

IsoNova

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FOSGENO

PROYECTO FIN DE GRADO
Ingeniería química



Luis Antonio Gallardo Blanco
Bélana Kirschstein
Daniel Matamoros Nicolás
Marta Riera Flores
Jie Zhang

TUTOR
Oscar Guerrero Sodric



IsoNova

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FOSGENO

PROYECTO FIN DE GRADO
Ingeniería química



CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN ECONÓMICA



Índice

7.1 Introducción.....	7
7.2 Estudio de mercado.....	8
7.2.1 Mercado de las materias primas.....	8
7.2.1.1 Mercado del cloro.....	8
7.2.1.2 Mercado del Monóxido de carbono.....	9
7.2.3 Mercado del fosgeno.....	10
7.2.3 Análisis DAFO.....	11
7.3 Valoración económica de la planta.....	11
7.3.1 Capital inmovilizado.....	11
7.3.1.1 Coste del terreno.....	12
7.3.1.2 Coste de los equipos.....	13
7.3.1.3 Método de Vian.....	21
7.3.2 Capital circulante.....	23
7.3.3 Puesta en marcha.....	23
7.3.4 Inversión inicial.....	23
7.4 Costes de Producción.....	24
7.4.1 Costes de fabricación.....	24
7.4.1.1 Materias primas (M1).....	25
7.4.1.1.1 Catalizador.....	26
7.4.1.2 Mano de obra directa (M2).....	26
7.4.1.3 Patentes (M3).....	29
7.4.1.4 Mano de obra indirecta (M4).....	29
7.4.1.5 Servicios generales (M5).....	29
7.4.1.6 Suministros (M6).....	32
7.4.1.7 Conservación (M7).....	32
7.4.1.8 Laboratorio (M8).....	32
7.4.1.9 Envasado (M9).....	33
7.4.1.10 Expedición (M10).....	33
7.4.1.11 Directivos y empleados (M11).....	33
7.4.1.12 Amortización (M12).....	33
7.4.1.13 Alquiler (M13).....	34
7.4.1.14 Impuestos de fábrica (M14).....	34
7.4.1.15 Seguros (M15).....	34
7.4.2 Costes generales.....	36
7.4.2.1 Gastos comerciales (G1).....	36
7.4.2.2 Administración y gerencia (G2).....	36

7.4.2.3 Gastos financieros (G3).....	37
7.4.2.4 Investigación y servicios técnicos (G4).....	37
7.4.3 Costes totales de producción.....	38
7.5 Ingresos por ventas.....	39
7.6 Rentabilidad del proyecto.....	40
7.6.1 Amortización.....	40
7.6.2 Net cash flow.....	41
7.6.3 Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR).....	45
7.6 Pay Back.....	46
7.7 Estudio de sensibilidad.....	47
7.7.2. Cambio de precio del producto.....	48
7.7.3. Cambio de precio de las materias primas.....	50
7.7.4. Cambio de vida útil de la planta.....	52
7.8 Conclusiones.....	54
7.9 Bibliografía.....	55
7.10 Apéndice.....	59

7.1 Introducció

Una vez diseñado el proyecto para poder producir fosgeno, es necesario ver si este proyecto también es viable económicamente. El objetivo de este apartado es hacer un estudio del proyecto desde un punto de vista financiero. Para ello se tienen en cuenta todos los costes necesarios para llevar a cabo el proyecto, como son los precios de la materia prima, del producto, los costes de inversión inicial y de la producción.

Además de los costes habituales para empresas de todos los sectores como son la mano de obra directa, suministros de agua y electricidad, costes de administración o costes comerciales, para una empresa en el sector químico como es IsoNova, también se determinan los costes de todos los equipos necesarios en una planta química. Para ello se emplean métodos específicos como son por ejemplo el método de Sinnot y Towler o el método de Vian que permite obtener una estimación del coste de todo el capital inmovilizado.

Una vez se conocen los ingresos y pérdidas, se analiza la viabilidad de la planta mediante unos cálculos de los flujos netos de caja, valor actual neto, tasa interna de retorno y tiempo de Pay-Back. De esta manera se observa si la planta generaría beneficios o experimentaría pérdidas y de qué factores depende esto.

Como las tendencias del mercado van cambiando, es interesante hacer un estudio de sensibilidad teniendo en cuenta diferentes escenarios que podrían afectar a la empresa. Estos escenarios, que se comentarán en este capítulo, pueden ser variaciones del precio de las materias primas, variación del precio del producto, tiempo de vida útil, entre otras.

Teniendo en cuenta todos estos criterios que se verán a lo largo de este capítulo, se podrá llegar a una conclusión sobre la viabilidad económica de la planta de producción de fosgeno de IsoNova.

7.2 Estudio de mercado

El objetivo de este estudio de mercado consiste en analizar y obtener información sobre el estado actual, las tendencias, la oferta y la demanda del mercado del producto de la empresa y de las materias primas que son necesarias para la producción del fosgeno.

7.2.1 Mercado de las materias primas

Las materias primas necesarias para la producción del fosgeno son cloro y monóxido de carbono. El coste de estas materias primas puede fluctuar con el tiempo, ya que es influenciado por diferentes factores como son el precio de las materias primas, la oferta y demanda, el coste energético, costes de transporte y regulaciones.

7.2.1.1 Mercado del cloro

El mercado del cloro tiene una gran importancia en la industria química, siendo esencial para la producción de una gran variedad de productos.

A nivel global, este mercado fue valorado en 39,5 mil millones de dólares estadounidenses en 2023. Se estima que este valor irá aumentando con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) de 5,6% desde 2024 hasta 2032, año en que se prevé un valor de 67,2 mil millones de dólares. ^[3]

En Europa, el año 2023 se produjeron 7,289 Kilo toneladas de cloro. La cantidad de cloro destinada a la producción de fosgeno en Europa se encuentra dentro del 30,7% que se observa en la siguiente *Figura 7.1*:

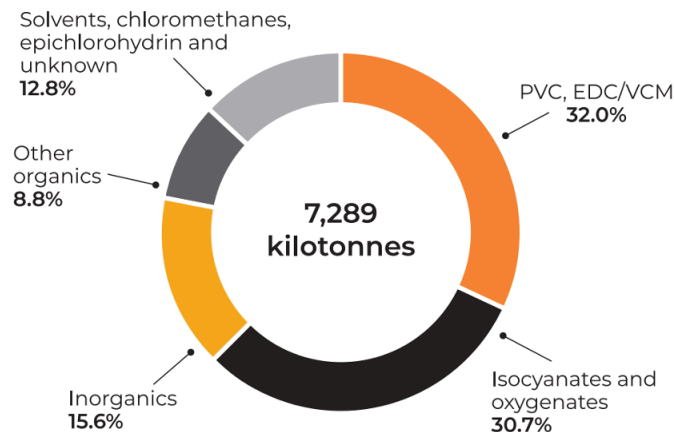


Figura 7.1: Aplicaciones del cloro en Europa, 2023. ^[2]

Se estima que el precio del cloro en Europa actualmente (2024-2025) es de 380\$/Tn. ^[3]

Entre los principales proveedores de cloro en España se encuentran las empresas Ercros, Covestro, Química del Cinca y Bondalti Chemicals.

7.2.1.2 Mercado del Monóxido de carbono

El monóxido de carbono también es un precursor importante para la industria química. Siendo utilizada en los sectores como son la industria química para producir por ejemplo metanol, o para el proceso Fischer-Tropsch y en el sector metalúrgico. Además de una materia prima, en muchos procesos industriales el monóxido de carbono es un residuo.

Se prevé que el tamaño global del mercado del monóxido de carbono alcance un valor de 4,36 mil millones de dólares al final del año 2024. Además, el pronóstico indica una tendencia creciente con una CAGR del 5,4%, llegando aproximadamente a 7 mil millones de dólares en 2033. ^[5]

Se estima que el precio del CO es de 200\$/Tn.

7.2.3 Mercado del fosgeno

El tamaño del mercado del fosgeno en 2024 es de 4,84 mil millones de dólares estadounidenses y está creciendo con una CAGR del 6 %, de manera que se estima que el tamaño del mercado en 2028 será de 6,1 mil millones de dólares. Esta tendencia se puede observar en la *Figura 7.2*. La producción del fosgeno a nivel global corresponde aproximadamente de 8 a 9 millones de toneladas por año, habiendo un crecimiento en esta producción cada año.

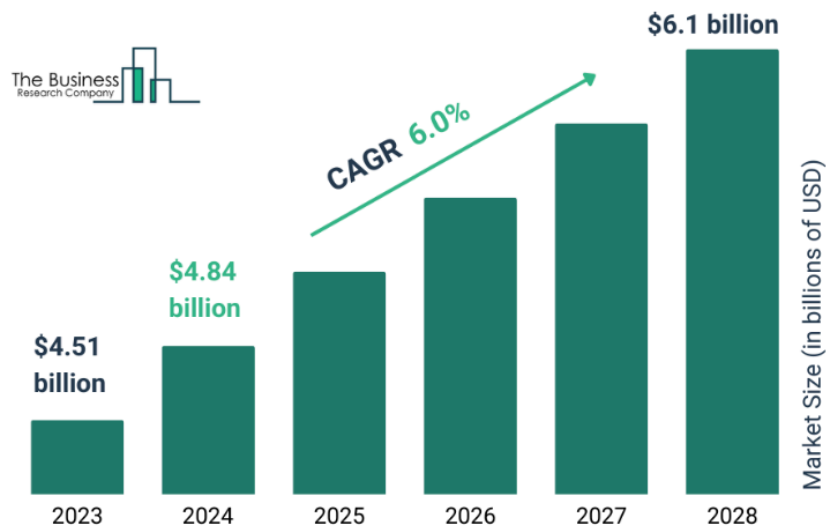


Figura 7.2: tendencia creciente del mercado del fosgeno ^[6]

Este crecimiento previsto se debe a la demanda creciente de fosgeno y sus derivados, como son los isocianatos, cloroformiato, y cloruros de carbamoilo. Esta demanda proviene de diversos sectores industriales como son la agroquímica, la farmacéutica, química fina, de policarbonatos, entre otros.

Las principales empresas productoras de fosgeno son Covestro, Wanhua Chemical, BASF y Dow Chemical. ^[6]

En cuanto al precio del fosgeno, no se ha encontrado un valor que corresponda a la situación de la empresa. IsoNova utiliza el producto de fosgeno directamente en la siguiente etapa para la fabricación de MDA y posteriormente MDI.

Se hace una aproximación del precio del fosgeno con el precio encontrado de importación correspondiente al año 2022 en España. Este valor de importación corresponde a 1205 \$/tn. ^[7]

7.2.3 Análisis DAFO

Un análisis DAFO consiste en identificar las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades que tiene una organización. Este análisis es importante para evaluar, de forma interna y externa, la posición de la empresa y determinar en qué puntos puede haber acciones de mejora.

Tabla 7.1: Análisis DAFO de IsoNova.

	Análisis interno	Análisis externo
Aspectos negativos	Debilidades: <ul style="list-style-type: none"> Alta inversión inicial. Empresa nueva, sin experiencia o reputación. Producción de una sustancia tóxica. 	Amenazas: <ul style="list-style-type: none"> Competencia de productos alternativos menos peligrosos. Normativas y regulaciones más estrictas.
Aspectos positivos	Fortalezas: <ul style="list-style-type: none"> Buena ubicación. Producción a gran escala. Sistema de seguridad estricto y eficiente. 	Oportunidades: <ul style="list-style-type: none"> Demanda creciente del mercado. Nuevas tecnologías para la seguridad. Reciclaje de subproductos.

7.3 Valoración económica de la planta

Para determinar la valoración económica de una planta química como es IsoNova, es necesario conocer los gastos previos, el valor del capital inmovilizado, el valor del capital circulante y el coste que requiere la puesta en marcha.

7.3.1 Capital inmovilizado

El capital inmovilizado corresponde al coste necesario para adquirir los distintos elementos que hacen posible el funcionamiento de un negocio y que son inmovibles.

Estos bienes de producción incluyen el terreno, la edificación, maquinaria, equipos, entre otros. Estos irán perdiendo valor con el tiempo como consecuencia de su uso. Mediante la amortización se puede registrar esta pérdida de valor.

Existen diferentes criterios para calcular el valor del capital inmovilizado, así hay métodos globales, de factor único y de factor múltiple. Para determinar el capital inmovilizado de IsoNova se ha decidido usar un método de factor múltiple: Método de Vian.

7.3.1.1 Coste del terreno

Para estimar el coste del terreno, se ha hecho un pequeño estudio del precio de los terrenos en el polígono petroquímico de Tarragona, obteniendo un valor aproximado de 300 euros/m². Junto con este valor y sabiendo el área de la parcela necesaria para la planta de IsoNova, se puede determinar cuál es el coste del terreno.

El área de parcela total de la planta teniendo en cuenta las zonas de producción de fosgeno, MDI y MDA es de 53720 m². Para calcular el coste del terreno se ha tenido en cuenta solo la parcela de la planta de producción de fosgeno y las zonas comunes con la producción de MDI y MDA, se obtiene una área de parcela de 20163 m². A continuación se muestra el cálculo efectuado:

$$C_t = A_p \cdot P_p \quad (7.1)$$

$$C_t = 20163m^2 \cdot 300€/m^2 = 6048900€$$

Donde:

- C_t: Coste del terreno (€).
- A_p: Área de parcela (m²).
- P_p: Precio unitario (€/m²).

7.3.1.2 Coste de los equipos

Para determinar el coste de los equipos en una planta de ingeniería química se pueden utilizar diferentes métodos. Para la empresa IsoNova se ha decidido usar dos criterios que se detallan a continuación

- Método algorítmico de J.R Couper: Se aplican algoritmos, incluyendo distintas características de operación o de material según el equipo. El coste obtenido corresponde al año 2002, y por tanto se debe actualizar.
- Método de Sinnott y Towler: Se aplica la siguiente ecuación:

$$Ce = \alpha + b \cdot S^n \quad (7.2)$$

donde α , b y n són unos parámetros definidos que varían según el equipo y S corresponde a un parámetro de operación del equipo, como puede ser potencia, caudal, massa, área, entre otros.

Para los cálculos se tiene en cuenta que $1\$ = 0,98\text{€}$.

Además se utiliza el siguiente factor de conversión del índice de coste de plantas de Ingeniería química, para actualizar el valor de coste de los equipos:

$$Ce = Ce_{\text{año conocido}} \cdot \left(\frac{CEPCI_{\text{año actual}}}{CEPCI_{\text{año conocido}}} \right) \quad (7.3)$$

El CEPCI cambia con el tiempo, en este caso se han utilizado los valores para los años 2002, 2006, y la dada más reciente encontrada del año 2024 (correspondiente al mes de junio). A continuación, en la *Tabla 7.2* se muestran estas diferentes CEPCI utilizados para los cálculos:

Tabla 7.2: Índice de Coste de Plantas de Ingeniería Química

Año	CEPCI
2002	395,6
2006	509,7
2024	798,8

• Compresores:

En Isonova se usan compresores centrífugos y un compresor de tornillo. Se ha empleado el método algorítmico de Couper para el coste del compresor de tornillo y el método de Sinnott y Towler para los compresores centrífugos. Esta diferencia de métodos se usa para poder trabajar con el rango correcto de potencia para cada método. A continuación se hace un ejemplo de cálculo para el compresor de tornillo CT - 01:

$$Ce = 1,81(HP)^{0,71} \quad (7.4)$$

Donde:

- Ce: Coste del compresor (k\$).
- HP: potencia en caballos de vapor.

$$Ce = 1,81(22,85)^{0,71} = 16,69k\$$$

A continuación se actualiza el coste y se pasa a euros:

$$16,69k\$ \cdot \left(\frac{1000\$}{1k\$}\right) \cdot \left(\frac{798,8\$_{2024}}{395,6\$_{2002}}\right) \cdot \left(\frac{0,98€}{1\$}\right) = 33029,02$$

También se muestra un ejemplo de cálculo para el compresor centrífugo CC - 01 usando el método de Sinnott y Towler:

$$Ce = \alpha + b \cdot S^n$$

$$Ce = 490000 + 16800 \cdot 53,42^{0,6}$$

Tabla 7.3: Coste del compresor de tornillo.

Equipo	Tipo	Potencia del motor (HP)	Coste (k\$ ₂₀₀₂)	Coste (€ ₂₀₂₄)
CT - 01	Tornillo	22,85	16,69	33.029,02

Tabla 7.4: Coste de los compresores centrífugos.

Equipo	Tipo	Potencia del motor (kW)	Coste (\$ ₂₀₀₆)	Coste(€ ₂₀₂₄)	nrº	Coste total (€ ₂₀₂₄)
CC - 01	Centrífugo	53,42	672781,2	1.033.292,72	1	1.033.292,72
CC - 02	Centrífugo	7,46	644643,4	990.077,23	1	990.077,23
CC - 03	Centrífugo	109	770391,7	1.183.208,02	2	2366416,04
CC - 04	Centrífugo	109	770391,7	1.183.208,02	1	1.183.208,02
CC - 05	Centrífugo	54,43	674846,9	1.036.465,35	2	2.072.930,7
CC - 06	Centrífugo	193,9	886146,6	1.360.990,49	1	1.360.990,49
Total compresores						9.039.944,22

• Bombas:

A continuación se determina el coste de las bombas mediante el método de sinnot y Towler. Para todas las bombas se han usado los parámetros correspondientes a una bomba centrífuga de una etapa, ya que la mayoría son de este tipo.

Las bombas P-101, P-403 y P-407 son de tipo desplazamiento positivo, pero se determina su coste aproximado mediante el modelo de bomba centrífuga.

Los parámetros son: $\alpha = 6900$, $b = 206$, $n = 0,9$ y el parámetro de diseño (S) corresponde al caudal en L/s.

Se muestra un ejemplo de cálculo para el equipo P-102:

$$Ce = \alpha + b \cdot S^n$$

$$Ce = 6900 + 206 \cdot 7,328^{0,9} = 8136,92\$_{2006}$$

Pasando a las unidades monetarias correctas y actualizando el precio se obtiene:

$$8136,92\$_{2006} \cdot \left(\frac{798,8\$_{2024}}{509,7\$_{2006}} \right) \cdot \left(\frac{0,98€}{1\$} \right) = 12.497,11€_{2024}$$

Este cálculo se ha hecho para todas las bombas, obteniendo el precio de cada una de ellas y el coste total. Estas dadas se muestran en la *Tabla 7.5*.

Tabla 7.5: Parámetro característico y coste de las bombas.

Equipo	Caudal (L/s)	Coste (\$ ₂₀₀₆)	Coste (€ ₂₀₂₄)
P-101	2,728	7408,27	11.378,01
P-102	7,328	8.136,92	12.497,11
P-103	7,328	8.136,92	12.497,11
P-104	6,683	8.038,57	12.346,06
P-201	5,533	7.860,63	12.072,77
P-202	5,533	7.860,63	12.072,77
P-203	5,044	7.783,89	11.954,91
P-301	24,725	10.595,64	16.273,34
P-302	24,725	10.595,64	16.273,34
P-401	7,092	8.100,99	12.441,93
P-402	5,353	7.832,37	12.029,36
P-403	12,550	8.907,46	13.680,54
P-404	1,833	7.255,45	11.143,31
P-405	1,833	7.255,45	11.143,31
P-406	29,044	11.171,93	17.158,43
P-407	12,550	8.907,46	13.680,54
P-501	3,933	7.606,56	11.682,56
P-502	2,572	7.382,11	11.337,83
P-601	1,397	7.178,36	11.024,90
Total bombas			242.688,1

- **Evaporador:**

Para determinar el coste del evaporador se ha utilizado el método de Sinnott y Towler. Para ello se han usado los valores de $\alpha = 280$, $b = 30500$, $n = 0,55$ y el área de transferencia (S) corresponde a $60,32\text{m}^2$. A continuación se observa el cálculo efectuado:

$$Ce = \alpha + b \cdot S^n$$

$$Ce = 280 + 30500 \cdot 60,32^{0,55} = 291.052,66\$_{2006}$$

Si se actualiza el coste del evaporador al año 2024, y se hace el cambio de \$ a €, se obtiene el siguiente resultado:

$$2291052,66 \$_{2006} \cdot \left(\frac{798,8\$_{2024}}{509,7\$_{2006}} \right) \cdot \left(\frac{0,98€}{1\$} \right) = 447.013,94€$$

- **Mixer:**

Para el cálculo del coste del mixer también se ha usado el método de Sinnott y Towler. Según los parámetros característicos del equipo y el caudal de $2,54 \cdot 10^{-4}$ L/s que circula por este, se obtiene el siguiente:

$$Ce = 500 + 1030 \cdot (6,35)^{0,4} = 2657,48 \$_{2006}$$

Actualizando el coste del mixer y cambiando a la unidad monetaria de interés, se obtiene lo siguiente:

$$2657,48 \$_{2006} \cdot \left(\frac{798,8\$_{2024}}{509,7\$_{2006}} \right) \cdot \left(\frac{0,98€}{1\$} \right) = 4081,50€$$

- **Reactor:**

Para determinar el coste de los reactores, se ha usado el método de cálculo para intercambiadores de carcasa y tubos, ya que es un reactor de flujo de pistón con

intercambio de calor. El método de Couper considera un rango de presión de operación demasiado alto para los reactores de IsoNova, por lo tanto, se utiliza el método de Sinnot y Towler. Se ha tenido en cuenta un área de $1162,8\text{m}^2$, $\alpha = 24000$, $b = 46$, $n = 1,2$. A continuación se observa el cálculo según la Ecuación 7.2

$$C_e = 24000 + 46 \cdot (1162,8)^{1,2} = 243.464,29 \$_{2006}$$

Si este coste se pasa a las unidades correctas y se actualiza, se obtiene:

$$243,464,29 \$_{2006} \cdot \left(\frac{798,8 \$_{2024}}{509,7 \$_{2006}} \right) \cdot \left(\frac{0,98 €}{1 \$} \right) = 373.925,23 €$$

Doblamos este coste, ya que en la planta hay 2 sectores, uno de operación y uno de recambio, obteniendo un valor de $747.850,46 €$.

- **Condensador:**

Para determinar el coste del condensador se ha usado el método de Sinnot y Towler. Se ha considerado como intercambiador de carcasa y tubos, con los siguientes parámetros: área de transferencia de $584,16\text{m}^2$, $\alpha = 24000$, $b = 46$, $n = 1,2$.

A continuación se observa el cálculo:

$$C_e = 24000 + 46 \cdot (584,16)^{1,2} = 29.551,64 \$_{2006}$$

Una vez obtenido el coste, este se actualiza y se pasa a la unidad monetaria de € como se observa a continuación:

$$29.551,64 \$_{2006} \cdot \left(\frac{798,8 \$_{2024}}{509,7 \$_{2006}} \right) \cdot \left(\frac{0,98 €}{1 \$} \right) = 45.386,96 €$$

- **Torres de refrigeración:**

En la planta se disponen de 6 torres de refrigeración en serie, de las cuales 5 sirven para el caudal de refrigerante de todos los equipos y 1 sirve para después de estas 5, enfriar más el refrigerante para el condensador. Para determinar el coste de estas

torres de refrigeración se emplea el método de Sinnot y Towler. En la *Tabla 7.6* se pueden observar los parámetros utilizados y los costes obtenidos.

Tabla 7.6: Parámetros y costes de las torres de refrigeración

Equipo	Caudal (L/s)	α	b	n	Coste(\$) ₂₀₀₆	Coste(€) ₂₀₂₄
TR-406	2,56	150000	1300	0,9	152.976,12	234.948,74
TR-401	6,17				175.168,98	269.033,71
TR-402					175.168,98	269.033,71
TR-403					175.168,98	269.033,71
TR-404					175.168,98	269.033,71
TR-405					175.168,98	269.033,71
Total					1.028.821,02	1.580.117,29

- **Scrubber:**

Para determinar el coste del scrubber se ha utilizado el método de Sinnot y towler ya que el método de Couper no era apto para las características de los platos de la columna. Se ha utilizado la ecuación correspondiente a un recipiente vertical a presión. Para esto se ha usado la masa del equipo vacío de 10341,37 kg, $\alpha = 10000$, $b = 29$ y $n = 0,85$, obteniendo el resultado siguiente:

$$C_e = 10.000 + 29 \cdot (10341,37)^{0,85} = 84.953,06 \$_{2006}$$

Actualizando el valor obtenido y pasando de \$ a €, se obtiene:

$$73.943,5 \$_{2006} \cdot \left(\frac{798,8 \$_{2024}}{509,7 \$_{2006}} \right) \cdot \left(\frac{0,98 €}{1 \$} \right) = 130.475,37 €$$

- **Caldera:**

El coste para una sala de caldera con caldera incluida se aproxima a 250000€.

- **Otros:**

En la planta hay otros elementos que se pueden considerar equipos y que también se deben tener en cuenta para el cálculo del valor inmovilizado. Estos son los equipos de seguridad y la estación transformadora.

- **Estación transformadora:**

Para determinar el coste de la estación transformadora para energía eléctrica con conexión desde línea de 20kV, se ha hecho una pequeña investigación de estos equipos que hay en el mercado. El coste obtenido para la estación transformadora es de 63.707€.

- **Tanque de reserva de agua para incendios:**

La reserva de agua para incendios contiene 3.128.310 L de agua. Para determinar el precio del tanque se ha usado el método de sinnot y Towler para un tanque de techo cónico, con los parámetros $\alpha = 5000$, $b = 1400$ $n = 0,7$ y la capacidad en m^3 como parámetro de diseño.

$$C_e = 5000 + 1400 \cdot (3128,31)^{0,7} = 396.601,98 \$_{2006}$$

Mediante los siguientes factores de conversión se obtiene el coste actualizado:

$$396.601,98 \$_{2006} \cdot \left(\frac{798,8 \$_{2024}}{509,7 \$_{2006}} \right) \cdot \left(\frac{0,98 €}{1 \$} \right) = 609.122,13 €$$

- **Grupo electrogeno:**

Para determinar el coste del grupo electrógeno se ha investigado cuáles suelen ser los precios para estos equipos en instalaciones industriales. Obteniendo un precio de 187.550 €.

- **Osmosis inversa:**

Para determinar el coste del equipo de ósmosis inversa se ha escogido un modelo de la empresa ecosoft que es adecuado para la capacidad que necesita la empresa.

Este equipo tiene un coste de 149.999 €. ^[25]

- Descalcificadora:

El coste de la descalcificadora es de 40.834 €, correspondiente a un modelo del mercado que concuerda de forma aproximada con las necesidades de IsoNova. ^[26]

Tabla 7.7: Coste de los equipos.

Equipos	Coste (€)
Compresores	9.039.944,22
Bombas	242.688,1
Evaporador	447.013,94
Mixer	4081,50
Reactores	747.850,46
Condensador	45.386,96
Torres de refrigeración	1.580.117,29
Scrubber	130.475,37
Caldera	250.000
Otros equipos	1.051.212,13
Total	13.538.769,97

7.3.1.3 Método de Vian

Para el método de Vian, se ha hecho un cálculo suponiendo valores mínimos y un cálculo para valores máximos de la ecuación. Los diferentes parámetros y valores obtenidos se muestran en la *Tabla 7.8*.

Tabla 7.8: Método de Vian.

Parámetro	Descripción	Ecuación	Coste mínimo (€)	Coste máximo (€)
I1	Maquinaria y aparatos	X	13.538.769,97	13.538.769,97
I2	Instalación	0,35X-0,50X	4.738.569,49	6.769.384,99
I3	Tuberías y válvulas	0,1X (sólidos)	-	-
		0,6X (fluidos)	8.123.261,98	8.123.261,98
I4	Instrumentación	0,05X-0,3X	676.938,50	4.061.630,99
I5	Aislamientos	0,03X-0,1X	406.163,10	1.353.877,00
I6	Instalación eléctrica	0,1X-0,2X	1.353.877,00	2.707.753,99
I7	Terreno y edificación	Valoración concreta	6.048.900,00	6.048.900,00
		Edificación 0,12-0,15X	1.624.652,40	2.030.815,50
I8	Instalaciones auxiliares	0,25X-0,7X	3.384.692,49	9.477.138,98
Y	Capital físico o primario	$\sum_{i=1}^8 I_i$	33.846.924,93	48.062.633,39
I9	Proyecto y dirección de la obra y el montaje	0,2Y-0,3Y	6.769.384,99	14.418.790,02
Z	Capital directo o secundario	Y + I9	40.616.309,91	62.481.423,41
I10	Contratista	0,04Z-0,10Z	1.624.652,40	6.248.142,34
I11	Gastos no previstos	0,10Z-0,3Z	4.061.630,99	18.744.427,02
Total (Z+I10+I11)			46.302.593,30	87.473.992,78

El capital inmovilizado se sitúa entre 46.302.593,30 € y 87.473.992,78 €.

Para IsoNova se supone un valor medio entre estos dos valores, obteniendo un capital inmovilizado de **66.888.293,04€**.

7.3.2 Capital circulante

El capital circulante de una empresa son los bienes y derechos que esta posee y que sean susceptibles a convertirse en dinero líquido en un período inferior a un año. Por lo tanto, corresponde a la resta del dinero que tiene la empresa y lo que esta debe a corto plazo.

Se ha decidido calcular el capital circulante de la empresa según el método global.

Según este método se considera que el capital circulante equivale entre un 10% al 30% del capital inmovilizado. Para IsoNova se ha considerado un capital circulante del 20% del capital inmovilizado, como se observa a continuación:

$$\text{Capital Circulante} = 0,2 \cdot \text{Capital inmovilizado} \quad (7.5)$$

$$\text{Capital Circulante} = 0,2 \cdot 66.888.293,04 \text{ €} = 13.377.658,61 \text{ €}$$

7.3.3 Puesta en marcha

Los gastos necesarios para que una nueva empresa como es IsoNova pueda empezar a operar se consideran un 5% del capital inmovilizado. De manera que se obtiene lo siguiente:

$$\text{Puesta en marcha} = 0,05 \cdot \text{Capital inmovilizado} \quad (7.6)$$

$$\text{Puesta en marcha} = 0,05 \cdot 66.888.293,04 \text{ €} = 3.344.414,65 \text{ €}$$

7.3.4 Inversión inicial

La inversión inicial corresponde a todos los costes necesarios para que la empresa pueda empezar a funcionar. Estos gastos iniciales consisten en el capital inmovilizado, el capital circulante y la puesta en marcha. La inversión inicial necesaria para IsoNova se muestra en la *Tabla 7.9*.

Tabla 7.9: Precio de la Inversión inicial.

	Coste (€)
Capital inmovilizado	66.888.293,04
Capital circulante	13.377.658,61
Puesta en marcha	3.344.414,65
Inversión inicial	83.610.366,3

7.4 Costes de Producción

Los costes de producción son los gastos que tiene la empresa para mantener en funcionamiento la producción. Estos costes incluyen costes de fabricación y costes generales.

7.4.1 Costes de fabricación

Los costes de fabricación corresponden a los gastos que tiene la empresa para producir en este caso fosgeno. Estos gastos incluyen las materias primas, la mano de obra directa e indirecta, los servicios, los suministros, reparaciones y mantenimientos, laboratorios, embalaje, patente, alquiler, impuestos, seguros y amortización.

Los costes de fabricación se pueden clasificar como directos o indirectos y como variables o fijos:

- **Costes directos:** Son los costes que tienen una influencia directa sobre la producción y los productos.
- **Costes indirectos:** Son los costes necesarios para el correcto funcionamiento de una empresa, pero que no se relacionan directamente con la producción.

- **Costes variables:** Son los que varían en función de la producción y se pueden controlar a corto plazo
- **Costes fijos:** Son los costes que se mantienen en el tiempo y no cambian según cambia la producción.

En la *Tabla 7.10* que se muestra a continuación, se muestra la clasificación de los diferentes costes de fabricación que tiene la empresa.

Tabla 7.10: Clasificación de los costes de fabricación.

Costes directos	Costes indirectos	
Materias primas	Mano de obra indirecta	Directivos y empleados
Mano de obra directa	Servicios generales	Amortización
Patentes	Suministros	Alquiler
	Conservación	Impuestos de fábrica
	Laboratorio	Seguros
	Envasado	
	Expedición	
Variables	Variables	Fijos

7.4.1.1 Materias primas (M1)

Las materias primas para el proceso de producción de fosgeno son cloro y monóxido de carbono. Estos dos reactivos llegan por tubería de empresas cercanas. Los costes de estas materias primeras se muestran en la *Tabla 7.11*.

Tabla 7.11: Coste de las materias primeras.

Materias primas	Coste (\$/Tn)	Coste (€/Tn)	Producción anual (Tn/año)	Coste anual (€/año)
Cl ₂	380	372,4	113.336,26	42.206.423,22
CO	200	196	89.542,46	17.550.322,16
Coste de materias primas (€)				59.756.745,38

7.4.1.1.1 Catalizador

El catalizador no es del todo una materia prima del proceso, pero tiene una relación directa con la producción y tiene asociado un coste que se debe tener en cuenta.

El catalizador que se usa es Supersorbon k40 de la empresa Donau carbon.

No se ha encontrado el precio para este catalizador específico, por lo tanto, para hacer una estimación del coste del catalizador se utiliza el de otra empresa con propiedades muy similares y adecuado para el proceso de IsoNova.^[24]

El coste del catalizador es de 2610\$/tn y tiene una vida útil de 3 años. Teniendo en cuenta esta vida útil, y que para el proceso son necesarios 4000 kg de catalizador, se obtiene un precio de 3480\$/año o 3410,4€/año.

El coste total de las materias primas y el catalizador es de **59.760.155,78 €/año**.

7.4.1.2 Mano de obra directa (M2)

El coste de la mano de obra directa es el coste de los salarios brutos de los empleados que tienen una relación directa con la fabricación de un producto. Este coste también incluye el de la seguridad social, que es un 23,60% del salario de cada trabajador ^[10]. Se muestra la mano de obra directa para IsoNova en la *Tabla 7.12*.

Capítulo 7: Evaluación Económica
Tabla 7.12: Mano de obra directa de IsoNova.

Departamento	Puesto de trabajo	Personal	Salario bruto/empleado (€/año) ^[9]	Seguridad social/empleado (€/año)	Salario neto/empleado (€/año)	Coste total (€/año)
Dirección	Director	1	59.304	13.996	45.308	45.308
Ingeniería	Ingeniero de planta	1	39.425	9.304	30.121	30.121
	Técnicos de planta	4	33.604	7.931	25.673	102.694
I+D	Encargado de departamento	1	39.425	9.304	30.121	30.121
	Técnicos	5	33.604	7.931	25.673	128.367
Producción	Encargado de planta	1	33.604	7.931	25.673	25.673
	Operarios de planta	30	27.839	6.570	21.269	638.070
Mantenimiento	Encargado de mantenimiento	1	33.604	7.931	25.673	25.673
	Mecánicos	14	27.839	6.570	21.269	297.766
Limpieza	Empleados de limpieza	2	17.787	4.198	13.589	27.179
Calidad	Encargado de departamento	1	39.425	9.304	30.121	30.121
	Técnicos de laboratorio	5	33.604	7.931	25.673	128.367

Capítulo 7: Evaluación Económica

Seguridad y medio ambiente	Encargado de departamento	1	39.425	9.304	30.121	30.121
	Operarios	2	27.839	6.570	21.269	42.538
Recursos humanos	Encargada de RRHH	1	33.604	7.931	25.673	25.673
	Personal de RRHH	4	25.945	6.123	19.822	79.288
Administración	Encargado de departamento	1	33.604	7.931	25.673	25.673
	Técnicos administrativos	4	25.945	6.123	19.822	79.288
Finanzas	Encargado de departamento	1	33.604	7.931	25.673	25.673
	Comerciales y técnicos de finanzas	4	25.945	6.123	19.822	79.288
Coste Total M2 (€/año)						1.897.003

7.4.1.3 Patentes (M3)

La producción de fosgeno es un proceso conocido desde hace más de un siglo, y no se encuentra protegida por una patente vigente, por lo tanto, el coste es nulo.

$$M3 = 0\text{€}$$

7.4.1.4 Mano de obra indirecta (M4)

La mano de obra indirecta se refiere a los empleados que no participan directamente en la fabricación del producto, pero cuya labor es esencial para el correcto funcionamiento de la empresa. Los costes asociados a la mano de obra indirecta significan entre un 12% y un 45% de la mano de obra directa.

Para IsoNova este coste es del 20%, como se observa a continuación:

$$\text{Mano de obra indirecta (M4)} = 0,20 \cdot \text{Mano de obra directa (M2)} \quad (7.7)$$

$$M4 = 0,20 \cdot 1.897.003 \text{ €} = 379400,6 \text{ €}$$

7.4.1.5 Servicios generales (M5)

En este apartado se determina el coste de los diferentes servicios de la planta, como son el agua de red, agua para los equipos, agua para incendios, gas natural y electricidad

- **Agua:**

El agua de red se gestiona a través de la empresa Ematsa. Escogiendo la cuota que pertenece al consumo de agua de la empresa y teniendo en cuenta la cuota fija que se paga por bimestre, se puede calcular el consumo anual de la empresa.

Se ha tenido en cuenta un consumo de 10L/h por persona, que corresponde al consumo de agua de red en una industria.

También se tiene en cuenta el agua utilizada para los equipos y el agua de la reserva para incendios. No se espera un consumo anual de agua para incendios, pero para tener un coste aproximado del agua se expresa el consumo en m³/año.

Los valores para el consumo de agua de red, para incendios y equipos se pueden observar en la *Tabla 7.13*.

Tabla 7.13: Servicio de agua de red.

	Cuota fija ^[19] (€/bim)	Cuota variable ^[19] (€/m³)	Consumo agua (m³/año)	Consumo (€/año)
Agua de red	39,40	2,3370	6753,6	15980,16
Agua para equipos			415.346,4	970664,54
Agua para incendios			3.128,31	7310,86
Agua total				993955,56

Para los datos de la *Tabla 7.13* se ha tenido en cuenta la cuota fija en el consumo del agua de red.

- **Gas natural:**

El consumo de IsoNova para gas natural es de 428.153,1 kWh/año. Este consumo se sitúa dentro del rango RLTB.5 de Endesa. Se muestran los precios para este servicio en la *Tabla 7.14*.

Tabla 7.14: Coste del gas natural.

Término variable^[27] (€/kWh)	Término fijo^[27] (€/mes)	Consumo (kWh/año)	Coste (€/año)
0,089405	112,351	428.153,1	39.627,24

- **Electricidad:**

Para este gasto se tiene en cuenta el consumo general como la luz y climatización en las diferentes zonas de la planta, los equipos de oficinas como son impresoras o ordenadores, entre otros. También se tiene en cuenta la potencia que necesitan los diferentes equipos como las bombas, compresores y torres de refrigeración.

Tabla 7.15: Coste del consumo eléctrico.

	Consumo (kWh/año)	Precio (€/kWh) ^[28]	Coste €/año
General	71.000	0,104	7.384
Equipos	7.003.804,8	0,104	728.395,70
Total	2.433.956	0,104	735.779,70

- **Glicerol:**

El glicerol es necesario para absorber el fosgeno y cloro en el scrubber. Para esto se requieren 6500 kg/h. Una tonelada de glicerol se aproxima a 290 € ^[29], por lo tanto, el precio total de glicerol es de 16.025.500€/año.

En la *Tabla 7.16*, se muestran los costes de cada servicio que se usa en la planta y el coste total de estos.

Tabla 7.16: Coste de los Servicios.

Servicios	Coste (€/año)
Agua	993.955,56
Gas natural	39.627,24
Electricidad	735.779,70
Glicerol	16.025.400
Coste total (M5)	17.794.762,5

7.4.1.6 Suministros (M6)

Los suministros incluyen todos los materiales, herramientas, equipos de protección individual y equipos necesarios para el funcionamiento diario de la empresa, que garantizan un trabajo eficiente y seguro, sin referirse a las materias primas ni a los equipos de producción. ^[23]

Los costes de estos suministros suelen representar entre un 0,2% y 1,5% del capital inmovilizado.

Para IsoNova se considera un valor intermedio del 0,85%. A continuación se muestra el gasto de estos suministros para la empresa:

$$\text{Suministros (M6)} = 0,0085 \cdot \text{Capital Inmovilizado} \quad (7.8)$$

$$M6 = 0,0085 \cdot 66.888.293,04\text{€} = 568.550,49 \text{ €/año}$$

7.4.1.7 Conservación (M7)

La conservación implica el mantenimiento y las reparaciones de la planta y equipos.

El coste de estas funciones se sitúa dentro del rango 2-10% del capital inmovilizado. Para IsoNova se ha considerado un valor intermedio del 6%, como se observa en el siguiente cálculo:

$$\text{Conservación (M7)} = 0,06 \cdot \text{Capital inmovilizado} \quad (7.9)$$

$$M7 = 0,06 \cdot 66.888.293,04 \text{ €} = 4013297,58 \text{ €/año}$$

7.4.1.8 Laboratorio (M8)

Los costes asociados al laboratorio corresponden a un rango de entre 5% y 25% de la mano de obra directa. Estos costes son los destinados a las pruebas de calidad de las diferentes sustancias químicas involucradas en el proceso de producción.

Para IsoNova se ha considerado un 10% de la mano de obra directa:

$$\text{Laboratorio (M8)} = 0,1 \cdot \text{Mano obra directa (M2)} \quad (7.10)$$

$$M8 = 0,1 \cdot 1.897.003 \text{ €} = 189.700,3 \text{ €/año}$$

7.4.1.9 Envasado (M9)

El producto de IsoNova no se envasa ni se almacena, va por tubería a la siguiente etapa de producción. Por lo tanto, no hay costes relacionados con el envasado.

$$M9 = 0 \text{ €/año}$$

7.4.1.10 Expedición (M10)

El producto de IsoNova no se transporta y se utiliza en el siguiente proceso de la misma planta química. Por lo tanto, no se consideran costes para la expedición.

$$M10 = 0 \text{ €/año}$$

7.4.1.11 Directivos y empleados (M11)

Los costes asociados a los directivos y empleados de la empresa se puede considerar de entre un 10% y 40%. Estos costes representan la formación y desarrollo del personal, sistemas de comunicación, gastos en reuniones, entre otros aspectos necesarios para que los empleados puedan desempeñar su trabajo de manera eficiente y segura.

Para IsoNova, estos costos equivalen a un valor intermedio de 25% de la mano de obra directa, obteniendo el siguiente coste:

$$\text{Directivos y empleados (M11)} = 0,25 \cdot \text{Mano de obra directa (M2)} \quad (7.11)$$

$$M11 = 0,25 \cdot 1.897.003 \text{ €} = 474.250,75 \text{ €/año}$$

7.4.1.12 Amortización (M12)

Los costes de amortización no se tienen en cuenta para el apartado de los costes de fabricación.

$$M12 = 0 \text{ €/año}$$

7.4.1.13 Alquiler (M13)

La parcela es propiedad de la empresa, por lo que no se requiere ningún coste de alquiler. El coste asociado a la adquisición del terreno se muestra en el apartado 7.3.1.1 .

$$M13 = 0\text{€/año}$$

7.4.1.14 Impuestos de fábrica (M14)

Los gastos asociados a los impuestos como son el Impuesto sobre bienes inmuebles (IBI), de actividades económicas (IAE) o medioambientales, entre otros^[12], representan entre un 0,5% y 1% del capital inmovilizado. Para IsoNova este porcentaje es de un 0,75%. A continuación se muestra el coste que conllevan los impuestos:

$$\text{Impuestos de fábrica (M14)} = 0,0075 \cdot \text{Capital inmovilizado} \quad (7.12)$$

$$M14 = 0,0075 \cdot 66.888.293,04 \text{ €} = 501.662,20 \text{ €/año}$$

7.4.1.15 Seguros (M15)

El coste de los seguros representa un 1% del coste del capital inmovilizado. Estos seguros cubren incendios, inundaciones, condiciones meteorológicas adversas, rotura de cristales y responsabilidades civiles entre otros. ^[14]

A continuación se muestra el cálculo con el coste de los seguros para la empresa:

$$\text{Seguros (M15)} = 0,01 \cdot \text{Capital inmovilizado} \quad (7.13)$$

$$M15 = 0,01 \cdot 66.888.293,04 \text{ €} = 668882,93 \text{ €/año}$$

En la *Tabla 7.17* se muestran cada uno de los gastos asociados a la fabricación incluyendo el valor total:

Tabla 7.17: Costes de fabricación

Parámetro	Definición	Coste (€/año)
M1	Materias primas	59.760.155,78
M2	Mano de obra directa	1.897.003
M3	Patentes	0
M4	Mano de obra indirecta	379.400,6
M5	Servicios generales	17.794.762,5
M6	Suministros	568.550,49
M7	Conservación	4.012.297,58
M8	Laboratorio	189.700,3
M9	Envasado	0
M10	Expedición	0
M11	Directivos y empleados	474.250,75
M12	Amortización	0
M13	Alquiler	0
M14	Impuestos de fábrica	501.662,20
M15	Seguros	668.882,93
Coste total de fabricación (M)		86.247.666,13

7.4.2 Costes generales

Los costos generales son aquellos necesarios para hacer funcionar a la empresa aun no estando relacionados directamente con la producción. Incluyen los gastos comerciales, de administración y gerencia, financieros y gastos en investigación y servicios técnicos.

7.4.2.1 Gastos comerciales (G1)

Los gastos comerciales de una empresa corresponden a los costes asociados con diferentes actividades para llevar el producto al mercado, incluyendo diversas estrategias de promoción como son la publicidad, marketing de contenido, promociones, entre otras. Estos gastos suelen oscilar entre un 5% y un 20% de los costes de fabricación. En el caso de IsoNova, se escoge el valor mínimo de un 5%, ya que el producto fabricado se transporta directamente por tubería a un proceso posterior, eliminando la necesidad de invertir en estrategias de promoción orientadas al consumidor final. ^[15]

$$\text{Gastos comerciales (G1)} = 0,05 \cdot \text{Costes de fabricación (M)} \quad (7.14)$$

$$G1 = 0,01 \cdot 86.247.666,13 \text{ €} = 4.312.383,31 \text{ €/año}$$

7.4.2.2 Administración y gerencia (G2)

Aunque la administración y gerencia no tienen una influencia directa sobre la producción, son aspectos esenciales para el correcto funcionamiento de la empresa.

El coste asociado a esta gestión, asegura una buena organización dentro de la empresa, y significa entre un 3% y un 6% de los costes de fabricación. Este coste también incluye la gestión de residuos que se hace mediante empresas externas. Para IsoNova este valor corresponde a un 4,5%, como se muestra en el siguiente cálculo:

$$\text{Administración y gerencia (G2)} = 0,045 \cdot \text{Costes de fabricación (M)} \quad (7.15)$$

$$G2 = 0,045 \cdot 86.247.666,13 \text{ €} = 3.881.144,98 \text{ €/año}$$

7.4.2.3 Gastos financieros (G3)

Los gastos financieros consisten en los costes que tiene la empresa por utilizar recursos económicos de terceros, como son por ejemplo los intereses de deuda.

La empresa no tiene previsto hacer préstamos u otras formas de financiamiento.

$$G3 = 0 \text{ €/año}$$

7.4.2.4 Investigación y servicios técnicos (G4)

Gracias a la investigación, una empresa obtiene nuevos conocimientos científicos o técnicos que impulsan su desarrollo. Estos avances pueden aplicarse directamente en la mejora de un proceso, servicio o producto y tienen un coste asociado. Los servicios técnicos de la empresa se centran en el buen contacto con el cliente, incluyendo un soporte técnico, un buen asesoramiento, entre otros, para satisfacer al cliente y proyectar una imagen positiva de la empresa. ^[18]

El coste asociado a la investigación y servicios técnicos oscila entre un 0 y un 5%. Para IsoNova se considera un 2,5% de los costes de fabricación.

$$\text{Investigación y servicios técnicos (G4)} = 0,025 \cdot \text{Costes de fabricación (M)} \quad (7.16)$$

$$G4 = 0,025 \cdot 86.247.666,13 \text{ €} = 2.156.191,65 \text{ €/año}$$

A continuación se muestran los costes generales totales en la Tabla 7.18.

Tabla 7.18: Costes generales.

Parámetro	Tipo de coste	Coste (€/año)
G1	Gastos comerciales	4.312.383,31
G2	Administración y gerencia	3.881.144,98
G3	Gastos financieros	0
G4	Investigación y servicios técnicos	2156191,65
Costes generales totales		10.349.719,94

7.4.3 Costes totales de producción

Una vez calculados los costes de fabricación y generales se obtienen los costes totales de producción, que se muestran en la *Tabla 7.19*.

Tabla 7.19: Costes totales de producción

Costes de fabricación (€/año)	86.247.666,13
Costes generales (€/año)	10.349.719,94
Costes totales de producción (€/año)	96.597.386,07

7.5 Ingresos por ventas

Los ingresos por ventas son aquellos que una empresa obtiene por la venta de sus bienes o servicios por un tiempo determinado.

No se ha encontrado un valor del precio correspondiente con la gestión de IsoNova, ya que en la empresa el producto va directamente hacia la siguiente etapa. Para hacer una aproximación al coste de ventas del fosgeno se ha usado el valor de importación en España para este producto en el año 2022.

Para los ingresos se ha tenido en cuenta que la producción es de 335 días al año.

Tabla 7.20: Ingresos de importación.

Coste (\$/tn) ^[7]	Coste (€/Ttn)	Producción (kg/h)	Ingresos (€/año)
1205	1180,9	19209	182.378.621,1

Como el precio de importación incluye costes adicionales de gestión y transporte, se ha considerado que la importación representa un 20% del precio. A continuación en la *Tabla 7.20* se muestra el precio de venta del fosgeno sin tener en cuenta el coste de importación:

Tabla 7.20: Ingresos.

Coste (\$/tn)	Coste (€/tn)	Producción (kg/h)	Ingresos (€/año)
964	944,72	19209	145.902.896,9

7.6 Rentabilidad del proyecto

Para evaluar si el proyecto de IsoNova es viable desde una perspectiva económica, se hace un análisis de la rentabilidad. Este análisis consiste en ver si los beneficios que genera el proyecto en un tiempo determinado, superan a los gastos invertidos. Para evaluar si el proyecto es rentable, se hace un estudio de amortización, Net cash flow, valor actual neto, tasa interna de retorno y el tiempo pay-back.

7.6.1 Amortización

Todos los bienes que forman parte de la empresa tienen una vida útil. Esto significa que con el paso del tiempo su valor irá disminuyendo, de forma que ya no tienen el mismo valor que al inicio, y tendrá un valor residual. Mediante la amortización del inmovilizado, se puede cuantificar esta pérdida de valor de los bienes con los años.
[20]

En IsoNova, la amortización se calcula asignando el mismo importe anual durante toda la vida útil del activo, es decir, se usa la amortización lineal.

Para IsoNova, se supone un tiempo de vida útil de 18 años.

A continuación se muestra la *Ecuación 7.17*, usada para el cálculo de la amortización lineal:

$$A = r \cdot (I - VR); r = \frac{1}{t} \quad (7.17)$$

Donde:

A: Amortización (€/año)

I: Capital inmovilizado sin contar el terreno (€)

VR: Valor residual (€)

t: tiempo de vida útil (18 años)

$$A = \frac{1}{18} \cdot (60839393,04 - 0) = 3.379.966,28 \text{ €}$$

7.6.2 Net cash flow

El net cash flow representa la diferencia entre ingresos y gastos de efectivo de una empresa en un período de tiempo, resultando en un saldo neto que puede ser positivo o negativo. El resultado positivo indica posible crecimiento y oportunidades para la empresa, en cambio, un resultado negativo puede indicar dificultades para la empresa y necesidad de financiamiento externo.

Este indicador financiero permite evaluar la viabilidad económica de la empresa.^[21]

Para determinar el Net cash flow de IsoNova, se hace una *Tabla 7.23*.

Se han tenido en cuenta los impuestos sobre la base imponible, que representan un 25% de esta. Este porcentaje corresponde al impuesto de sociedades que se aplica a las empresas que realizan su actividad económica en España.^[23]

Para la inversión inicial se ha repartido el coste del capital inmovilizado en los 2 años de construcción de la empresa. El valor residual corresponde al coste del terreno y se estima que al final de la vida útil de la empresa se recupera el capital circulante. Los equipos se amortizan por 18 años ^[19] y después de estos años el coste de los equipos ya no tiene un valor residual.

Tabla 7.23: Net Cash Flow durante 18 años de vida de la empresa.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas			145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes			-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto			45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55
Base imponible			45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55
Impuestos				-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14
NCF (€)	-33444146,52	-46821805,13	42581129,90	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41

Capítulo 7: Evaluación Económica

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55
Base imponible	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55
Impuestos	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14
NCF (€)	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41

Año	14	15	16	17	18	19	20
C.Inmovilizado							
C.Circulante							13377658,61
Puesta en marcha							
Valor residual							6048900,00
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	
Beneficio bruto	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	
Base imponible	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	45925544,55	
Impuestos	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14	-11481386,14
NCF (€)	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41	34444158,41	7945172,47

7.6.3 Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR)

El Valor actual neto o VAN, es un indicador financiero mediante el cual se puede determinar la viabilidad de una inversión o proyecto. Esto se hace por una actualización de los flujos de cobros y pagos por un tiempo determinado.

El valor del VAN se expresa en unidades monetarias y puede ser negativo, positivo o igual a cero.

- Si el VAN es negativo, el proyecto de inversión genera pérdidas.
- Si el VAN es positivo, el plan financiero genera beneficios.
- Si el VAN es igual a cero, no se generan ni beneficios ni pérdidas. [22]

Para calcular el VAN se sigue la siguiente *Ecuación 7.18*:

$$VAN = NCF_0 + NCF \sum_{j=1}^n \left((1 + i)^{-j} \right) \quad (7.18)$$

Aplicando la ecuación anterior a los datos de las tablas de Net Cash Flow vistos anteriormente (*Tabla 7.23*), e igualando a cero, se obtiene el valor de la tasa interna de retorno (TIR). Si se grafica el VAN en función de la tasa de interés se obtiene la *Figura 7.3*.

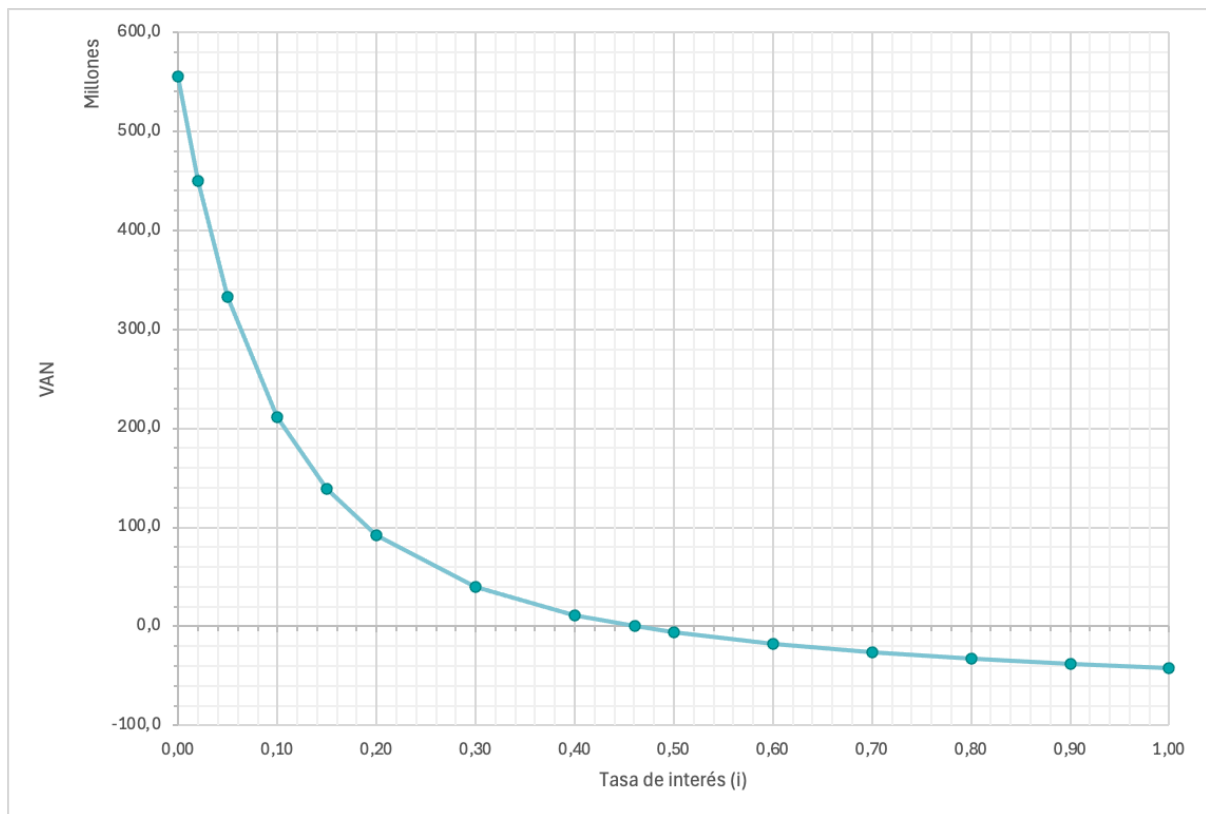


Figura 7.3: Curva del VAN del proyecto.

En la *Figura 7.3* se observa que el proyecto es rentable y genera beneficios si los intereses son menores al 46,07%, valor que corresponde con la tasa interna de retorno. Para un interés mayor al 46,07% la empresa no obtendría beneficios.

7.6 Pay Back

Una vez hecha la inversión inicial es interesante ver en cuantos años ésta se recupera. Para calcularlo se usa la *Ecuación 7.19*

$$Pay\ back = a + \frac{I_0 - b}{NCF_a} \quad (7.19)$$

Donde:

- a: año de recuperación
- I_0 : Inversión inicial
- b: Suma de NCF hasta el año de recuperación
- NCF_a : NCF del año en que se recupera la inversión.

A continuación se muestra el cálculo efectuado según los datos de la *Tabla 7.23* y usando la *Ecuación 7.19*:

$$\text{Payback} = 3 + \frac{80265951,64 - 111446,73}{34444158,41} = 2,09$$

Se observa que la empresa recupera la inversión en un tiempo ligeramente superior a 2 años.

Teniendo en cuenta la inversión inicial que requiere este proyecto, los costes asociados a la producción, las ventas del producto y, tomando en consideración la amortización, se observa que la empresa IsoNova obtendría beneficios, especialmente a intereses bajos. Además se puede considerar que la recuperación de la inversión inicial es rápida.

7.7 Estudio de sensibilidad

Mediante el estudio de sensibilidad, se puede observar como influye la variación de diferentes factores, a la situación económica de la empresa.

Los factores que pueden variar y afectar a la empresa pueden ser de origen interno o externo, y pueden ser positivos o negativos. En este apartado se proponen diferentes escenarios posibles y se evalúa el impacto que tienen estos sobre la situación financiera de la empresa.

7.7.2. Cambio de precio del producto

Se han visto varias fluctuaciones del precio del fosgeno con los diferentes años. Por esta razón en este apartado se estudia cómo afecta a la empresa si hay un cambio en el precio del fosgeno con una variación del $\pm 20\%$.

A continuación, en la *Figura 7.6* se muestran las curvas correspondientes al VAN para una disminución y un aumento en el precio de venta del producto. Estas se comparan con la curva del VAN normal, es decir, con el precio de venta inicial del fosgeno. Las dadas usadas para la representación gráfica de la bajada y subida de precio del producto se muestran en las *Tablas 7.28* y *7.29* del apéndice respectivamente.

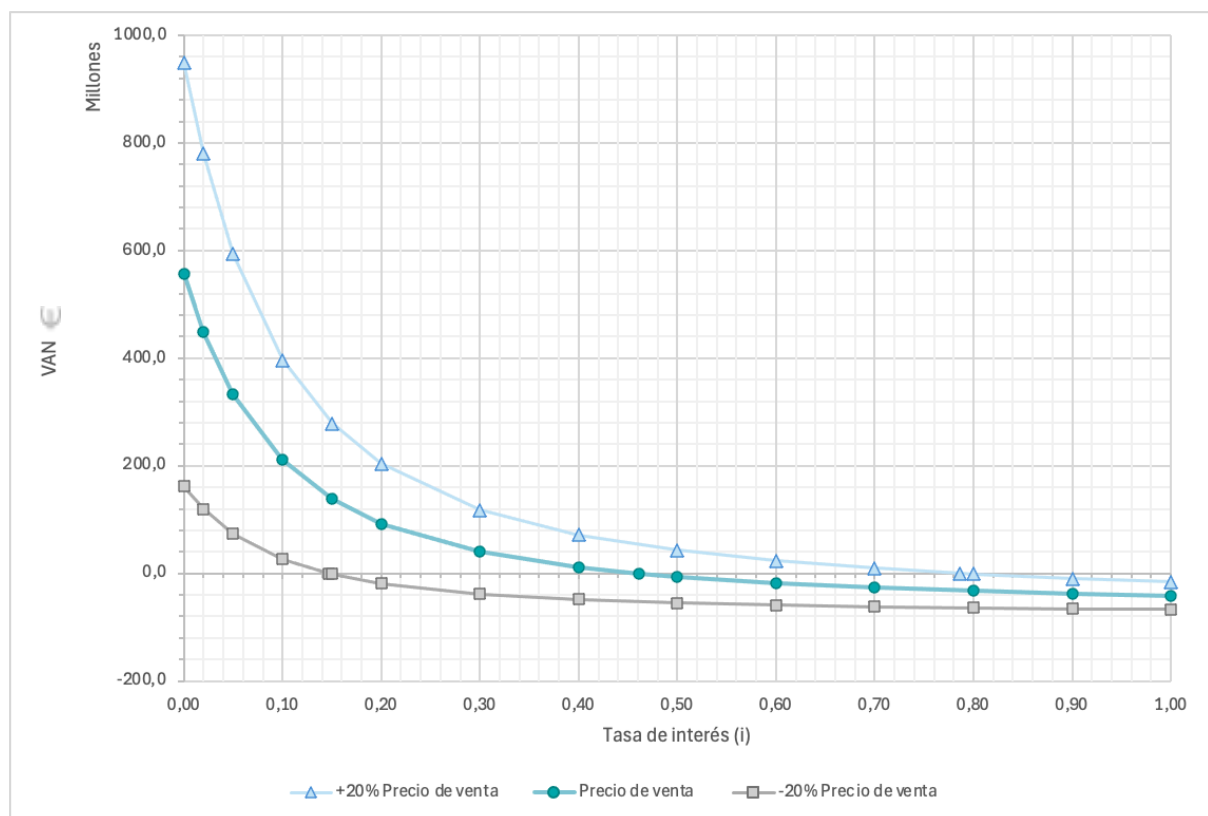


Figura 7.6: representación del VAN según diferentes precios del producto.

Si se comparan las 3 curvas VAN representadas en la *Figura 7.6*, se observa que cuanto mayor es el precio de venta del fosgeno, mayor margen de interés hay. Y de la misma manera, la reducción del precio de venta del fosgeno, significa un margen de interés más bajo.

La empresa consigue más beneficios si el fosgeno se vende a un precio más elevado y por esta razón hay más margen de interés. Para la situación en que hay una reducción del precio de venta del producto, la empresa sigue obteniendo beneficios, pero con un interés más bajo. También se ve un VAN más elevado si el producto es más caro, ya que esto significa mayores flujos de caja. Igualando el VAN a cero se consigue ver a partir de qué tasa de interés de retorno el proyecto para de ser beneficioso económicamente. En la *Tabla 7.27* se muestra esta TIR, el precio de venta y el tiempo pay-back.

Tabla 7.27: Precio, TIR y Payback según el precio de venta del producto.

	Precio fosgeno -20%	Precio fosgeno	Precio fosgeno +20%
Precio de venta (€/tn)	755,78	944,72	1133,66
TIR (%)	14,65	46,07	78,64
Payback (años)	6,32	2,09	1,15

En la tabla 7.27 se observa, como ya se ha mencionado, una TIR más alta, si el precio de venta es más alto. También se ha hecho un cálculo del tiempo en el que se recupera la inversión inicial según la *Ecuación 7.19*. Se muestra que el tiempo payback es menor cuando se obtiene más beneficio debido a la venta del producto. Cabe mencionar que hay una diferencia significativa si se comparan la subida de precio y el precio normal con la bajada del precio. Para recuperar la inversión inicial si el fosgeno tiene un coste de 755,78 €/tn, son necesarios más de seis años. Este tiempo es más largo debido a que se necesita vender considerablemente más producto para lograr el mismo beneficio, es decir, se ha de vender más fosgeno para llegar al valor de la inversión inicial. Y como la cantidad de fosgeno producido no cambia, se tarda más en obtener esa cantidad de dinero que se ha invertido.

Para ver de forma visual este tiempo de payback se ha hecho la *Figura 7.7* de a continuación:

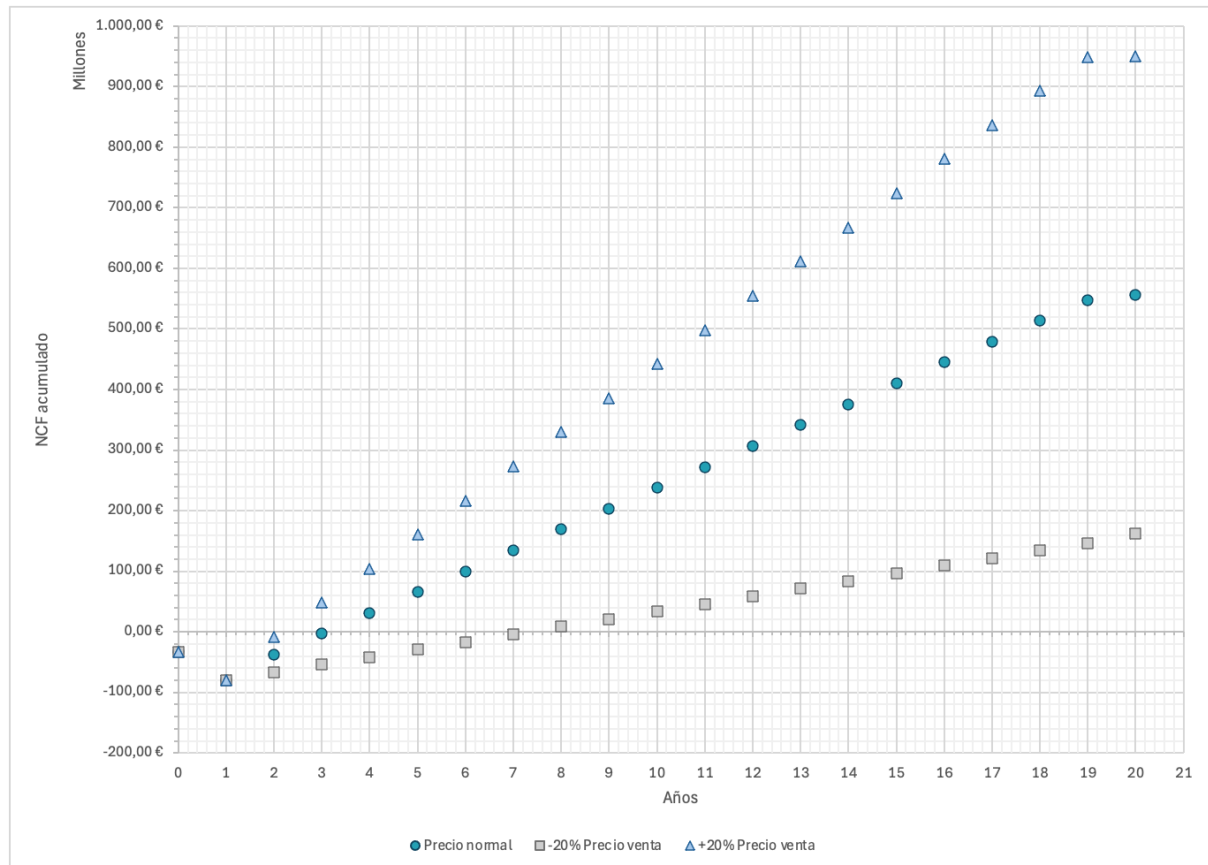


Figura 7.7: Net Cash Flow acumulado para la variación del precio del producto.

7.7.3. Cambio de precio de las materias primas

A continuación se analiza la situación para cuando hay una variación de las materias primas. Primero se verá cómo afecta si el precio del Cl_2 es más caro. Esto podría ser un escenario posible debido a la alta demanda de esta sustancia y mismo tiempo la regulación cada vez más estricta de ella. Además, pueden influir en el coste del cloro los precios crecientes de la energía. Para analizar esta situación se supone un incremento del 15% para el precio del cloro.

En segundo lugar, se analiza el escenario en que el coste del monóxido de carbono baja. El CO es un subproducto común en diferentes sectores industriales, y para tratarlo como un residuo, que tiene asociado unos costes, podría ser mejor vender este subproducto con un coste menor a otras empresas, fomentando así la

economía circular. Para este análisis se supone una bajada del precio del CO del 30%.

También se ha tenido en cuenta qué pasaría si estas dos situaciones mencionadas anteriormente ocurrieran a la vez. La comparación de los 3 escenarios con el precio normal esperado de las materias primas se muestra en la *Figura 7.8*:

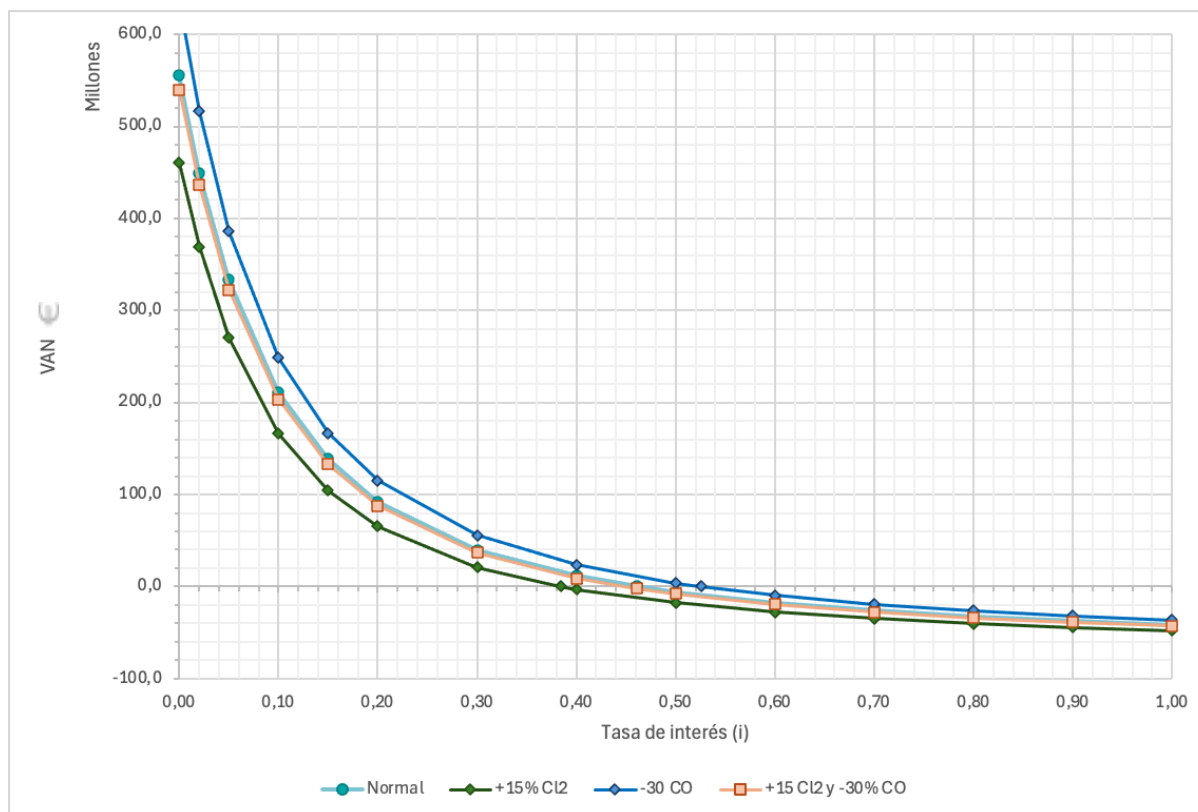


Figura 7.8: representación del VAN según diferentes precios del producto.

En la *Figura 7.8* se observa que en todos los casos representados la empresa puede obtener beneficios. Se muestra que si se paga menos por una materia esto resulta en un mayor beneficio y si se paga más, menor beneficio. En cuanto a la situación en que una materia prima baja de precio y la otra sube, se obtienen unos beneficios parecidos a los iniciales. Esta subida de precio del cloro y bajada de precio del monóxido de carbono que se prevé que habrá en el futuro, tiene un efecto compensatorio y no afecta significativamente a la empresa.

Las dadas correspondientes a este apartado se muestran en las Tablas 7.30, 7.31 y 7.32 del apéndice.

7.7.4. Cambio de vida útil de la planta

Se ha supuesto que la vida útil de la planta es de 18 años. En este apartado se analiza lo que pasaría si la vida útil fuera 18 ± 5 años.

Se ha visto que la empresa obtiene beneficios, por esto puede ser interesante ver las dadas para una vida útil más elevada. También es importante ver cuál es la situación para una vida de la empresa más corta, ya que en el futuro podría haber más competencia del mercado alternativo al fosgeno, además de impuestos o más regulaciones asociadas al uso de este producto tóxico.

En la *Figura 7.9* se muestra la comparación de la curva del valor actual neto de una vida útil de la empresa de 13 años, 18 años y 23 años.

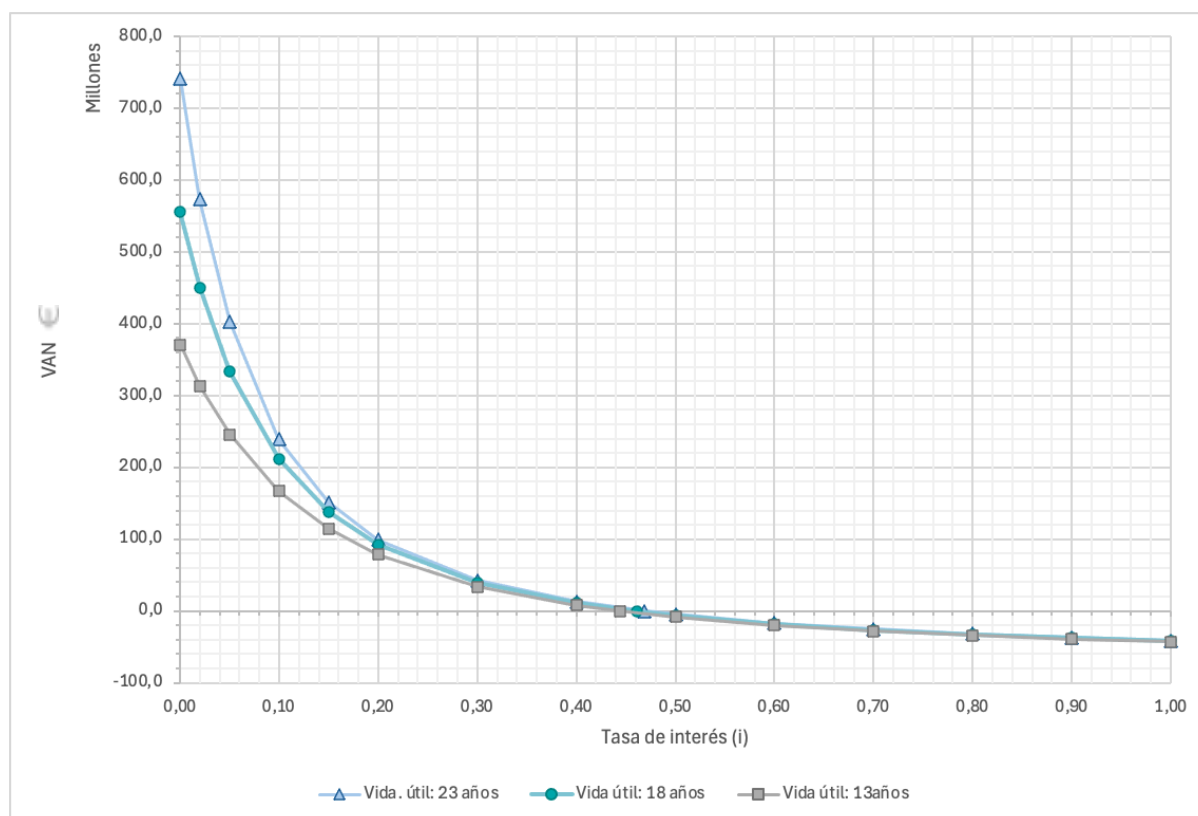


Figura 7.9: representación del VAN según diferentes precios del producto.

En la figura 7.9 se muestra cómo en total se obtiene más beneficio si el tiempo de vida útil de la planta es más largo. Esto es lógico, ya que como la empresa obtiene beneficios cada año, si sigue durante más años, más dinero en total obtendrá. La

tasa de interés, en cambio, no se ve afectada, debido a que los flujos de caja son constantes con los años. Las dadas de net cash flow correspondientes a este apartado se pueden ver en las *Tablas 7.33 y 7.34*

7.8 Conclusiones

Se ha conseguido el objetivo de este apartado, el cual era hacer un estudio del proyecto de IsoNova desde un punto de vista financiero.

Se han tenido en cuenta los gastos que supone el terreno donde se sitúa la planta, las materias primas, los equipos industriales necesarios para la planta y su instalación, los costes de producción y los impuestos vinculados al beneficio de la empresa. También se han tenido en cuenta las ventas que la empresa obtiene, basándose en los precios encontrados públicamente y la producción de la planta.

Con estos datos se han visto cuáles son los flujos de caja netos y se han usado métodos financieros como el VAN, TIR y payback para observar cómo de viable es la empresa económicamente. Aplicando variaciones a los resultados se han obtenido los posibles cambios a nivel económico para la empresa.

De esta manera se ha visto que IsoNova obtiene beneficios. Esto es así para todos los análisis de sensibilidad efectuados. En general se ha visto que se obtiene más dinero si se vende el producto a un precio menor, de manera que se puede recuperar la inversión inicial de una forma más rápida. En caso contrario, es decir, el precio de venta del fosgeno es más caro, la empresa sigue obteniendo beneficios pero menor. En cuanto a las materias primas, la subida de precio del Cl_2 y la bajada del CO tienen un efecto compensatorio y no afecta en gran cantidad a la situación financiera de la empresa.

Se puede concluir que el proyecto es una opción viable a nivel económico. Pero existe la posibilidad de competencia en el futuro debido a las alternativas al fosgeno para producir MDI, cosa que no es favorable para la empresa.

7.9 Bibliografía

[1] Huang, Zhe, R. Gary Grim, Joshua A. Schaidle, and Ling Tao. 2021. (s.f) “*The Economic Outlook for Converting CO₂ and Electrons to Molecules.*” Carbon Monoxide. NREL. Recuperado 13, noviembre, 2024, de

<https://www.nrel.gov/bioenergy/co2-utilization-economics/electrochemical-conversion-pathway.html>

[2] *Chlor-Alkali industry review 2023-2024.* (s.f) Eurochlor. Recuperado 19, noviembre, 2024, de

https://www.chlorineindustryreview.com/wp-content/uploads/2024/09/Chlor_Alkali_Industry_Review_2023_2024.pdf

[3] *Chlorine price index.* (s.f) business analytiQ. Recuperado 14, noviembre, 2024, de <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/chlorine-price-index/>

[4] *Chlorine Market Size, Growth & Share.* (s.f) Traits research. Recuperado 19, noviembre, 2024, de

<https://straitsresearch.com/report/chlorine-market>

[5] *Carbon Monoxide Market Size.* (s.f) Reports and data. Recuperado 26, noviembre, 2024, de

<https://www.reportsanddata.com/report-detail/carbon-monoxide-market>

[6] *Phosgene global market report 2024.* (s.f) The business research company. Recuperado 26, noviembre, 2024, de

<https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/phosgene-global-market-report>

[7] *Carbonyl Dichloride (Phosgene) Price in Spain - 2025.* (10, diciembre, 2023) INDEXBOX.

<https://www.indexbox.io/search/carbonyl-dichloride-phosgene-price-spain/>

[8] Albany Orea, Sales Development Representative. (s.f) *¿Qué son los costos fijos, variables, directos e indirectos y cómo llevar un registro de ellos?* Xepelin. Recuperado 22, enero, 2025, de

<https://xepelin.com/blog/educacion-financiera/costos-fijos-variables-directos-indirecto-s#costos-directos:-ejemplos-y-c%C3%B3mo-calcularlos>

[9] *Salari brut anual i guany per hora. Per sexe i tipus d'ocupació.* (08, juliol, 2024) Idescat. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15376>

[10] *¿Cuánto se paga de seguridad social por un trabajador?* (s.f) BBVA. Recuperado 16, enero, 2025 de, <https://www.bbva.es/finanzas-vistazo/ae/cuentas/cuanto-se-paga-de-seguridad-social-por-un-trabajador.html>

[11] *Transformador eléctrico trifásico.* (s.f) Alibaba.com Recuperado 22, enero, 2025, de

<https://dutch.alibaba.com/product-detail/Three-phase-220kv-132kv-high-voltage-62251865287.html?spm=a2700.7724857.0.0.cca030e7xwLIUS>

[12] *Impuestos locales obligatorios y potestativos.* (20, junio, 2023) fi group.

<https://es.fi-group.com/impuestos-locales-obligatorios-y-potestativos/>

[13] *Qué son los suministros industriales y por qué son importantes.* Valsur.

<https://valsur.com/empresa/blog/que-son-los-suministros-industriales-y-por-que-son-importantes/>

[14] Seguro para Negocios. hna <https://www.hna.es/quimicos/seguros-patrimoniales/seguro-para-negocios>

[15] *Comercialización.* (s.f) DELSOL Recuperado 17, enero, 2025, de

<https://www.sdelisol.com/glosario/comercializacion/>

[16] *Gastos financieros y no financieros: qué son, cómo controlarlos y cómo deducirlos.* (04, enero, 2024) BBVA.

<https://www.bbva.com/es/salud-financiera/gastos-financieros-y-no-financieros-que-s-on-como-controlarlos-y-como-deducirlos/>

[17] *Importancia del servicio técnico en una empresa*. (s.f) Dintelar. Recuperado 17, enero, 2025, de

<https://dintelar.com/importancia-del-servicio-tecnico-en-una-empresa/>

[18] López Cabia, David & Coll Morales, Francisco. (01, julio, 2020) *Gastos de investigación y desarrollo (I+D)*. Economipedia.

<https://economipedia.com/definiciones/gastos-de-investigacion-y-desarrollo-id.html>

[19] *Tarifas*. (s.f) Ematsa. Recuperado 18, enero, 2025, de <https://www.ematsa.cat/el-teu-servei/factura-i-preus/tarifes/>

[20] *Amortizaciones*. (04, julio, 2024) Agencia tributaria.

<https://sede.agenciatributaria.gob.es/Sede/impuesto-sobre-sociedades/que-base-imponible-se-determina-sociedades/amortizaciones.html?faqId=42c3904421205710VgnVCM100000dc381e0aRCRD>

[21] Marzal, Ruben. (01, febrero, 2024) *Net Cash Flow*. Next Scenario.

<https://nextscenario.com/es/entendiendo-el-flujo-neto-de-efectivo/>

[22] Velayos Morales, V., Pareja, C., (28, febrero, 2024) *Valor actual neto (VAN): Qué es y cómo utilizarlo*. Economipedia.

<https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

[23] *Cómo calcular el impuesto sobre beneficios*. (s.f) ccptyme's. Recuperado 25, enero, 2025, de <https://ccpymes.com/como-calcular-el-impuesto-sobre-beneficios/>

[24] *Global Activated Carbon Production Wholesale Supplier*. (s.f) Qizhong Chemical Co.,Ltd Recuperado (20, enero, 2025) de <https://qizhongcarbon.com/>

[25] *Sistema de ósmosis inversa MO48 de 8*. (s.f) Ecosoft. Recuperado 28, enero, 2025, de <https://www.ecosoft.com/es/product-ecosoft/ecosoft-mo48>

- [26] *Descalcificador Industrial duplex*. (s.f) Nortozón Industria. Recuperado 28, enero, 2025, de <https://nortozon.pt/pt/produtos/descalcificador-industrial-duplex-1.900-x-2l-nortozon-tm96-dn80-50.000-l-h-nz-d2c924>
- [27] Gas RLTB.5 (s.f) Endesa. Recuperado 28, enero, 2025 de <https://www.endesa.com/es/empresas/gas/tarifa-gas-estable>
- [28] *Precio neto de la electricidad para uso doméstico y uso industrial*. (09, diciembre, 2024) Ministerio de Industria y Turismo.
https://www.mintur.gob.es/es-es/IndicadoresyEstadisticas/BoletinEstadistico/Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/4_12.pdf
- [29] Glicerina vegetal refinada de alta calidad, 99.5%. (s.f) Alibaba. Recuperado 28, enero, 2025, de https://www.alibaba.com/product-detail/High-quality-Refined-Vegetable-glycerin-99_11000008528616.html?spm=a2700.details.you_may_like.1.1932728cQ4wSUs
- [30] Soto, S. (07, enero, 2025) *Tarifa TUR gas Endesa | Contrátala con Energía XXI*. Endesa. <https://roams.es/energia/companias-energeticas/endesa/tarifas/tur/>

7.10 Apéndice

Tabla 7.28: Net Cash flow para una variación del precio de venta del fosgeno del -20%.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas			116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52
Costes			-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto			16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17
Base imponible			16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17
Impuestos				-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29
NCF	-33444146,52	-46821805,13	13400550,52	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17
Base imponible	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17
Impuestos	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29
NCF	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88

Año	14	15	16	17	18	19	20
C.Inmovilizado							
C.Circulante							13377658,61
Puesta en marcha							
Valor residual							6048900,00
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	
Ventas	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52	116722317,52	
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	
Beneficio bruto	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	
Base imponible	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	16744965,17	
Impuestos	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29	-4186241,29
NCF	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88	12558723,88	15240317,31

Tabla 7.29: Net Cash flow para una variación del precio de venta del fosgeno del +20%.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas			175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28
Costes			-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto			75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93
Base imponible			75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93
Impuestos				-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98
NCF	-33444146,52	-46821805,13	71761709,28	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93
Base imponible	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93
Impuestos	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98
NCF	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95

Año	14	15	16	17	18	19	20
C.Inmovilizado							
C.Circulante							13377658,61
Puesta en marcha							
Valor residual							6048900,00
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	
Ventas	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28	175083476,28	
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	
Beneficio bruto	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	
Base imponible	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	75106123,93	
Impuestos	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98	-18776530,98
NCF	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95	56329592,95	650027,62

Tabla 7.30: Net Cash flow para una aumento del 15% del precio de Cl₂.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas			145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes			-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17
Beneficio bruto			38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45
Base imponible			38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45
Impuestos				-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36
NCF	-33444146,52	-46821805,13	35490450,80	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17
Beneficio bruto	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45
Base imponible	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45
Impuestos	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36
NCF	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09

Año	14	15	16	17	18	19	20
C.Inmovilizado							
C.Circulante							13377658,61
Puesta en marcha							
Valor residual							6048900,00
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	
Costes	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	-103688065,17	
Beneficio bruto	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	
Base imponible	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	38834865,45	
Impuestos	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36	-9708716,36
NCF	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09	29126149,09	9717842,24

Tabla 7.31: Net Cash flow para una disminución del 30% en el precio del CO.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas			145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes			-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82
Beneficio bruto			51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80
Base imponible			51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80
Impuestos				-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20
NCF	-33444146,52	-46821805,13	48478038,15	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82
Beneficio bruto	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80
Base imponible	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80
Impuestos	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20
NCF	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60

Año	14	15	16	17	18	19	20
C.Inmovilizado							
C.Circulante							13377658,61
Puesta en marcha							
Valor residual							6048900,00
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	
Costes	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	-90700477,82	
Beneficio bruto	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	
Base imponible	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	51822452,80	
Impuestos	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20	-12955613,20
NCF	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60	38866839,60	6470945,41

Tabla 7.32: Net Cash flow para una disminución del 30% en el precio del CO y un aumento del 15% del precio del Cl₂.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas			145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes			-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92
Beneficio bruto			44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70
Base imponible			44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70
Impuestos				-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43
NCF	-33444146,52	-46821805,13	41387359,05	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92
Beneficio bruto	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70
Base imponible	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70
Impuestos	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43
NCF	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28

Año	14	15	16	17	18	19	20
C.Inmovilizado							
C.Circulante							13377658,61
Puesta en marcha							
Valor residual							6048900,00
Amortización	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	-3379966,28	
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	
Costes	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	-97791156,92	
Beneficio bruto	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	
Base imponible	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	44731773,70	
Impuestos	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43	-11182943,43
NCF	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28	33548830,28	8243615,18

Tabla 7.33: Net Cash flow teniendo en cuenta una vida útil de la planta de 13 años.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31
Ventas			145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes			-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto			44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52
Base imponible			44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52
Impuestos				-11156389,38	-11156389,38	-11156389,38	-11156389,38
NCF	-33444146,52	-46821805,13	41281142,87	33469168,14	33469168,14	33469168,14	33469168,14

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31	-4679953,31
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52
Base imponible	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52	44625557,52
Impuestos	-11156389,38	-11156389,38	-11156389,38	-11156389,38	-11156389,38	-11156389,38	-11156389,38
NCF	33469168,14	33469168,14	33469168,14	33469168,14	33469168,14	33469168,14	33469168,14

Año	14	15
C.Inmovilizado		
C.Circulante		13377658,61
Puesta en marcha		
Valor residual		6048900,00
Amortización	-4679953,31	
Ventas	145902896,90	
Costes	-96597386,07	
Beneficio bruto	44625557,52	
Base imponible	44625557,52	
Impuestos	-11156389,38	-11156389,38
NCF	33469168,14	8270169,23

Tabla 7.34: Net Cash flow teniendo en cuenta una vida útil de la planta de 23 años.

Año	0	1	2	3	4	5	6
C.Inmovilizado	-33444146,52	-33444146,52					
C.Circulante		-13377658,61					
Puesta en marcha			-3344414,65				
Valor residual							
Amortización			-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00
Ventas			145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes			-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto			46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83
Base imponible			46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83
Impuestos				-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96
NCF	-33444146,52	-46821805,13	43315905,18	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87

Año	7	8	9	10	11	12	13
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83
Base imponible	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83
Impuestos	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96
NCF	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87

Año	14	15	16	17	18	19	20
C.Inmovilizado							
C.Circulante							
Puesta en marcha							
Valor residual							
Amortización	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07
Beneficio bruto	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83
Base imponible	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83
Impuestos	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96
NCF	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87

Año	21	22	23	24	25
C.Inmovilizado					
C.Circulante					13377658,61
Puesta en marcha					
Valor residual					6048900,00
Amortización	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	-2645191,00	
Ventas	145902896,90	145902896,90	145902896,90	145902896,90	
Costes	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	-96597386,07	
Beneficio bruto	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	
Base imponible	46660319,83	46660319,83	46660319,83	46660319,83	
Impuestos	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96	-11665079,96
NCF	34995239,87	34995239,87	34995239,87	34995239,87	7761478,65