) y tasa interna de rentabilidad (TIR) ..... 30
7.7. Pay-back ..... 31
7.8. Análisis de sensibilidad ..... 31
7.8.1. Aumente del precio del cloruro de vinilo en un 9.2% ..... 31
7.9. Bibliografía ..... 33

# 7.1. Introducción

Para determinar la viabilidad de un proyecto se debe realizar una valoración económica completa.

En este caso, se estiman los precios de los equipos y los terrenos, así como los diferentes apartados de la planta, como pueden ser servicios o la red eléctrica. También se han calculado el capital circulante, y con ello la inversión inicial.

A continuación, se han estimado los costes de fabricación, donde se tienen en cuenta los sueldos del personal, costes de laboratorio, mantenimiento de la planta y el coste de las materias primas. Además, juntamente con los costes de fabricación se han calculado los costes generales y los totales.

Por otra parte, se han calculado las ventas potenciales del producto y los subproductos conseguidos en el proceso de la planta.

Para finalizar, se ha estudiado la rentabilidad del proyecto mediante los flujos de caja durante la vida útil de éste y el cálculo del valor actual neto y la tasa interna de rentabilidad.

## 7.1.1. Estudio de mercado

Antes de comenzar con la evaluación económica, primero hay que realizar un estudio de mercado sobre el producto principal a comercializar, en este caso, el cloruro de vinilo.

El CV es un gas incoloro que se utiliza en la industria química casi exclusivamente (90%) para la producción del policluro de vinilo (PVC). La otra parte restante, se destina a la producción de polifluoruro de vinilideno y solventes clorados.

La producción mundial de CV se estima en unos 52M toneladas/año, el 50% de las cuales corresponden a Asia. En segundo lugar, se encuentra Europa con algo más de 10M toneladas/año y Estados Unidos en tercer lugar con 7.6 M toneladas/año. El resto de la producción que se reparte se encuentra en Latinoamérica.

Por lo que hace a la demanda del CV, también sigue el patrón descrito en la producción mundial de CV.

Por último, se ha investigado sobre la producción anual de los últimos años y de sus potenciales producciones futuras. Para ello, se ha encontrado información en *P&S Market Research*, una página que se dedica a estudios de mercado. En dicha página, se puede entender que durante los próximos años (2017-2023) el mercado en el cual el CV está involucrado crecerá a un ritmo de alrededor del 2.3%. También, se comenta que la restricción que puede causar más problemas es

la variación en los precios de las materias primas, es decir, la variación del precio de nuestro producto indirectamente.

### 7.1.2. Precios

Antes de empezar con una valoración económica, también es necesario el conocimiento del precio de las diversas sustancias que intervienen en el proyecto.

Para ello se ha realizado una búsqueda exhaustiva de precios de las diversas sustancias en diferentes páginas con datos históricos de precios y diferentes proveedores.

A continuación, se desglosan las diferentes sustancias consultados con sus respectivos precios.

1. **CV.**

Para conocer el precio de este producto, se han consultado diversas páginas de estudios de mercado. Primero de todo, se ha conseguido el precio a partir de la página de la compañía Sigma-Aldrich. En esta página se ha conseguido un precio del CV que, para 400 gramos de producto, éste tiene un precio de 869 € (1 Tn, 2172500 €). Precio desorbitado y, por tanto, descartado para realizar la evaluación económica.

Para comparar el precio, se ha buscado el precio en otra fuente de información. Mediante la página *ICIS*, se ha encontrado el precio de agosto del 2016 que es de 631 $/tonelada. Éste, en euros, sería de 535.28 €/tonelada.

2. **1,2-Dicloroetano.**

El precio de este subproducto se ha estudiado a partir de las mismas páginas que el del CV, además de haber usado tambíen *Intratec*. Para el primer proveedor, Sigma-Aldrich, se ha encontrado que el precio es de 86193136.47 Tn/año, este precio se diferencia mucho de los encontrados posteriormente y, por tanto, no se tendrá en cuenta. En otra página, *ICIS*, se ha encontrado que el precio del 1,2-Dicloroetano para mayo del 2017, éste es de 294.07 €/Tn. Finalmente, como se ha mencionado al principio de este producto, en la página *Intratec* se ha encontrado el precio del subproducto para el 2010 (Figura 7.1-1), siendo éste en el caso de Alemania de 303.45 €/Tn y de Estados Unidos de 362.27 €/Tn.

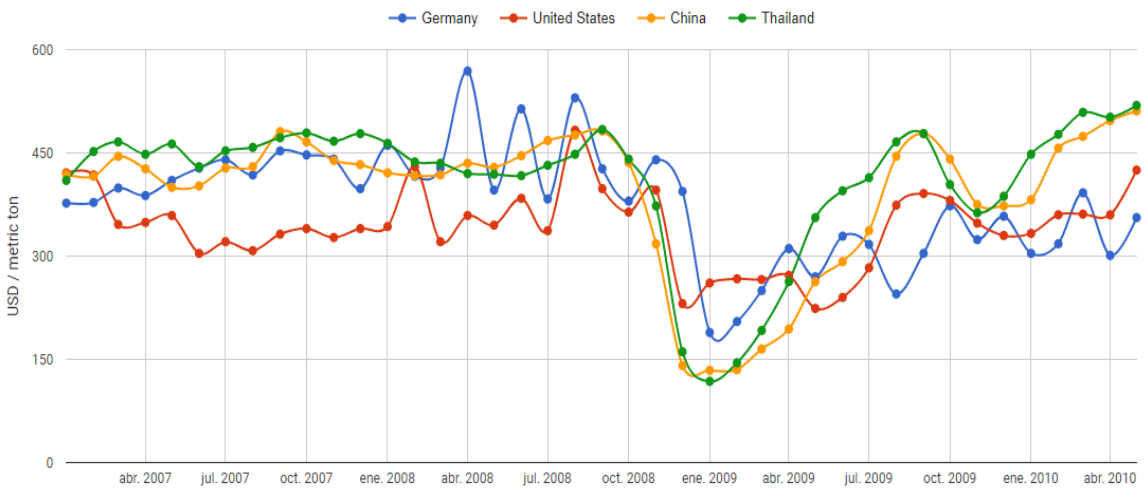


*Figura 7. 1-1 Evolución del precio del 1,2-dicloroetano*

Así pues, se ha decidido primero hacer la media de los precios de *Intratec* correspondientes de Alemania y Estados Unidos para, más tarde, hacer la media de éste junto el obtenido en *ICIS*. El resultado es de 313.46 $/Tn.

### 3. HCl de baja concentración.

El precio de este producto se ha estudiado a partir de las mismas páginas mencionadas anteriormente. De *ICIS* se ha obtenido una gráfica que muestra la evolución del precio del HCl de baja concentración, que es el obtenido como subproducto en el proceso. En la Figura 7.1-2 se muestra la evolución del precio:

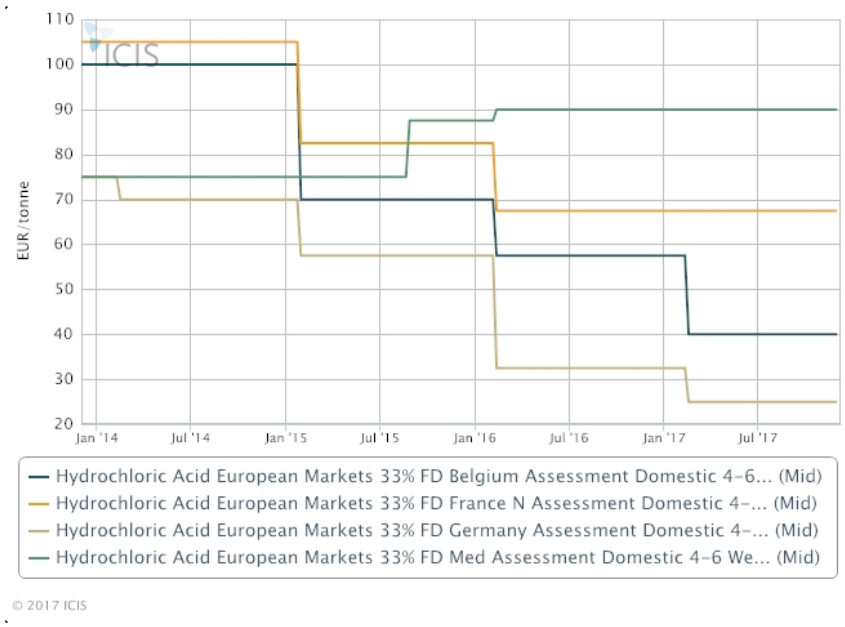


*Figura 7. 1-2 Evolución del precio del HCl*

Como se puede ver en el gráfico, el precio varía según la zona. Además, gracias a la figura 7.1-3 se puede ver el precio por zonas en Europa y su mínimo-máximo durante años anteriores.

**Price assessments (€/tonne):**

| Region (FD) | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 |
|---|---|---|---|---|
| Germany | 15-35 | 20-45 | 45-70 | 65-75 |
| Belgium | 25-55 | 50-65 | 60-80 | 80-120 |
| Mediterranean | 60-120 | 60-120 | 60-115 | 60-90 |
| N. France | 50-85 | 50-85 | 65-100 | 90-120 |

*Figura 7. 1-3 Rango de precios del HCl según la zona.*

Tal y como se puede ver en la figura 7.2, el precio del HCl en Julio de 2017 es de 91 €/Tn, dato que concuerda con el rango mostrado en la figura 7.3 de la zona mediterránea.

### 4. Acetileno.

El precio del acetileno encontrado es de 454.54 €/Tn. Este precio se ha encontrado en *spanish.alibaba.*

### 5. HCl.

El precio del cloruro de hidrogeno gas se ha encontrado a partir de *Zauba*, donde después de la conversión de rupias a euros correspondiente, se ha encontrado que el precio es de 180€/Tn. Además, el precio obtenido en Zauba se ha comparado con el obtenido en *ICIS*. En ésta última fuente de información, se observa un precio de 121 €/Tn para dicho producto.

Finalmente, se ha decidido el precio de ICIS debido a que es un precio más actual de mercado.

### 6. Cloruro de mercurio (II).

El precio del catalizador, según el proveedor Sigma-Aldrich, es de 1130 €/Tn.

### 7. Electricidad.

El precio de la electricidad para uso industrial se ha consultado en los datos estadísticos del Gobierno de España. El precio consultado es de 0.084 €/kWh.

### 8. Agua de red

El precio del agua se ha consultado en el Informe Anual de la Generalitat de Cataluña. El precio tras aplicar el IVA (21%), es de 2.136 €/m3.

### 9. Gas natural

Su precio se ha fijado a partir de la búsqueda de ofertas para la indústria. La oferta que interesa, ofrece un descuento del 12% respecto otras compañias y, el precio es de 0.0368 €/kWh. La compañía que sumisntra el gas natural es Iberdrola.

### 10. Nitrógeno

El precio del nitrógeno se obtiene mediante la página MVS Engineering, que se dedica a la producción de gases en la India. Así pues, el precio para esta sustáncia es de 1.94 €/m3.

### 11. Dowtherm A

El precio de este fluido refrigerante se obtiene mediante Zauba, que, tras el cambio de divisa, se fija el precio en 5.35 €/kg.

### 12. N, N-Dimetilformamida

El precio de este disolvente es de 708.84 €. Este precio se ha encontrado en *spanish.alibaba.*

### 13. Agua glicolada

El precio del agua glicolada es de 1680 €/m3. El precio del producto proviene del portal solostock.

### 7.1.3. Estudio financiero

Un estudio financiero es el análisis de la capacidad de una empresa para ser sustentable, viable y rentable en el tiempo.

La capacidad de financiación de la que dispone la empresa es una parte muy importante en un estudio financiero. Es común que muchas empresas no tengan el capital necesario para arrancar un proyecto por si solas, por tanto, se buscan otras maneras para conseguir el capital necesario. Algunas de las maneras de financiación son:

- Ingresos de capital de socios o incorporación nueva de éstos.
- Ingresos netos por operaciones alternativas.
- Préstamos bancarios

Actualmente, el método de financiación más común es el de préstamos bancarios. Grandes empresas requieren de un préstamo para afrontar la inversión inicial del proyecto a realizar. Sin embargo, tiene el inconveniente que se debe de pagar un interés variable por el capital financiado y para entender mejor esta acción, se ha estudiado el EURÍBOR.

El EURÍBOR es un índice de referencia publicado diariamente que indica el tipo de interés promedio al que los bancos europeos ofrecen préstamos, a corto o largo plazo, entre ellos para prestarlo (financiar) a terceros. Este interés es tan solo aplicable a la moneda euro.

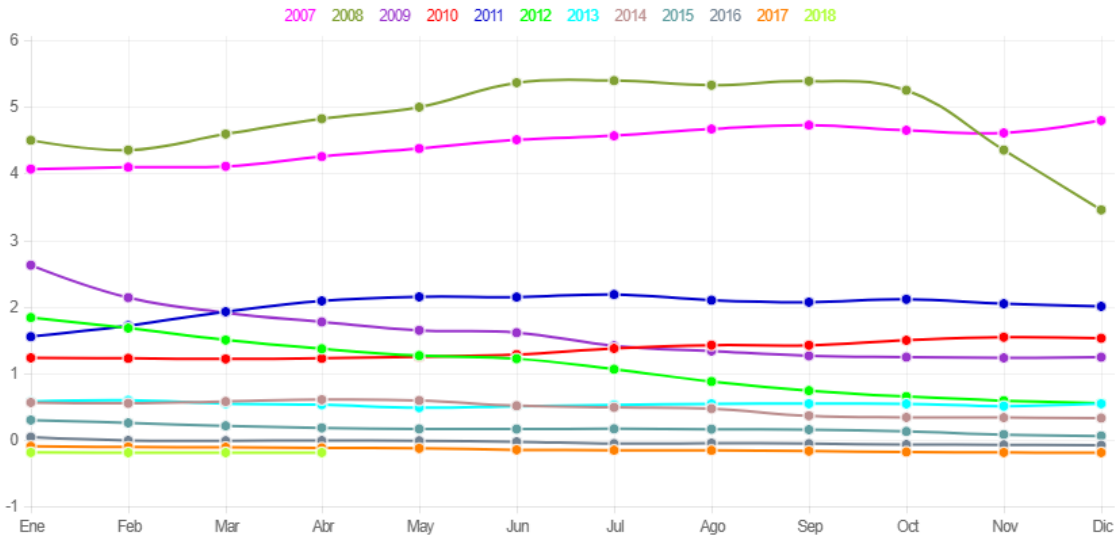


*Figura 7. 1-4 Evolución histórica del EURÍBOR*

Además, se ha estudiado el valor del EURÍBOR del último año para tener datos más precisos.

*Tabla 7. 1-1 Datos del último año del EURÍBOR*

| | |
|---|---|
| Abril 2017 | -0,119 |
| Mayo 2017 | -0,127 |
| Junio 2017 | -0,149 |
| Julio 2017 | -0,154 |
| Agosto 2017 | -0,156 |
| Septiembre 2017 | -0,168 |
| Octubre 2017 | -0,180 |
| Noviembre 2017 | -0,189 |
| Diciembre 2017 | -0,190 |
| Enero 2018 | -0,189 |
| Febrero 2018 | -0,191 |
| Marzo 2018 | -0,191 |
| Abril 2018 | -0,180 |

Como se puede observar en la Figura 7.1-4 y en la Tabla 7.1-1, el valor del EURÍBOR va disminuyendo a lo largo de los años, llegando incluso a alcanzar valores negativos en el año 2016.

Los intereses negativos se denominan como intereses negativos sobre reservas excedentarias. Este hecho se da cuando hay un estancamiento económico o ausencia de crecimiento.

Los bancos, han impuesto un interés llamado “diferencial” para evitar que cuando se realiza un préstamo, éste sea con un interés negativo. El diferencial que se aplica varía en función de la situación y se sitúa entre el 0.25 y el 1%.

Por lo tanto, en la situación actual del proyecto y, en caso de necesitar un préstamo para la inversión inicial, éste tendría un interés negativo pero que, al aplicar el diferencial mencionado anteriormente, quedaría el interés final que se aplicaría (-0.18%+0.75%=0.57% interés final).

## 7.2. Estimación de la inversión inicial

La inversión inicial es el capital que hay que portar para la planificación y desarrollo del proyecto. La inversión inicial es la suma del capital inmovilizado, el capital circulante, la puesta en marcha y gastos previos, aunque estos dos últimos en menor importancia.

- El capital inmovilizado es el capital necesario para la compra del terreno y equipos a utilizar en el proceso de producción. Los terrenos no son amortizables mientras que los equipos si lo son, ya que el valor de éstos decrece con el tiempo.
- El capital circulante es el capital que corresponde a la compra de materia primera y a la disposición final del producto. Este tipo de capital circula sin parar durante la vida útil de la planta y se recupera al acabar la actividad económica. Así pues, es un capital no amortizable.
- Los gastos previos son el capital necesario, previo al proyecto, destinado a la investigación del producto (I+D) y la constitución de la empresa.
- La puesta en marcha, como el nombre indica, es el dinero que se destina para poner en marcha la planta.

### 7.2.1. Capital inmovilizado

Para la estimación del capital inmovilizado se pueden utilizar diferentes métodos dependiendo de las herramientas de cálculo disponible. En este caso, se ha escogido el método de Vian.

#### 7.2.1.1. Equipos

Para el cálculo del capital inmovilizado se debe conocer el precio de los equipos utilizados en la planta, desde los reactores y columnas hasta intercambiadores, calderas, compresores y válvulas, es decir, cada uno de los equipos que constituyen la maquinaria de la planta.

Para estimar el coste de los equipos, se ha utilizado el método de Sinnot-Towler. Con este método se obtienen valores aproximados del precio de cualquier equipo (±20% de error), usando un parámetro específico dependiendo de cada equipo y unas constantes tabuladas. La ecuación usada es la 7.1:

$$C_e = a + b \cdot S^n \qquad (7.1)$$

Donde:

$C_e$ es el coste del equipo en dólares.

a, b y n son constantes tabuladas para cada equipo.

S es el parámetro característico del equipo, con unidades diferentes según el equipo.

Una vez calculado el coste del equipo, valor en dólares, si el equipo está diseñado en un material diferente al de la correlación, se debe multiplicar el valor calculado por un factor de material ($f_m$). En la tabla 7.2-1 se muestran los diferentes valores para el $f_m$.

*Tabla 7. 2-1 Factor de material.*

| Material | $f_m$ |
|---|---|
| Carbon steel | 1.0 |
| Aluminum and bronze | 1.07 |
| Cast steel | 1.1 |
| 304 stainless steel | 1.3 |
| 316 stainless steel | 1.3 |
| 321 stainless steel | 1.5 |
| Hastelloy C | 1.55 |
| Monel | 1.65 |
| Nickel and Inconel | 1.7 |

Cabe mencionar que el valor obtenido mediante este método corresponde a dólares en el año 2007, por lo que hay que actualizar mediante el *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) del 2017 y, más tarde, convertir esos dólares en euros.

El CEPCI es una herramienta usada para estimar costes de equipos en periodos diferentes de tiempo. Esta herramienta es un índice formado por cuatro subíndices más, los equipos, edificación, labor de construcción y supervisión. Este índice esta regulado y se actualiza mensualmente por el *U.S Department of Labor's Bureau of Labor Statistics*.

En la tabla 7.2-2 se muestran los índices correspondientes al 2007 y 2017.

*Tabla 7. 2-2 CEPCI de los años 2007 y 2017.*

| | |
|---|---|
| CEPCI (2007) | 509.7 |
| CEPCI (2017) | 567.5 |

El cambio de dólares a euros el día 24/05/2018 es de 1 $ = 0.85240 €.

A continuación, se muestran los listados de equipos por áreas de la planta, con su parámetro correspondiente para el cálculo junto a su valor y el precio estimado resultante.

*Tabla 7. 2-3 Área 100 (almacenamiento de reactivos)*

| | | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A-100: ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | PARÁMETRO DE DISEÑO | VALOR | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (€) | PREACIO TOTAL (€) |
| TP-101 | Tanque pulmón de acetileno | Peso (kg) | 3044.40 | 1 | 45,042.68 € | 45,042.68 € |
| TP-102 | Tanque pulmón de HCl | Peso (kg) | 4270.40 | 1 | 55,942.61 € | 55,942.61 € |

*Tabla 7. 2-4 Área 200 (reacción)*

| VIMEPAM | | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A-200: REACCIÓN | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **PARÁMETRO DE DISEÑO** | **VALOR** | **CANTIDAD** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PREACIO TOTAL (€)** |
| E-01 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 2.70 | 1 | 8,450.00 € | 8,450.00 € |
| E-02 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 3.80 | 1 | 8,696.00 € | 8,696.00 € |
| E-03 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 1.80 | 1 | 10,266.00 € | 10,266.00 € |
| E-04 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 2.80 | 1 | 10,810.00 € | 10,810.00 € |
| R-201 | Reactor catalítico multitubular de lecho fijo | Volumen ($m^3$) | 4.20 | 1 | 180,047.48 € | 180,047.48 € |
| R-202 | Reactor catalítico multitubular de lecho fijo | Volumen ($m^3$) | 4.20 | 1 | 180,047.48 € | 180,047.48 € |
| R-203 | Reactor catalítico multitubular de lecho fijo | Volumen ($m^3$) | 4.20 | 1 | 180,047.48 € | 180,047.48 € |
| R-204 | Reactor catalítico multitubular de lecho fijo | Volumen ($m^3$) | 4.20 | 1 | 180,047.48 € | 180,047.48 € |
| CM-201 | Compresor | Caudal ($m^3/h$) | 1.64 | 2 | 4,778.13 € | 9,556.26 € |
| CM-202 | Compresor | Caudal ($m^3/h$) | 2.42 | 2 | 4,811.13 € | 9,622.26 € |

*Tabla 7. 2-5 Área 300 (purificación producto 1)*

| VIMEPAM | | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A-300: PURIFICACIÓN PRODUCTO 1 | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **PARÁMETRO DE DISEÑO** | **VALOR** | **CANTIDAD** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PREACIO TOTAL (€)** |
| E-05 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 2.90 | 1 | 8,261.00 € | 8,261.00 € |
| E-06 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 6.70 | 1 | 9,440.00 € | 9,440.00 € |
| E-07 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 2.70 | 1 | 8,579.00 € | 8,579.00 € |
| E-08 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 2.70 | 1 | 8,972.00 € | 8,972.00 € |
| E-09 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 2.70 | 1 | 10,478.00 € | 10,478.00 € |
| E-10 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 1.90 | 1 | 8,787.00 € | 8,787.00 € |
| CD-301 | Columna de destilación | Peso (kg), empacado ($m^3$) y diámetro plato (m) | 55.17/0.6/0.46 | 1 | 19,313.05 € | 19,313.05 € |
| RB-301 | Reboiler termosifón | Área de intercambio ($m^2$) | 7.50 | 1 | 18,450.00 € | 18,450.00 € |
| CP-301 | Condensador parcial | Área de intercambio ($m^2$) | 1.90 | 1 | 7,752.00 € | 7,752.00 € |
| TD-301 | Tanque de destilado | Volumen ($m^3$) | 0.13 | 1 | 6,583.02 € | 6,583.02 € |
| CM-301 | Compresor | Caudal ($m^3/h$) | 5.54 | 2 | 4,926.18 € | 9,852.37 € |
| CM-302 | Compresor | Caudal ($m^3/h$) | 2.77 | 2 | 4,825.27 € | 9,650.54 € |
| CM-303 | Compresor | Caudal ($m^3/h$) | 2.77 | 2 | 4,825.27 € | 9,650.54 € |
| P-301 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 0.01 | 2 | 8,518.54 € | 17,037.08 € |

*Tabla 7. 2-6 Área 400 (purificación producto 2)*

| VIMEPAM | | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A-400: PURIFICACIÓN PRODUCTO 2 | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **PARÁMETRO DE DISEÑO** | **VALOR** | **CANTIDAD** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PREACIO TOTAL (€)** |
| E-11 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 1.00 | 1 | 7,808.00 € | 7,808.00 € |
| E-12 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 1.80 | 1 | 8,100.00 € | 8,100.00 € |
| E-13 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 1.60 | 1 | 8,100.00 € | 8,100.00 € |
| E-14 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 3.90 | 1 | 10,326.00 € | 10,326.00 € |
| RB-401 | Reboiler termosifón | Área de intercambio ($m^2$) | 9.70 | 1 | 17,345.00 € | 17,345.00 € |
| CP-401 | Condensador parcial | Área de intercambio ($m^2$) | 3.40 | 1 | 6,666.00 € | 6,666.00 € |
| TP-401 | Tanque pulmón | Peso (kg) | 2113.08 | 1 | 36,315.90 € | 36,315.90 € |
| TD-401 | Tanque de destilado | Volumen ($m^3$) | 0.05 | 1 | 13,753.17 € | 13,753.17 € |
| CD-401 | Columna de destilación | Peso (kg), empacado ($m^3$) y diámetro plato (m) | 191.69/0.64/0.34 | 1 | 21,691.79 € | 21,691.79 € |
| CF-401 | Columna flash de separación | Peso (kg) | 112.43 | 1 | 14,318.82 € | 14,318.82 € |
| CM-401 | Compresor | Caudal ($m^3$/h) | 0.19 | 2 | 4,704.38 € | 9,408.76 € |
| CM-402 | Compresor | Caudal ($m^3$/h) | 0.13 | 2 | 4,700.19 € | 9,400.37 € |
| CM-403 | Compresor | Caudal ($m^3$/h) | 0.06 | 2 | 4,695.00 € | 9,390.00 € |
| P-401 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 0.87 | 2 | 8,736.91 € | 17,473.83 € |

*Tabla 7. 2-7 Área 500 (tratamiento de gases)*

| VIMEPAM | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|
| | A-500: TRATAMIENTO DE GASES | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **PARÁMETRO DE DISEÑO** | **VALOR** | **CANTIDAD** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PREACIO TOTAL (€)** |
| E-15 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 2.00 | 1 | 8,637.00 € | 8,637.00 € |
| E-16 | Intercambiador de calor | Área de intercambio ($m^2$) | 1.90 | 1 | 7,718.00 € | 7,718.00 € |
| CA-501 | Columna de absorción | Peso (kg) y empacado ($m^3$) | 28.37/0.02 | 1 | 39,972.17 € | 39,972.17 € |
| CA-502 | Columna de absorción | Peso (kg) y empacado ($m^3$) | 74/0.025 | 1 | 13,963.61 € | 13,963.61 € |
| RB-501 | Reboiler termosifón | Área de intercambio ($m^2$) | 89.70 | 1 | 28,585.00 € | 28,585.00 € |
| CP-501 | Condensador parcial | Área de intercambio ($m^2$) | 11.90 | 1 | 13,097.00 € | 13,097.00 € |
| TD-501 | Tanque de destilado | Volumen ($m^3$) | 0.15 | 1 | 14,925.05 € | 14,925.05 € |
| CD-501 | Columna de destilación | Peso (kg), empacado ($m^3$) y diámetro plato (m) | 119.18/0.3/0.31 | 1 | 17,417.70 € | 17,417.70 € |
| CM-501 | Compresor | Caudal ($m^3$/h) | 0.13 | 2 | 4,700.19 € | 9,400.37 € |
| P-501 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 0.20 | 2 | 8,572.34 € | 17,144.68 € |
| P-502 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 0.21 | 2 | 8,575.24 € | 17,150.47 € |
| P-503 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 0.03 | 2 | 8,524.76 € | 17,049.51 € |

*Tabla 7. 2-8 Área 600 (Almacenamiento del producto)*

| VIMEPAM | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|
| | A-600: ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **PARÁMETRO DE DISEÑO** | **VALOR** | **CANTIDAD** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PREACIO TOTAL (€)** |
| P-601 | Bomba de carga de cisterna CV | Caudal (L/s) | 8.30 | 2 | 10,220.25 € | 20,440.51 € |
| T-601 | Tanque 1 de almacenaje de CV | Peso (kg) | 120966.00 | 1 | 760,334.79 € | 760,334.79 € |
| T-602 | Tanque 2 de almacenaje de CV | Peso (kg) | 120966.00 | 1 | 760,334.79 € | 760,334.79 € |

*Tabla 7. 2-9 Área 700 (servicios)*

| VIMEPAM | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|
| | A-700: Servicios | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **PARÁMETRO DE DISEÑO** | **VALOR** | **CANTIDAD** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PREACIO TOTAL (€)** |
| CA-01 | Caldera de aceite | Caudal (kg/h) | 450000.00 | 1 | 189,751.24 € | 189,751.24 € |
| CV-01 | Caldera de vapor | Caudal (kg/h) | 25000.00 | 1 | 495,733.15 € | 495,733.15 € |
| CH-01 | Chiller | Caudal (kg/h) | 16.70 | 1 | 205,279.91 € | 205,279.91 € |
| TR-01 | Torre de refrigeración | Caudal (L/s) | 2780.00 | 2 | 2,202,604.99 € | 4,405,209.99 € |
| DF-01 | Descalcificadora | Caudal ($m^3$/h) | 28.00 | 1 | 7,017.90 € | 7,017.90 € |
| DI-01 | Desionizador | Caudal ($m^3$/h) | 0.92 | 1 | 21,053.70 € | 21,053.70 € |
| EE-01 | Grupo electrógeno | Potencia generada (kW) | 350.00 | 1 | 29,913.29 € | 29,913.29 € |
| TCN | Tanque criogénico nitrógeno | volumen ($m^3$) | 45.00 | 1 | 30,978.22 € | 30,978.22 € |

*Tabla 7. 2-10 Área 800 (almacenamiento efluentes)*

| VIMEPAM | LISTADO DE EQUIPOS | | | HOJA 1 DE 1 | Planta de producción CV |
|---|---|---|---|---|---|
| | A-800: ALMACENAMIENTO EFLUENTES | | | **Fecha:** 29/05/2018 | **Localidad:** Sabadell |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **PARÁMETRO DE DISEÑO** | **VALOR** | **CANTIDAD** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PREACIO TOTAL (€)** |
| TP-801 | Tanque pulmón DMF | Volumen ($m^3$) | 51.00 | 1 | 33,249.93 € | 33,249.93 € |
| T-801 | Tanque almacenaje DCE | Volumen ($m^3$) | 22.64 | 1 | 21,507.29 € | 21,507.29 € |
| T-802 | Tanque almacenaje HCL 30 % | Volumen ($m^3$) | 13.55 | 1 | 20,122.91 € | 20,122.91 € |
| P-801 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 0.19 | 2 | 8,571.64 € | 17,143.28 € |
| P-802 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 8.30 | 2 | 10,220.25 € | 20,440.51 € |
| P-803 | Bomba centrífuga | Caudal (L/s) | 8.30 | 2 | 10,220.25 € | 20,440.51 € |

A continuación, se muestra la tabla 7.2-11 con el precio total de los equipos de cada área y el total correspondiente al valor de X.

*Tabla 7. 2-11 Valor por área y total de los equipos*

| Área | Precio total (€) |
|---|---|
| **A-100** | 100,985.29 € |
| **A-200** | 777,590.42 € |
| **A-300** | 152,805.61 € |
| **A-400** | 190,097.63 € |
| **A-500** | 205,060.57 € |
| **A-600** | 1,541,110.09 € |
| **A-700** | 5,384,937.39 € |
| **A-800** | 132,904.42 € |
| **TOTAL** | **8,485,491.41 €** |

### 7.2.1.2. Terrenos

Para estimar el precio correspondiente a los terrenos, se ha estudiado el precio del suelo industrial en los polígonos industriales de Sabadell. Para ello, se ha hecho una media de los diversos precios encontrado, obteniendo así 278.33 €/m$^2$.

Por lo tanto, si la superficie total del terreno de la empresa es de 70095 m$^2$ y el precio es de 278.33 €/m$^2$, el precio total de los terrenos asciende a 19,509,541.35 €.

### 7.2.1.3. Método de Vian

El método de Vian expone que, a partir del valor de X, correspondiente al coste de los equipos y maquinarias, se calculan el resto de partidas del capital inmovilizado como porcentajes de X.

Como se ha visto anteriormente, el valor de X es de **8,485,491.41 €.**

A continuación, en la tabla 7.2-12 se muestra un resumen con los valores de las diferentes partidas, con el porcentaje utilizado para cada una de ellas:

*Tabla 7. 2-12 Método de Vian*

| Id. | Partida | Id. | % intervalos | % escogido | Valor (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| **X** | PRECIO MÁQUINARIA | **I1** | - | - | 8,485,491.41 € |
| **A** | INSTALACIÓN DE MÁQUINARIA Y APARATOS | **I2** | Min: 0.35X, Máx: 0.5X | 0.45 | 3,818,471.14 € |
| **B** | TUBERIAS | **I3** | Para fluidos: 0.6X | 0.6 | 5,091,294.85 € |
| **C** | INSTRUMENTACIÓN | **I4** | Min: 0.05X, Máx: 0.3X | 0.2 | 1,697,098.28 € |
| **D** | AISLAMIENTOS | **I5** | Min: 0.03X, Máx: 0.1X | 0.07 | 593,984.40 € |
| **E** | INSTALACIÓN ELÉCTRICA | **I6** | Min: 0.1X, Máx: 0.2X | 0.15 | 1,272,823.71 € |
| **F** | EDIFICIOS | **I7** | 0.2X | 0.2 | 1,697,098.28 € |
| **G** | SERVICIOS AUXILIARES | **I8** | Min: 0.25X, Máx: 0.7X | 0.45 | 3,818,471.14 € |
| **Y** | Y=A+B+C+D+E+F+G | **Y** | - | | 17,989,241.80 € |
| **H** | PROYECTO Y DIRECCIÓN | **I9** | 0.2Y | 0.2 | 3,597,848.36 € |
| **Z** | Z=H+Y | **Z** | - | | 21,587,090.16 € |
| **I** | CONTRATISTAS | **I10** | Min: 0.04Z, Máx: 0.1Z | 0.06 | 1,295,225.41 € |
| **J** | IMPREVISTOS | **I11** | Min: 0.15Z, Máx: 0.3Z | 0.2 | 4,317,418.03 € |

El resultado del método de Vian es de **35,685,225.01 €.**

El capital inmovilizado es la suma del resultado de Vian y el de los terrenos. Por lo tanto, el valor capital inmovilizado es de **55,194,766.36 €.**

## 7.2.2. Capital circulante

Como ya se ha comentado, el capital circulante es el necesario para permitir el comienzo de la actividad productiva.

Hay diferentes métodos para aproximar el valor de este capital, pero para este proyecto se utiliza el método global.

Este método escogido expone que el capital circulante es equivalente a un tanto por ciento del capital inmovilizado. Generalmente, este porcentaje varía entre el 10% y el 20%. En este caso, ha se escoge un 20 % para su cálculo, de esta manera, se supone una situación más desfavorable. Por lo tanto, el capital circulante se calcula mediante la ecuación 7.2:

$C.C = C.I \cdot 0.2 =$**11,038,953.27 €** (7.2)

Donde C.C es el capital circulante y C.I corresponde al capital inmovilizado.

### 7.2.3. Puesta en marcha

El valor del dinero invertido en la puesta en marcha es muy pequeño respecto al capital inmovilizado y se suele menospreciar, pero para este caso se le atribuye un valor del 0.075% respecto el capital inmovilizado.

De esta manera, se supone en cierta manera un coste más real y más desfavorable a tener en cuenta y, proporciona una información más detallada de la inversión inicial.

Así pues, el valor de la puesta en marcha se ha calculado mediante la ecuación 7.3:

$Puesta\ en\ marcha = 0.00075 \cdot C.I = 0.00075 \cdot 55{,}194{,}766.3 =$**41,396.07 €** (7.3)

Una vez calculado el capital circulante, el inmovilizado y la puesta en marcha, en la tabla 7.2-13 se recogen los datos finales de la inversión inicial.

*Tabla 7. 2-13 Inversión inicial*

| | |
|---|---|
| **EQUIPOS (VIAN)** | 35,685,225.01 € |
| **TERRENOS** | 19,509,541.35 € |
| **C.I** | 55,194,766.36 € |
| **PUESTA EN MARCHA** | 41,396.07 € |
| **C.C** | 11,038,953.27 € |
| **INVERSIÓN INICIAL** | 121,469,882.07 € |

## 7.3. Costes de producción

El valor de los costes de producción se obtiene después de sumar los costes de fabricación (M) y los costes generales (M).

Estos costes también pueden dividirse según sean costes variables (materias primas, servicios, tratamiento de residuos…) y costes fijos (salarios, seguridad, mantenimiento…).

### 7.3.1. Costes de fabricación

Los costes de fabricación (M) son los destinados a materias primas, mano de obra, patentes, suministros, mantenimiento, expedición, laboratorio, servicio técnico, amortización, impuestos, aseguradoras y alquileres.

A continuación, se desglosan sus cálculos.

1. **Materias primas:**

Los precios han sido obtenidos en las páginas que se han comentado anteriormente en el apartado *7.1.2 Precios.*

*Tabla 7. 3-1 Costes de las materias primas*

| MATERIA PRIMA | COSTE UNITARIO (€/Tn) | CANTIDAD (Tn/año) | COSTE ANUAL (€/año) |
|---|---|---|---|
| ACETILENO | 454.54 € | 7271.71 | 3,305,283.97 € |
| HCl | 121.00 € | 10573.78 | 1,279,426.90 € |
| HgCl2 | 1,130.00 € | 21.60 | 24,408.00 € |

2. **Mano de obra directa:**

Para este apartado no tan solo se ha tenido en cuenta el sueldo neto de los trabajadores, sino que también se ha tenido en cuenta el porcentaje de la seguridad social (35%) aportada por la empresa. Así, el valor de un sueldo se calcula tal que:

El valor total a pagar por la empresa a un trabajador es igual al sueldo bruto + 0.35·sueldo bruto. En la tabla 7.3-2 se muestran los sueldos de todos los trabajadores de la empresa.

*Tabla 7. 3-2 Mano de obra directa*

| Posición | Cantidad | Sueldo bruto (€/año) | 35% SS | Gasto empresa (€/año) |
|---|---|---|---|---|
| Director de planta | 1 | 127,665.00 € | 44,682.75 € | 172,347.75 € |
| Director de fabricación | 1 | 77,000.00 € | 26,950.00 € | 103,950.00 € |
| Director de turno | 3 | 65,000.00 € | 22,750.00 € | 87,750.00 € |
| Jefe de sección | 4 | 60,000.00 € | 21,000.00 € | 81,000.00 € |
| Operario | 35 | 20,000.00 € | 7,000.00 € | 27,000.00 € |
| Laboratorio | 5 | 27,080.00 € | 9,478.00 € | 36,558.00 € |
| Personal | 10 | 17,000.00 € | 5,950.00 € | 22,950.00 € |
| TOTAL | 59 | | | 2,220,837.75 € |

El valor de la SS corresponde al valor que la empresa paga por la seguridad social de cada empleado.

A la vez, se ha calculado el valor del sueldo neto de cada trabajador, aunque este no interviene en los costes de mano de obra, sino que para ello se tienen en cuenta los resultados de la tabla 7.3-2.

Para el cálculo del sueldo neto se ha tenido en cuenta el aporte de la seguridad social (8%), y el IRPF que varía según el sueldo bruto anual del trabajador y que viene determinado por el Estado.

*Tabla 7. 3-3 Sueldos limpios de los trabajadores de la empresa*

| Posición | Cantidad | Sueldo bruto (€/año) | 8% SS | IRPF | Sueldo limpio (€/año) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Director de planta** | 1 | 127,665.00 € | 10,213.00 € | 60,003.00 € | 57,449.00 € |
| **Director de fabricación** | 1 | 77,000.00 € | 6,160.00 € | 36,190.00 € | 34,650.00 € |
| **Director de turno** | 3 | 65,000.00 € | 5,200.00 € | 30,550.00 € | 29,250.00 € |
| **Jefe de sección** | 4 | 60,000.00 € | 4,800.00 € | 28,200.00 € | 27,000.00 € |
| **Operario** | 35 | 20,000.00 € | 1,600.00 € | 5,000.00 € | 13,400.00 € |
| **Laboratorio** | 5 | 27,080.00 € | 2,166.00 € | 8,395.00 € | 16,519.00 € |
| **Personal** | 10 | 17,000.00 € | 1,360.00 € | 3,230.00 € | 12,410.00 € |

### 3. Patentes:

Las patentes tienen un período de 20 años. Una vez vencido el plazo, no es necesario pagar al dueño de la patente. Además, según el registro de patentes, el valor a pagar disminuye con el paso del tiempo.

En este caso no es necesario pagar nada por patentes ya que el proceso que se utiliza tiene más de 20 años tras haberse patentado.

### 4. Mano de obra indirecta:

Corresponde a los costes en mano de obra que no interviene directamente en el proceso productivo. El valor de la mano de obra indirecta se estima como el 15-45% de la mano de obra directa. En este caso se ha calculado como el 25% de la mano de obra directa.

*Tabla 7. 3-4 Costes de mano de obra indirecta*

| | |
|---|---|
| **Mano de obra directa** | 2,220,837.75 € |
| **Mano de obra indirecta** | 555,209.44 € |

### 5. Servicios:

En este apartado se ha calculado el valor de los requerimientos necesarios para el funcionamiento de los servicios. Dichos requerimientos se muestran en la tabla 7.3-5:

*Tabla 7. 3-5 Costes de los servicios*

| Servicio | Consumo | Precio | Precio final (€/año) |
|---|---|---|---|
| **Gas natural (kWh/año)** | 13953600 | 0.04 € | 513,213.41 € |
| **Electricidad (kWh)** | 321 | 0.08 € | 194,140.80 € |
| **Agua de red ($m^3$/año)** | 4462.388 | 2.14 € | 9,531.66 € |
| **Nitrógeno ($m^3$/año)** | 1440000 | 1.94 € | 2,793,600.00 € |
| **Etilenglicol ($m^3$)** | 18.1795 | 1,680.00 € | 30,541.56 € |
| **DFM (kg)** | 665.3 | 1.07 € | 708.88 € |
| **Dowtherm A (kg/año)** | 27983.04 | 5.35 € | 149,709.26 € |
| **TOTAL** | | | 3,691,445.57 € |

### 6. Suministros:

En estos costes vienen referidos suministros a la planta que no son ni materias primas, ni servicios, es decir, lubricantes, herramientas, entre otras.

Generalmente se suele aproximar entre el 0.2-1.5% del capital inmovilizado. En este caso, se ha estimado que es el 0.85% del capital inmovilizado.

*Tabla 7. 3-6 Costes de suministros*

| | |
|---|---|
| **C.I** | 55,194,766.36 € |
| **Suministros** | 469,155.51 € |

### 7. Reparaciones y mantenimiento:

El valor de esta partida es variable en función del tipo de producto que se fabrica. En el caso de la industria química general, el valor se estima entre un 5-7% del resultado del método de Vian. Así pues, se ha calculado como 5% del resultado del método de Vian.

*Tabla 7. 3-7 Costes de reparaciones y mantenimiento.*

| | |
|---|---|
| **Resultado Vian** | 35,685,225.01 € |
| **Reparaciones y mantenimiento** | 1,784,261.25 € |

### 8. Laboratorios

Se considera como lo gastos derivados de los laboratorios, tales como reactivos o materiales de éstos. Su valor es entre un 5-35% del coste de mano de obra. Para este proyecto se estima como un 15% de la mano de obra.

*Tabla 7. 3-8 Costes de laboratorio*

| | |
|---|---|
| **Mano de obra directa** | 2,220,837.75 € |
| **Laboratorio** | 333,125.66 € |

### 9. Envasado

En este proyecto, al ser entregado en camiones cisterna, no es necesario contar con este coste.

### 10. Expedición

Se dice de los costes derivados del transporte del producto. Se puede estimar como el 10% de la mano de obra.

*Tabla 7. 3-9 Costes de expedición*

| | |
|---|---|
| **Mano de obra directa** | 2,220,837.75 € |
| **Expedición** | 222,083.78 € |

### 11. Dirección y servicio técnico:

Se entiende dirección del proceso productivo. El valor es muy variable y depende del grado de automatización. Se aproxima entre el 10-40% de la mano de obra directa.

Para este proyecto se ha calculado como el 20% de la mano de obra directa.

*Tabla 7. 3-10 Costes de dirección y servicio técnico*

| | |
|---|---|
| **Mano de obra directa** | 2,220,837.75 € |
| **Dirección y servicio técnico** | 444,167.55 € |

### 12. Alquileres:

En este proyecto el terreno se ha comprado, por tanto, no hay coste por alquiler.

### 13. Amortización:

Engloba la depreciación de las instalaciones. Cabe comentar que en el sumatorio de costes de fabricación no se tiene en cuenta, debido a que se aplica más tarde en los flujos de caja.

### 14. Impuestos:

Referido a los impuestos locales (IBI, tasas de residuos, medioambientales…), no a los impuestos sobre el beneficio ni el IVA. Se estima como el 0.5% del inmovilizado.

*Tabla 7. 3-11 Impuestos*

| | |
|---|---|
| **C.I** | 55,194,766.36 € |
| **Impuestos** | 275,973.83 € |

### 15. Seguros:

Tiene en cuenta los seguros contra incendios, responsabilidad civil, entre otros. Se estima como el 1% del capital inmovilizado.

*Tabla 7. 3-12 Costes de los seguros*

| | |
|---|---|
| **C.I** | 55,194,766.36 € |
| **Seguros** | 551,947.66 € |

Una vez se han estimado cada uno de los costes de fabricación, se suman para obtener el valor de M.

*Tabla 7. 3-13 Costes de fabricación*

| COSTE | VALOR |
|---|---|
| **MATERIAS PRIMAS** | 4,609,118.87 € |
| **MANO DE OBRA DIRECTA** | 2,220,837.75 € |
| **PATENTES** | - € |
| **MANO DE OBRA INDIRECTA** | 555,209.44 € |
| **SERVICIOS** | 3,691,445.57 € |
| **SUMINISTROS** | 469,155.51 € |
| **REPARACIONES Y MANTENIMIENTO** | 1,784,261.25 € |
| **LABORATORIO** | 333,125.66 € |
| **ENVASADO** | - € |
| **EXPEDICIÓN** | 222,083.78 € |
| **DIRECCIÓN Y SERVICIO TÉCNICO** | 444,167.55 € |
| **ALQUILERES** | - € |
| **AMORTIZACIÓN** | - € |
| **IMPUESTOS** | 275,973.83 € |
| **SEGUROS** | 551,947.66 € |
| **COSTES DE FABRICACIÓN** | **15,157,326.87 €** |

### 7.3.2. Costes generales

Los costes generales (G), se refieren a los costes generados por la administración y las ventas producidas. Estos se dividen en los siguientes sub-apartados.

1. **Costes comerciales:**

Costes derivados a partir de las ventas; como comisiones, dietas, descuentos.

Se estiman como el 5-20% de los costes de fabricación. Para este proyecto el valor se ha fijado en un 10% del valor de M.

*Tabla 7. 3-14 Costes comerciales*

| | |
|---|---|
| **Costes fabricación (M)** | 15,157,326.87 € |
| **Costes comerciales** | 1,515,732.69 € |

2. **Costes de administración**

Corresponde a los costes del personal administrativo, contables y otras tareas organizativas.

Se estima como el 4% de los costes de fabricación.

*Tabla 7. 3-15 Costes de administración*

| | |
|---|---|
| **Costes fabricación (M)** | 15,157,326.87 € |
| **Costes de administración** | 606,293.07 € |

3. **Investigación y servicios técnicos:**

Engloba al sector I+D+R y al servicio pre y post-venta. Se estima como el 1.5% de los costes de fabricación.

*Tabla 7. 3-16 Costes de investigación y servicios técnicos*

| | |
|---|---|
| **Costes fabricación (M)** | 15,157,326.87 € |
| **Investigación y servicios técnicos** | 227,359.90 € |

Una vez se tienen calculados los diferentes sub-apartados, se puede calcular el valor total de los costes generales (G). Los resultados se muestran en la tabla 7.3-17:

*Tabla 7. 3-17 Costes generales*

| COSTE | VALOR |
|---|---|
| **Costes comerciales** | 1,515,732.69 € |
| **Costes de administración** | 606,293.07 € |
| **Investigación y servicios técnicos** | 227,359.90 € |
| **Costes generales (G)** | **2,349,385.67 €** |

### 7.3.3. Costes totales

Los costes totales se calculan mediante la suma de los costes de fabricación y los costes generales. En la tabla 7.3-18 se recogen los valores a modo resumen:

*Tabla 7. 3-18 Costes totales del proyecto*

| COSTE | VALOR |
|---|---|
| **Costes fabricación (M)** | 15,157,326.87 € |
| **Costes generales (G)** | 2,349,385.67 € |
| **Costes totales** | 17,506,712.54 € |

## 7.4. Estimación de ingresos

Para el cálculo de las ventas totales de la empresa, se han tenido en cuenta el producto principal que se produce y sus subproductos.

En la tabla siguiente, se muestran los valores de las ventas por el cloruro de vinilo, ácido clorhídrico de baja concentración y el 1,2-dicloroetano.

*Tabla 7. 4-1 Ventas totales de la empresa*

| MATERIA PRIMA | COSTE UNITARIO (€/Tn) | CANTIDAD (Tn/año) | PRECIO ANUAL (€/año) |
|---|---|---|---|
| **Cloruro de vinilo** | 535.28 € | 17103.74 | 9,155,292.09 € |
| **HCl (30%)** | 91.00 € | 973.59 | 88,596.14 € |
| **1,2-Dicloroetano** | 313.46 € | 415.66 | 130,291.53 € |
| **TOTAL** | | 18492.984 | **9,374,179.76 €** |

Por lo tanto, la suma de las ventas de la empresa asciende a **9,374,179.76 €** al año.

## 7.5. Flujos de caja (NCF)

El Net Cash Flow (NCF) o flujos de caja, se refiere a todas las entradas y salidas del dinero, en caja o efectivo, procedente de la actividad económica de una empresa durante un período determinado. Antes de realizar el cálculo, se deben tener en cuenta una serie de consideraciones:

- El tiempo de vida útil de la empresa se ha fijado en 15 años. Su construcción dura dos años (año 0 y 1) y se deja el año 17 como retorno del capital circulante y del valor residual.
- Tanto el capital inmovilizado como el circulante se aplican en el año de construcción (año 0 y 1)
- El valor residual se ha estimado que sea 3,000,000.00 € y se recupera el año 17.
- Los impuestos se han fijado como el 35% de la base imponible.
- Los valores de todos los números son de millones de euros.

Como ya se ha mencionado en el apartado de costes de fabricación, la amortización se ha tenido en cuente en el cálculo de flujos de caja y se ha calculado con el método lineal.

En la ecuación 7.4, I es la inversión inicial (exceptuando los terrenos, que no se amortizan), $V_r$ es el valor residual y t los años de vida de la empresa.

$$A = \frac{I - V_r}{t} = \frac{(85{,}784{,}657.06\ € - 3{,}000{,}000.00\ €)}{15} = 5{,}518{,}977.14\ € \qquad (7.4)$$

Una vez se tienen calculados todos los puntos anteriores, se procede al cálculo de los flujos de caja, que se pueden observar en la tabla 7.5-1.

*Tabla 7. 5-1 Flujos de caja*

| Parámetro/año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C.I | -27.60 € | -27.60 € | | | | | | | |
| TERRENOS | -9.75 € | -9.75 € | | | | | | | |
| C.C | | -11.04 € | | | | | | | |
| VALOR RESIDUAL | -3.00 € | | | | | | | | |
| VENTAS | | | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € |
| COSTES | | | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € |
| AMORTIZACIÓN | | | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € |
| BENEFICIO BRUTO | | | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € |
| BASE IMPUNIBLE | | | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € |
| IMPUESTOS | | | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € |
| NCF | -40.35 € | -48.39 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € |

| Parámetro/año | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C.I | | | | | | | | | |
| TERRENOS | | | | | | | | | 19.51 € |
| C.C | | | | | | | | | 11.04 € |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | 3.00 € |
| VENTAS | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | 9.37 € | |
| COSTES | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | |
| AMORTIZACIÓN | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | |
| BENEFICIO BRUTO | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | |
| BASE IMPUNIBLE | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | |
| IMPUESTOS | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | |
| NCF | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | -8.13 € | 33.55 € |

## 7.6. Valor actual neto (VAN) y tasa interna de rentabilidad (TIR)

El valor actual neta (VAN) permite calcular el valor actual de un número futuro de flujos de caja en función del tipo de interés. Su cálculo se expresa mediante la ecuación 7.5:

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{NFC}{(1+i)^t} - 1 \qquad (7.5)$$

Donde:

NFC es el flujo de caja

$i$ es el interés en tanto por uno

t es el año

I es la inversión inicial

A continuación, en la figura 7.6-1 se muestra un estudio del VAN a diferentes intereses:

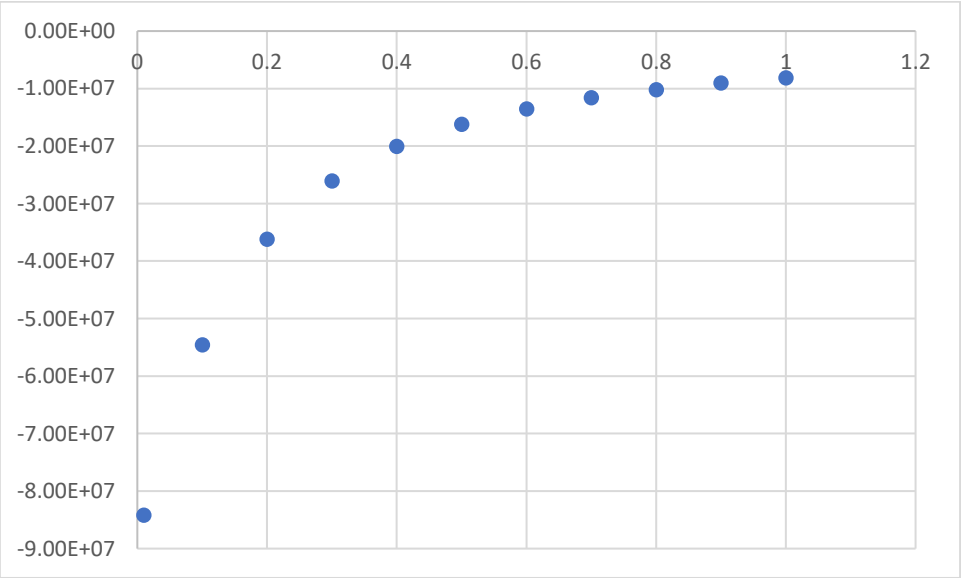


*Figura 7. 6-1 Valor actual neto para diferentes intereses*

El TIR o tasa de rentabilidad es el valor del interés que hace que el VAN sea 0. Con la herramienta de Excel se ha calculado el TIR pero debido a la nula rentabilidad del proyecto tal y como se observa en la figura 7.6-1, ha sido imposible de calcular. Tal y como se ha comentado, no tiene sentido realizar la inversión.

En el caso de que el proyecto fuese rentable, a intereses más pequeños y hasta un determinado interés, sería rentable construir la planta y tirar adelante el proyecto.

## 7.7. Pay-back

El método Pay-Back permite conocer el tanto por ciento de retorno de inversión en cada año y de esta manera, saber a partir de qué año se empiezan a obtener los beneficios.

$$Pay - Back = \sum_{1}^{t} \frac{NCF}{I} \tag{7.6}$$

Debido a que no es rentable realizar la inversión, no es posible recuperar el dinero invertido. Así pues, no se ha podido aplicar el método Pay-Back.

## 7.8. Análisis de sensibilidad

Una vez se ha calculado y valorado la viabilidad del proyecto, se debe realizar un análisis de sensibilidad; es decir, estudiar posibles variaciones en parámetros clave y ver cómo afectaría a la evaluación económica de la planta. Es necesario tener en cuenta diferentes casos que podrían darse, en función de las tendencias que el mercado pueda estar sufriendo.

Para ello, se ha propuesto incrementar el precio del cloruro de vinilo en un 2.3% durante los próximos 4 años. Así, el precio aumentará un 9.2% respecto el precio utilizado.

### 7.8.1. Aumente del precio del cloruro de vinilo en un 9.2%

En este apartado, se estudia la viabilidad del proyecto si las materias primas mantuvieran su precio y como ya se ha comentado, el precio del cloruro de vinilo se incrementase.

En la tabla 7.8-1 se calculan nuevamente los ingresos por ventas de los productos.

*Tabla 7. 8-1 Ingresos por ventas de los productos*

| MATERIA PRIMA | COSTE UNITARIO (€/Tn) | CANTIDAD (Tn/año) | PRECIO ANUAL (€/año) |
|---|---|---|---|
| **Cloruro de vinilo** | 584.52 € | 17103.744 | 9,997,480.44 € |
| **HCl (30%)** | 91.00 € | 973.584 | 88,596.14 € |
| **1,2-Dicloroetano** | 313.46 € | 415.656 | 130,291.53 € |
| **TOTAL** | | 18492.984 | 10,216,368.12 € |

Con estas nuevas condiciones, se calculan los nuevos flujos de caja mediante el mismo método usado con anterioridad. En la tabla siguiente, se muestran los nuevos valores de flujo de caja en función de los años:

*Tabla 7. 8-2 Flujos de caja*

| Parámetro/año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C.I | -27.60 € | -27.60 € | | | | | | | |
| TERRENOS | -9.75 € | -9.75 € | | | | | | | |
| C.C | | -11.04 € | | | | | | | |
| VALOR RESIDUAL | -3.00 € | | | | | | | | |
| VENTAS | | | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € |
| COSTES | | | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € |
| AMORTIZACIÓN | | | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € |
| BENEFICIO BRUTO | | | -12.81 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € |
| BASE IMPUNIBLE | | | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € |
| IMPUESTOS | | | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € |
| NCF | -40.35 € | -48.39 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € |

| Parámetro/año | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C.I | | | | | | | | | |
| TERRENOS | | | | | | | | | 19.51 € |
| C.C | | | | | | | | | 11.04 € |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | 3.00 € |
| VENTAS | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | 10.22 € | |
| COSTES | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | -17.51 € | |
| AMORTIZACIÓN | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | -5.52 € | |
| BENEFICIO BRUTO | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | -13.65 € | |
| BASE IMPUNIBLE | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | |
| IMPUESTOS | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | 0.00 € | |
| NCF | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | -7.29 € | 33.55 € |

Tal y como se podía esperar, un aumento casi del 10% en la venta del nuestro producto, el cloruro de vinilo, hace disminuir las pérdidas por cada año de operación, pero no son suficientes para obtener ganancias. Así pues, el valor actual neto sale negativo y resulta imposible el cálculo del TIR.

## 7.9. Bibliografía

1) P&S Market Research [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/geomembranes-market

2) Sigma-aldrich. Precios cloruro de vinilo, 1,2-Dicloroetano y el cloruro de mercurio (II) [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
https://www.sigmaaldrich.com/spain.html

3) Intratec. Precios 1,2-Dicloroetano y HCl [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
https://www.intratec.us/

4) ICIS. Precios cloruro de vinilo, 1,2- Dicloroetano y HCl [en línea]. Consulta 25 de mayo de 2018.
https://www.icis.com/

5) Zauba. Precios HCl y Dowtherm A [en línea]. Consulta 25 de mayo de 2018.
https://www.zauba.com/

6) Spanish.alibaba. Precios del HCl y N, N- dimetilformamida [en línea]. Consulta 25 de mayo de 2018.
https://spanish.alibaba.com/

7) Electricidad. Gobierno de españa [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
http://www.minetad.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/DatosEstadisticos/IV.%20Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/IV_12.pdf

8) Agua de red. Generalitat de catalunya [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/DocuWeb/estudis/observatori_preus_2017_es.pdf

9) Gas natural. Precio gas [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
https://preciogas.com/tarifas/gas-natural-3-4

10) Nitrógeno. MVS Engineering [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
https://www.mvsengg.com/

11) Agua glicolada. Solostock [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
https://www.solostocks.com/venta-productos/quimicos-organicos-basicos/alcoholes/etilenglicol-contenedor-de-1-000-litros-26427804

12) Evolución de EURÍBOR
https://www.bbva.es/general/finanzas-vistazo/hipotecas/evolucion-euribor/index.jsp

13) Precios terrenos industriales Sabadell. Habitaclia [en línea]. Consulta 25 mayo de 2018.
https://www.habitaclia.com/solares_industriales-sabadell.htm

14) Tablas IRPF. Agencia Tributaria [en línea]. Consulta 25 de mayo 2018.
https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Retenciones.shtml