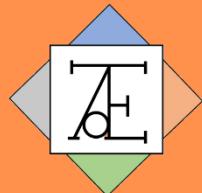


PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE ÁCIDO OXÁLICO DIHIDRATO A PARTIR DE ETILENGLICOL

**TRABAJO DE FIN DE GRADO 2021
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA**



OXATECH

**MARTA BRAVO CAMACHO
VICTOR DIEGUEZ SANTIN
ADRIÀ FOLCH VERNET
MARCELO HOCES ALCÁNTARA
MIREIA RIERA SERDÀ
ANDREA VALENCIA CADENA**

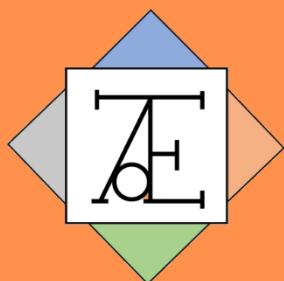
TUTOR: RAFAEL BOSCH

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

e escola
d'enginyeria

CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN ECONÓMICA

**TRABAJO DE FIN DE GRADO 2021
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA**



Oxatech

Índice

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA	3
7.1. Introducción	3
7.2. Estudio de mercado	3
7.2.1. Producción de ácido oxálico	3
7.2.2. Consumo mundial de ácido oxálico	5
7.2.3. Precio medio del ácido oxálico	6
7.2.4. Precio medio de los reactivos	6
7.2.5. Precio medio del producto secundario	8
7.2.6. Análisis DAFO	9
7.3. Valoración económica de la planta	11
7.3.1. Costes previos	11
7.3.2. Capital inmovilizado	11
7.3.3. Capital circulante	37
7.4. Estimación de costes de producción	38
7.4.1. Costes directos o de fabricación	38
7.4.2. Costes indirectos variables	41
7.4.3. Costes indirectos fijos	45
7.4.4. Distribución de costes de producción	46
7.5. Costes generales	48
7.5.1. Costes generales variables	48
7.5.2. Costes generales fijos	48
7.5.3. Distribución de costes generales	50
7.6. Costes totales	52
7.7. Ingresos por ventas	52
7.8. Análisis de la viabilidad de la planta	53
7.8.1. Amortización e intereses	53
7.8.2. Flujos netos de caja	53
7.8.3. Valor actual neto (VAN) y Tasa de rentabilidad interna (TRI)	57

7.8.4. Recuperación de la inversión inicial	58
7.8.5. Estudio de sensibilidad	59
7.8.6. Comparativa de vidas útiles	63
7.9. Conclusiones	64
7.10. Bibliografía y webgrafía	66

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo 7 se estudia la viabilidad de producción de ácido oxálico en las instalaciones de Oxatech, conociendo de esta manera si se trata de un proyecto finalmente rentable, dado que la viabilidad económica de este es un factor determinante para su futuro desarrollo.

La estructura del capítulo se basa en realizar de forma exhaustiva la evaluación económica de la planta, comenzando por conocer la inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto, seguido de una estimación de los costes de producción, además de los costes generales e ingresos con los que contará la planta y finalmente un estudio de la viabilidad para evaluar la rentabilidad de Oxatech.

El análisis de rentabilidad de la planta se lleva a cabo a partir del método de los Flujos Netos de Caja (Net Cash Flow) durante un periodo medio de vida útil. A su vez, se realiza diversos estudios de sensibilidad, con la finalidad de comprobar el efecto de ciertas variables de consecuencia significativa en la rentabilidad de la planta.

7.2. ESTUDIO DE MERCADO

Llevar a cabo un estudio de mercado es de gran utilidad en el momento de valorar la viabilidad económica de una planta de producción. Este estudio permite recopilar datos asociados a la producción, la demanda, los costes de reactivos, el precio del producto, normativa actual, etc. A su vez, permite hacer una comparación respecto otras plantas ya existentes que se dediquen a producir el mismo producto. En definitiva, es un estudio que permite anticipar ^[1] la respuesta de los clientes potenciales y la competencia ante un producto en concreto. En Oxatech, se ha realizado un estudio de mercado exhausto, teniendo en cuenta varias fuentes de información de orígenes distintos, y se han comparado para finalmente extraer conclusiones claras.

7.2.1. Producción de ácido oxálico

El ácido oxálico es una sustancia química utilizada mundialmente, presentando una gran aplicación en procesos de síntesis farmacéutica, como agente oxidante para la limpieza de mármoles, suelos u otro tipo de superficies, etc. En el año 2009, la producción mundial alcanzó hasta las 190 000 toneladas ^[2], siendo China el mayor productor de ácido oxálico,

seguido de Europa e India. A continuación, se muestra un gráfico donde se refleja la producción mundial del ácido, **Figura 7.1**, repartida entre diferentes productores.

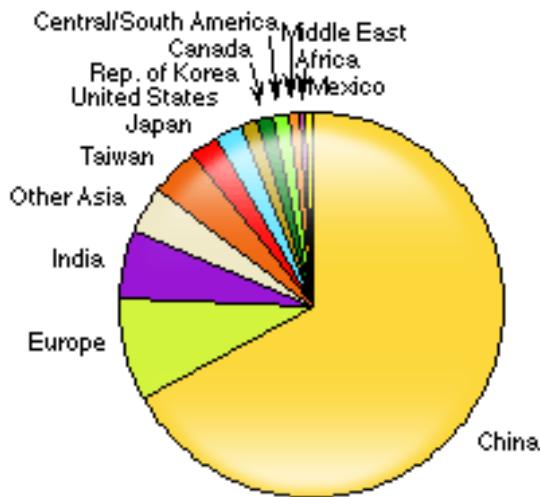


Figura 7.1. Países productores de Ácido Oxálico.

<http://acidooxalicobiotecnologiaup.blogspot.com/2011/07/consumo-de-acido-oxalico.html?m=0>

Como se ha mencionado, en 2009 China controlaba el mercado de ácido oxálico, teniendo muy pocos competidores.

Actualizando la producción mundial al año 2017, esta aumenta un 24% [3], llegando a un volumen de 235 600 toneladas. Esto da a reflejar que el mercado de ácido oxálico es un mercado lento, pero de constante crecimiento.

En el siguiente gráfico, **Figura 7.2**, se muestra la capacidad de producción de los 3 mayores productores de ácido oxálico, en el 2017:

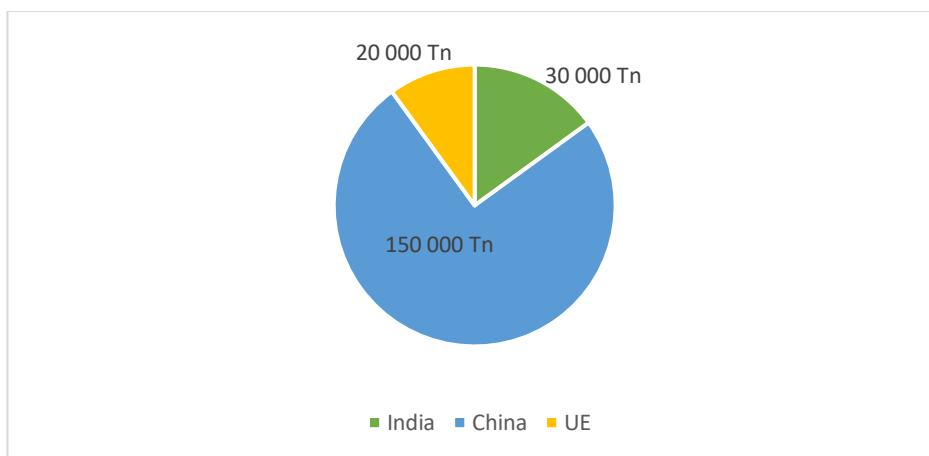


Figura 7.2. Capacidad de producción de los países líderes en la producción de Ácido Oxálico el 2017.

https://www.echemi.com/productsInformation/pid_Rock20014-nitric-acid.html

Como se observa en la imagen, en el 2017 China sigue siendo la mayor productora, teniendo más del 75% del mercado.

Con estos datos recopilados se puede suponer que, en la actualidad, China sigue siendo la que controla el mercado, y Europa aún mantiene un peso importante en la producción de ácido oxálico, dando posibilidades de rentabilidad a la construcción de una planta de producción en el continente europeo.

7.2.2. Consumo mundial de ácido oxálico

Seguido de reflejar como es la producción del ácido, se procede a estudiar sobre su consumo mundial [3]. En el presente gráfico, **Figura 7.3**, se recogen los mayores consumidores de ácido oxálico:

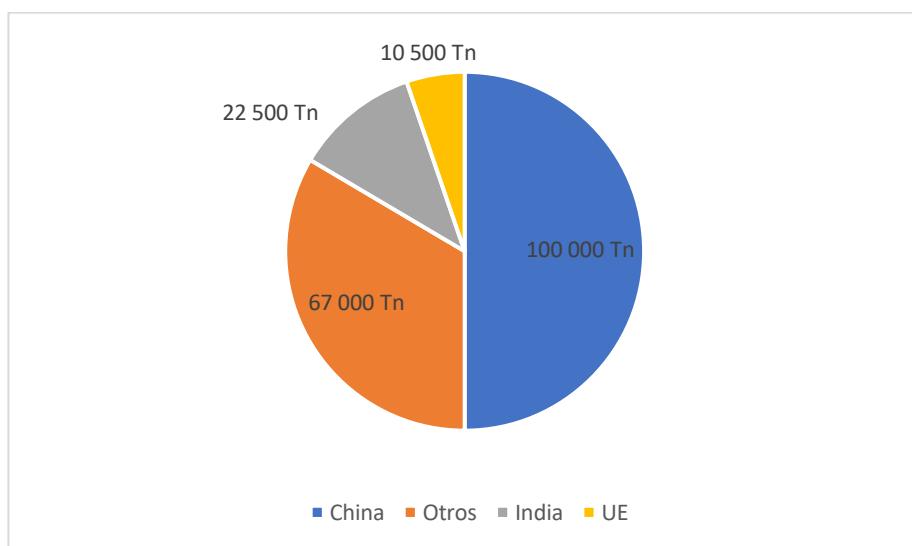


Figura 7.3. Capacidad de consumo mundial de Ácido Oxálico en diferentes países en el 2017.

https://www.echemi.com/productsInformation/pid_Rock20014-nitric-acid.html

Los datos del 2017 muestran que China, además de ser el mayor productor, también es el mayor consumidor de ácido oxálico. A su vez, se observa que el consumo de este producto se encuentra muy distribuido, es decir, la demanda de este producto es internacional, hecho que ofrece oportunidades para la exportación del ácido. Los mayores productores son capaces de autoabastecerse con su producción nacional e incluso dedicar parte de este a consumo extranjero, mientras que otros países obtienen el ácido oxálico a modo de importación para abastecer las necesidades o demandas.

Durante el 2012, la comisión europea estableció un derecho de antidumping a las importaciones originadas en India y China. El dumping [3] es un fenómeno que consiste en la venta de un producto, usualmente exportado, por debajo del precio de venta actual, e incluso por debajo del coste de producción. Este fenómeno se genera por los mayores fabricadores de dicho producto, con el objetivo de eliminar las demás empresas y hacerse con el monopolio mundial. En el año 2016, se restablecieron las medidas antidumping

concretamente a una empresa china, llamada Yuanping, reduciendo considerablemente su derecho al dumping.

Frente al anuncio de expiración de las medidas antidumping en el 2017, la comisión europea recibió una solicitud de reconsideración procedente de la productora española Oxaquim^[4], la cual representa más del 50% de la producción nacional, con motivo de que, si se derogasen las medidas antidumping, aumentaría la frecuencia de dicho fenómeno, perjudicando la industria de la unión europea. Finalmente, la solicitud fue considerada, y actualmente existen fuertes medidas antidumping, permitiendo que la industria europea de ácido oxálico se enriquezca, y aumente el consumo del producto nacional.

7.2.3. Precio medio del ácido oxálico

En referencia a la variación del precio medio de ácido oxálico, en el año 1988 el precio medio en estados unidos era de 1110 €/Tn de producto, mientras que en el 2013 el precio medio de las importaciones originadas en la India y China eran de 745 €/Tn^[3] de producto. Durante los posteriores años, este precio medio ha ido sufriendo altibajos, hasta llegar a un precio de 724 €/Tn^[3] en el año 2017. Como se ha comentado, dicho precio es sobre el producto importado, el cual se encuentra con un dumping medio permitido del 33,73%^[3]. Por ello, se puede considerar que el precio real del producto es un 133,73% del precio de importación, es decir, de 968 €/Tn aproximadamente. Para ajustar el precio de venta lo máximo posible, se decide utilizar un valor promedio entre el precio de venta en los Estados Unidos, China e India, siendo finalmente un valor en torno a 1039 €/Tn de producto.

7.2.4. Precio medio de los reactivos

Por otro lado, al igual que se conoce el precio promedio del producto de venta, también es importante conocer el precio de compra de los reactivos, que corresponde al etilenglicol, ácido nítrico y oxígeno. Para este último reactivo, el oxígeno, debido a que Oxatech se autoabastece de oxígeno, no es necesario incluirlo en el estudio de mercado.

En el siguiente gráfico [5], **Figura 7.4**, se muestra la variación de precio del etilenglicol en el mercado chino:

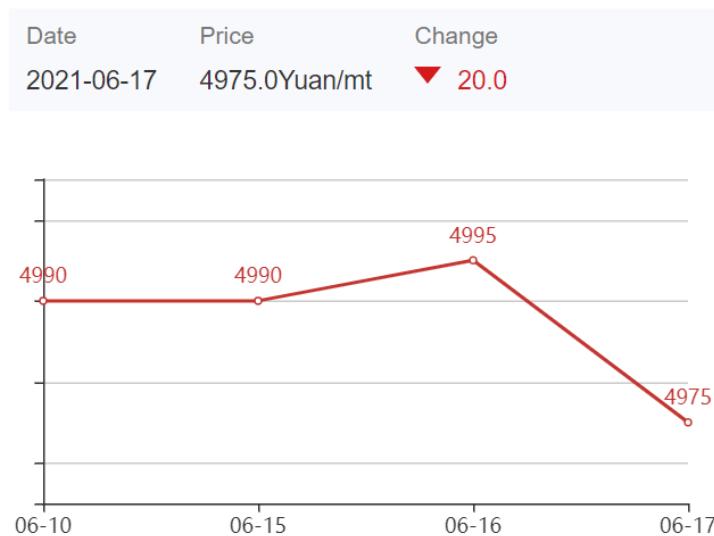


Figura 7.4. Evolución del precio del Etilenglicol en el mercado chino entre el 10/06/21 a 17/06/21.

https://www.echemi.com/productsInformation/pid_Rock20014-nitric-acid.html

Como se observa en el gráfico, las unidades monetarias son Yuan, y el precio a día 17/06/2021 es de 4.975 Yuan/Tn de producto. Para utilizar un precio medio estándar, se hace una media de los precios en una semana, obteniendo un valor de 4.865 Yuan/Tn, que corresponden a 630 €/Tn, aproximadamente con el valor actual de la moneda euro.

Análogamente al etilenglicol, en la siguiente Imagen [5], **Figura 7.5**, se muestra la evolución del precio por tonelada de ácido nítrico, en el país chino:

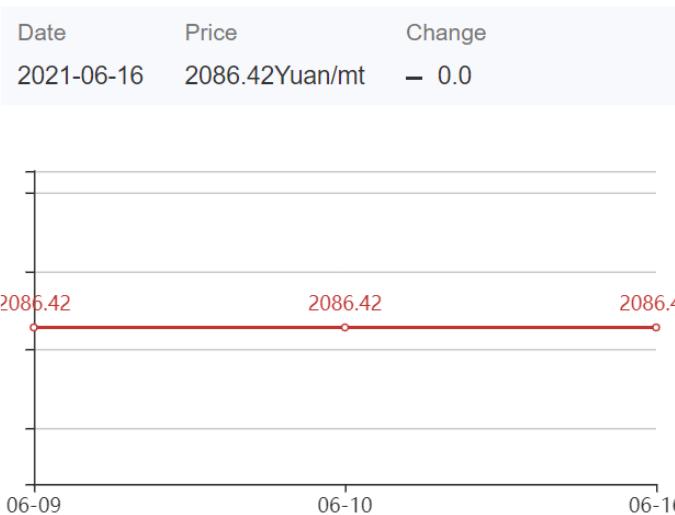


Figura 7.5. Evolución del precio del Ácido Nítrico en el mercado chino entre el 09/06/21 a 16/06/21.

https://www.echemi.com/productsInformation/pid_Rock20014-nitric-acid.html

En este caso, se observa que el precio no varía a lo largo de los días. Por lo tanto, se establece un precio de compra de 2.084,42 Yuan/Tn de producto, que corresponden a unos 271,50 €/Tn.

7.2.5. Precio medio del producto secundario

Oxatech no solo tiene la capacidad de producir ácido oxálico, sino también de comercializar un producto secundario como es el nitrato de potasio, utilizado principalmente como fertilizante. Este producto es generado a partir del ácido nítrico y del hidróxido de potasio. El ácido nítrico se autoregenera, proviene de una corriente residual de la línea de producción principal, por lo que no es necesario comprar el reactivo en grandes cantidades. En cambio, el hidróxido de potasio si es un producto que se debe comprar, y por lo tanto debe ser considerado en el estudio de mercado. El precio medio del hidróxido de potasio, en su forma sólida, es de 740 €/Tn ^[6] de producto.

En la siguiente Imagen ^[7], **Figura 7.6**, se muestra para el caso del nitrato de potasio, la evolución de su precio en el mercado chino:

Date	Price	Change
2021-06-14	726.817USD/MT	▼ 0.91

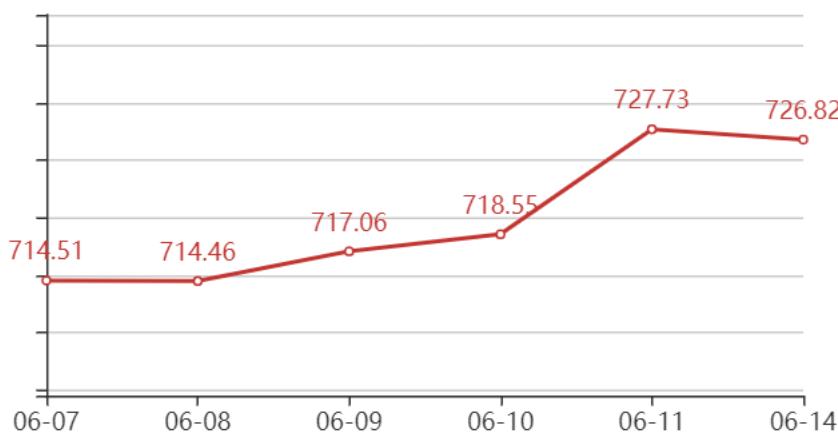


Figura 7.6. Evolución del precio del Ácido Nítrico en el mercado chino entre el 09/06/21 a 16/06/21.

<https://www.echemi.com/productsInformation/pd20160226231013633-potassium-nitrate.html>

Como en el caso del etilenglicol y del ácido nítrico, se hace una media del precio de los últimos 7 días, obteniendo un valor de 720 \$/Tn, que corresponde a 604 €/Tn, aproximadamente.

A modo de resumen, en la siguiente tabla resumen, **Tabla 7.1**, se recogen todos los productos comercializados, conjuntamente a su precio en el mercado:

Tabla 7.1. Precio medio de venta de mercado de los distintos producto y reactivos existentes en la planta. [7]

Sustancia	Precio de mercado [€/tn]
Etilenglicol	630,0
Ácido nítrico	271,5
Ácido oxálico	1039,0
Hidróxido de potasio	740,0
Nitrato de potasio	604,0

7.2.6. Análisis DAFO

Para completar el estudio de mercado realizado, es interesante realizar una matriz DAFO^[8]. Esta matriz permite determinar la situación real de la empresa, dentro del mercado y posible introducción. Más específicamente, permite determinar las ventajas, desventajas, oportunidades y amenazas que puede sufrir la empresa, en el hipotético caso de que se lleve a cabo dicho proyecto. A continuación, se muestra el análisis DAFO para la empresa Oxatech, **Tabla 7.2**.

Tabla 7.2. Análisis DAFO (Desventajas, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

	Aspectos favorables	Aspectos desfavorables
Análisis interno	<ul style="list-style-type: none"> - Gran capacidad de producción. - Producción de un producto secundario fertilizante. - Aprovechamiento máximo de los reactivos. - Posibilidad de implementar mejoras continuas e innovación. - Calidad de producto alta. - Uso de energías renovables. - Producción y autoconsumo de oxígeno. - Respetuoso con el medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca variedad de presentación del producto. - Empresa desconocida. - Poca experiencia en el mercado - Inversión inicial elevada. - Consumo energético alto.
Análisis externo	<ul style="list-style-type: none"> - Gran capacidad de evolución tecnológica. - Normativa de exportaciones favorable al mercado nacional. - Mercado con demanda creciente. - Posibilidad de comercializar otras formas del producto. - Posibilidad de comercializar otro tipo de producto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilidad dependiente del precio de los reactivos. - Alta competitividad con otras empresas catalanas. - Volumen elevado de producto exportado de otros países.

Como se observa, en primera instancia parece que hay más ventajas que desventajas en el análisis interno de la empresa. Aun así, las desventajas que surgen tienen bastante peso, ya que la poca variabilidad del producto hace que las posibilidades de venta sean limitadas. Además, se trata de una empresa desconocida, por lo que es probable que los inicios se dificulten.

También cabe destacar las ventajas de la planta: la producción de un fertilizante hace posible ampliar el mercado, teniendo así posibles ingresos procedentes de los distintos mercados existentes. Además, que la capacidad de producción está a la altura de los competidores más cercanos, y el uso de energías renovables y vías de generación propia de oxígeno están a la orden del día.

Analizando los aspectos externos a la empresa, se observa que la viabilidad y rentabilidad de la planta está relacionada directamente con el precio de los reactivos, hecho que puede amenazar la integridad económica de la planta. Además, la existencia de otra planta de producción de ácido oxálico cercana, Oxaquim, y el alto volumen de

exportaciones de otros países, hace que la competitividad sea elevada, afectando posiblemente al número de ventas, y consecuentemente a los ingresos.

Uno de los aspectos externos positivos de la empresa más importante es la gran capacidad de evolución tecnológica: la aplicación de los avances tecnológicos en la planta de producción puede llevar a una gran disminución en los costes operativos. También tiene un peso importante que el mercado sea creciente, ya que esto permite mantener un buen número de ventas.

7.3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PLANTA

La inversión inicial es la correspondiente al capital necesario a disponer con el fin de construir la planta, tanto en aspectos de contratación como en fiscales. Para conocer este valor inicial de la instalación, se parte del capital inmovilizado, capital circulante, costes de puesta en marcha, y los costes previos existentes, que son los gastos anteriores al proceso y proyecto.

7.3.1. Costes previos

Los costes previos son comúnmente los que corresponden al diseño del proyecto. Relacionado a estos se encuentran los destinados al capital de gestiones, investigación, estudio de mercado (oferta y demanda), entre otros aspectos.

Comparado con los costes destinados al diseño y producción de la planta, los costes previos constituyen tan solo una pequeña parte del total del capital a invertir.

7.3.2. Capital inmovilizado

El capital inmovilizado es aquel gasto destinado a adquirir un conjunto de elementos con el fin de ser utilizados de forma duradera durante la actividad de la empresa. Este capital está asociado a los costes derivados de la adquisición de equipos, maquinaria e instrumentación, edificios, entre otros. Son costes fundamentales para realizar la producción del ácido oxálico.

Los costes de capital inmovilizado van decreciendo a medida que pasa el tiempo, como consecuencia de que se trata de bienes materiales que se pueden utilizar durante extensos períodos de tiempo, permitiendo amortizar este capital. Al tratarse de un coste innegociable en la planta, es importante cuantificar con la máxima precisión, para ello se utiliza el método de factor múltiple de VIAN.

- **Coste del terreno**

Según un estudio realizado sobre los solares industriales en Tárrega, se realiza una estimación de la relación coste/metro cuadrado en el polígono de “*Gasos Nobles*”, obteniendo un coste próximo de 80 €/m²^[23]. Por tanto, sabiendo que la parcela dispone de 53.235 m² de área, a partir de la **Ecuación 7.5** se calcula el coste.

$$C_{terreno} = A_{parcela} \cdot P_{parcela} \quad (\textbf{Ecuación 7.5})$$

Dónde:

- $C_{terreno}$ es el coste final del terreno [€].
- $A_{parcela}$ es el área de la parcela [m²].
- $P_{parcela}$ es el precio del m² de la parcela [€/m²].

El coste final del terreno es de 4.258.800 €.

$$C_{terreno} = 53.235 \text{ m}^2 \cdot 80\text{€}/\text{m}^2 = 4.258.800 \text{ €}$$

- **Coste de Equipos**

En este subapartado se procede a calcular el coste de los diferentes equipos existentes en la planta siguiendo diferentes métodos. Uno de estos corresponde al método algorítmico de J.R. Couper ^[12], mientras que el otro corresponde al método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. ^[13].

- Tanques de almacenamiento

El cálculo de costes de los tanques de almacenamiento sigue el método algorítmico de J.R. Couper ^[12] para *Tanques de Almacenaje fabricado por proveedor*. A partir de esta clasificación se procede a realizar una demostración de cálculo para los tanques siguiendo la metodología comentada.

El ejemplo de cálculo se realiza para uno de los tanques de almacenamiento de etilenglicol, TK-100A, siguiendo la **Ecuación 7.1**, donde se muestran los parámetros necesarios para el cálculo del coste del equipo *no instalado*.

$$C = 1,218 \cdot F_M \cdot \exp[2,631 + 1,3673 \cdot \ln(V) - 0,06309 \cdot \ln(V)^2] \quad (\textbf{Ecuación 7.1})$$

Dónde:



- V es el volumen en galones [gal].
- C es el coste del equipo no instalado [\\$]
- F_M es factor de coste, un parámetro característico ajustable a las características del tanque.

Siendo $1.300 < V < 21.000$ gal el rango de aplicación de este algoritmo, con un volumen de 16.518,68 gal para TK-100A, situándolo dentro de este.

Para determinar el factor de coste, se acude las tablas existentes en el apéndice C del método, que presentan el valor de este parámetro que es función del material,

Figura 7.7.

Material of Construction	Cost Factor F_M
Stainless steel 316	2.7
Stainless steel 304	2.4
Stainless steel 347	3.0
Nickel	3.5
Monel	3.3
Inconel	3.8
Zirconium	11.0
Titanium	11.0
Brick-and-rubber-or brick-and-polyester-lined steel	2.75
Rubber- or lead-lined steel	1.9
Polyester, fiberglass-reinforced	0.32
Aluminum	2.7
Copper	2.3
Concrete	0.55

Figura 7.7. Tabla de factores de costes F_M en función del material de construcción. [12]

El factor de coste, que es función del material (acero inoxidable 316), presenta un valor de 2,7, tal y como se puede apreciar en los datos.

Reemplazando los valores se obtiene un coste de equipo *no instalado* de \$69.555,48.

$$C = 1,218 \cdot 2,7 \cdot \exp[2,631 + 1,3673 \cdot \ln(16.518,68) - 0,06309 \cdot \ln(16.518,68)^2]$$

$$C = \$ 69.555$$

Para conocer el coste del tanque almacenado *instalado*, se multiplica el coste del equipo *no instalado* por un factor de instalación M que va en función del equipo,

Figura 7.8.

Equipment	Multiplier
multitubular, carbon steel	2.2
Refrigeration plant	1.5
Steam drums	2.0
Sum of equipment costs, stainless steel	1.8
Sum of equipment costs, carbon steel	2.0
Tanks, process, stainless steel	1.8
Tanks, process, copper	1.9
process, aluminum	2.0
storage, stainless steel	1.5
storage, aluminum	1.7
storage, carbon steel	1.7
field erected, stainless steel	2.3
field erected, carbon steel	1.2
Turbines	1.4
Vessels, pressure, stainless steel	1.5
pressure, carbon steel	2.8

Figura 7.8. Tabla de factores multiplicadores M de instalación. [12]

Conociendo el valor, correspondiente a 1,7, se multiplica por el resultado del equipo *no instalado*, siguiendo la **Ecuación 7.2**.

$$C_i = M \cdot C \quad (\text{Ecuación 7.2})$$

Dónde:

- C_i es el coste del equipo instalado [\\$]
- M es el factor multiplicador [-].
- C es el coste del equipo no instalado [\\$]

Se obtiene un coste del tanque de almacenamiento TK-100A instalado de \$118.244.

$$C_i = 1,7 \cdot \$ 69.555 = \$ 118.244$$

El precio calculado del equipo con las correlaciones del Apéndice C son resultados no actualizados, que corresponden al año 2002. Para actualizar el coste del equipo al año actual se requiere conocer los índices de costes de plantas de ingeniería Química (CEPCI) del año antiguo y el año actual correspondiente. El índice perteneciente al año 2002 es de 396,00, mientras que el año actualizado, se escoge el del 2019, es de 607,50 [15]. De esta manera, con los índices y siguiendo la **Ecuación 7.3**, se actualiza el valor de coste del equipo.

$$C_{actual} = C_{antiguo} \cdot \frac{CEPCI(actual)}{CEPCI(antiguo)} \quad (\text{Ecuación 7.3})$$

Dónde:

- C_{actual} es el coste del equipo actualizado [\\$].
- $C_{antiguo}$ es el coste del equipo de años anteriores [\\$].

- CEPCI (actual) es el índice de coste de planta de ingeniería Química en el año actual [-].
- CEPCI (antiguo) es el índice de coste de planta de ingeniería Química en el año antiguo [-].

Continuando con los valores conocidos, se calcula y obtiene un coste actual del equipo de \$ 181.398.

$$C_{2019} = C_{2002} \cdot \frac{CEPCI(2019)}{CEPCI(2002)} = \$ 118.244 \cdot \frac{607,50}{396,00} = \$ 181.398$$

Acorde con el valor actual de la moneda en euro respecto el dólar: 0,84 €/\$, el precio actual del tanque de almacenamiento de etilenglicol, TK-100A instalado, es de 152.373 €.

El procedimiento de cálculo también es válido para los tanques de etilenglicol, TK-100B/C/D. Además de también ser aplicable para los otros equipos de almacenamiento. En la **Tabla 7.3**, se muestra el resumen de costes de los diferentes equipos de almacenamiento.

Tabla 7.3. Costes de equipos de almacenamiento.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros	Coste Equipo						
			Tanques	Volumen [gal]	F _M	Ecuación Coste	M	C _i [\$]	CEPCI (2002)
TK-100A	16.518,68	2,7	69.555	1,7	118.244	396,00	607,50	181.398	152.374
TK-100B	16.518,68	2,7	69.555	1,7	118.244	396,00	607,50	181.398	152.374
TK-100C	16.518,68	2,7	69.555	1,7	118.244	396,00	607,50	181.398	152.374
TK-100D	16.518,68	2,7	69.555	1,7	118.244	396,00	607,50	181.398	152.374
TK-101A	15.723,52	2,7	69.060	1,7	117.402	396,00	607,50	180.105	151.288
TK-101B	15.723,52	2,7	69.060	1,7	117.402	396,00	607,50	180.105	151.288
TK-102	14.682,68	2,7	68.343	1,7	116.183	396,00	607,50	178.236	149.718
TK-103A	167.429,61	2,7	68.864	1,7	117.069	396,00	607,50	179.595	150.860
TK-103B	167.429,61	2,7	68.864	1,7	117.069	396,00	607,50	179.595	150.860
TK-400A	41.527,85	2,7	75.131	1,7	127.723	396,00	607,50	195.939	164.589
TK-400B	41.527,85	2,7	75.131	1,7	127.723	396,00	607,50	195.939	164.589
TK-700	1.320,86	2,7	32.501	1,7	55.251	396,00	607,50	184.760	71.199
TK-701	2.403,97	2,7	41.865	1,7	71.170	396,00	607,50	109.181	91.712
TK-702	4.807,93	2,7	53.037	1,7	90.163	396,00	607,50	138.319	116.188

El coste total de los equipos de almacenamiento corresponde a 1.971.786 €.

En la metodología de logaritmos que indica el Apéndice C, existen algunas ecuaciones de coste que proporcionan el coste del equipo instalado (de forma directa) como otras que no. En cada caso, se indica y es observable en más detalle en el mismo apéndice [12].

- Intercambiadores de calor

El cálculo de costes de los intercambiadores de calor se rige también por el método algorítmico de J.R. Couper [12] para *Intercambiadores de calor de Tubos y Carcasa*. Cumpliendo con la ecuación mostrada en el Apéndice C del método, y conociendo los parámetros característicos del equipo, se calculan los costes actuales de los intercambiadores ya instalados. Debido a que el procedimiento a seguir es el mismo, se refleja en la **Tabla 7.4** el valor de costes.

Tabla 7.4. Costes de equipos de intercambio de calor de tubos y carcasa.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros						Coste Equipo						
		fd	g1	g2	fm	fp	Cb	Ecuación Coste [\$]	M	Ci [\$]	CEPCI (2002)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
Intercambiadores de calor	A intercambio [sqft]													
E-200	71,00	0,482	0,8603	0,23296	1,853	0,989	6265,515	6.747	2,2	14.845	396,00	607,50	22.773	19.130
E-201	7,50	0,393	0,8603	0,23296	1,330	0,877	4796,373	2.681	2,2	5.898	396,00	607,50	9.048	7.601
E-400	57,05	0,473	0,8603	0,23296	1,802	0,979	5922,926	6.014	2,2	13.232	396,00	607,50	20.299	17.052
E-700	59,20	0,474	0,8603	0,23296	1,811	0,980	5976,780	6.130	2,2	13.487	396,00	607,50	20.690	17.380
E-701	7,53	0,393	0,8603	0,23296	1,331	0,878	4795,723	2.684	2,2	5.905	396,00	607,50	9.059	7.610
E-702	57,05	0,473	0,8603	0,23296	1,802	0,979	5922,926	6.014	2,2	13.232	396,00	607,50	20.299	17.052

El coste total de los todos los intercambiadores de calor son de 85.825 €.

- Condensadores

Los costes de los condensadores siguen el método algorítmico de J.R. Couper ^[12] para *Intercambiadores de calor de Tubos y Carcasa*, puesto que la configuración de diseño de este equipo es el mismo que para un intercambiador de calor. Siguiendo la ecuación mostrada en el Apéndice C del método, y conociendo los parámetros característicos del equipo, se analizan los costes actuales de los condensadores instalados. El procedimiento para seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.5** el valor de costes.

Tabla 7.5. Costes de equipos de condensación de tubos y carcasa.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros						Coste Equipo							
		Área intercambio [sqft]	fd	g1	g2	fm	fp	Cb	Ecuación Coste [\$]	M	Ci [\$]	CEPCI (2002)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
Condensadores	CD-300	162,53	0,520	0,8603	0,23296	2,046	1,031	8223,463	10.979	2,2	24.155	396,00	607,50	37.057	31.128
	CD-700	263,72	0,543	0,8603	0,23296	2,159	1,055	10066,092	15.163	2,2	33.358	396,00	607,50	51.175	42.987
	CD-701	75,35	0,485	0,8603	0,23296	1,867	0,992	6369,192	6.968	2,2	15.331	396,00	607,50	23.520	19.757

El coste total de los todos los condensadores son de 93.872 €.

- Cristalizadores

En el cálculo de los Cristalizadores se sigue el método algorítmico de J.R. Couper ^[12] para *Cristalizadores de tubo de corriente interno*, siendo el que se asemeja más. A partir de la ecuación reflejada en el Apéndice C del método, y conociendo los parámetros característicos del equipo, se estima los costes actuales de los cristalizadores instalados. El procedimiento a seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.6** el valor de costes.

Tabla 7.6. Costes de equipos Cristalizadores.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros	Coste Equipo						
			Ecuación Coste [\\$]	M	Ci [\\$]	CEPCI (2002)	CEPCI (2019)	C (2019) [\\$]	C (2019) [€]
Cristalizadores	Caudal de cristal [klb/h]	f							
CR-300	11161,74	2	96.643	1,9	183.623	396,00	607,50	281.694	236.624
CR-301	11075,25	2	96.208	1,9	182.796	396,00	607,50	280.426	235.558

El coste total de los equipos de cristalización es de 472.182 €.

- Centrífugas separadoras

Para el cálculo de los equipos de separación centrífugos se utiliza el método algorítmico de J.R. Couper ^[12] para *Separadores mecánicos centrífugos*. A partir de la ecuación correspondiente del Apéndice C del método, conociendo los parámetros característicos del equipo, se estima los costes actuales de las centrífugas instalados. El procedimiento para seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.7** el valor de costes.

Tabla 7.7. Costes de equipos centrifugo separadores.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros		Coste Equipo						
		a	b	Ecuación Coste [\$]	M	C _i [\$]	CEPCI (2002)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
Centrífugas separadoras	Caudal de entrada [Tn/h]									
CT-300	12,10	98	5,06	193.937	1,2	232.725	396,00	607,50	357.021	299.898
CT-301	9,92	98	5,06	180.502	1,2	216.602	396,00	607,50	332.287	279.121

El coste total de las centrífugas es de 579.019 €.

- Tamizadoras

Para las tamizadoras se sigue el método algorítmico de J.R. Couper ^[12] para *Filtros de pantallas vibratorias*. A partir de la ecuación del Apéndice C del método, y conociendo los parámetros característicos del equipo, se estima los costes actuales de las tamizadoras instalados. El procedimiento para seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.8** el valor de costes. En este equipo se tiene en cuenta que cuenta con diversas superficies de tamiz, para asegurar una mayor eficiencia de separación, en total 4 pantallas.

Tabla 7.8. Costes de equipos tamizadoras.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros	Coste Equipo						
Tamizadoras	Área tamizada [sqft]	nº pantallas	Ecuación Coste [\$]	M	Ci [\$]	CEPCI (2002)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
TM-400A	17,76	4	1.474	1,4	2.063	396,00	607,50	3.165	2.659
TM-400B	17,76	4	1.474	1,4	2.063	396,00	607,50	3.165	2.659

El coste total de la tamizadoras es de 5.318 €.

- Elevadores de cangilones

Los elevadores de cangilones continúan con el método algorítmico de J.R. Couper [12] para *Elevadores*. A partir de la ecuación reflejada en el Apéndice C del método, y con los parámetros característicos del equipo, se estima los costes actuales de los elevadores una vez instalados. El procedimiento para seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.9** el valor de costes.

Tabla 7.9. Costes de equipos Elevadores.

Equipo	Parámetro característico	Coste Equipo						
		Elevador	Altura [ft]	Ecuación Coste [\$]	M	C _i [\$]	CEPCI (2002)	CEPCI (2019)
Cangilones x4	105	116.188	1,4	162.663	396,00	607,50	249.540	209.614

El coste total de este equipo pertenece a los 4 elevadores, correspondiendo a 209.614 €.

- Agitadores

El coste de los agitadores sigue el método algorítmico de J.R. Couper^[12] para *Agitadores de único impulsor, tipo 316 y con un rango de agitación entre 72rpm y 120rpm*. A partir de la ecuación reflejada en el Apéndice C del método, y conociendo los parámetros característicos del equipo, se estima los costes actuales de los agitadores instalados. Es importante tener en cuenta que se calculará el coste de aquellos agitadores que únicamente no se incluyan en el estudio del precio de ciertos equipos, como es el caso de los reactores R-200A/B, R-201A/B, el redissolver RD-300 y el neturalizador N-700 que ya incorporan este coste al ser clasificados como sistemas *agitados*. El procedimiento para seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.10** el valor de costes.

Tabla 7.10. Costes de los agitadores.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo							
		Potencia [HP]	a	b	c	Ecuación Coste [\$]	M	Ci [\$]	CEPCI (2002)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
CR-300, PA-1013 C 09	4,00	8,55	0,0308	0,0943		8.285	1,20	9.942	396,00	607,50	15.252	12.811
CR-301, PA-0613 C 07	1,10	8,55	0,0308	0,0943		6.648	1,20	7.977	396,00	607,50	12.238	10.280

El coste total de los agitadores corresponde a 23.091 €.



- Secaderos

El cálculo de costes de los secaderos sigue el método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. [13], para *Secaderos rotatorios de contacto directo* y *Secaderos de bandejas atmosféricas por cargas*, que corresponden a los existentes en la planta. A partir de esta clasificación se realiza una demostración de cálculo para los secaderos siguiendo la metodología comentada.

El ejemplo de cálculo se realiza para los dos secaderos, de ácido oxálico (D-400) y de nitrato de potasio (D-700), siguiendo la **Ecuación 7.4**, donde se muestran los parámetros necesarios para el cálculo del coste del equipo. El método de Sinnott proporciona el precio del equipo *instalado*.

$$C_i = \alpha + b \cdot S^n \quad (\text{Ecuación 7.4})$$

Dónde:

- α , b , n son parámetros característicos para el cálculo de costes de un equipo [-].
- S son unidades para tamaño, las unidades cambian dependiendo del equipo [-].
- C_i es el coste del equipo instalado [\\$].

Para los secaderos rotatorios, el rango de aplicación de esta correlación es de $11 < S < 180 \text{ m}^2$, con un área del equipo D-400 de $42,00 \text{ m}^2$, ubicándolo dentro de este. Por otro lado, los secaderos de bandejas presentan un rango de $3 < S < 20 \text{ m}^2$, con un área del equipo D-700 de $10,70 \text{ m}^2$, situándose también dentro.

Los parámetros característicos del equipo α , b , n se encuentran en el mismo documento [13]. Estos se escogen una vez es comprobado que la correlación es aplicable dentro del rango del equipo, tal y como se aprecia en la **Figura 7.9**.

Equipo	Unidades para tamaño, S	S_{inferior}	S_{superior}	α	b	n	Nota
<i>Secaderos</i>							
Rotatorio de contacto directo	área, m^2	11	180	13 000	9100	0,9	1
Bandejas atmosféricas por cargas	área, m^2	3,0	20	8700	6800	0,5	2
Secadero por pulverización	caudal evap., kg/h	400	4000	350 000	1900	0,7	—

Figura 7.9. Tabla de costes de secaderos adquiridos para el secador de una planta común. [13]

Por tanto, a partir de los diferentes parámetros, se calcula el coste del equipo.

Para el secador D-400:

$$C_i_{D-400} = \alpha + b \cdot S^n = 13.000 + 9.100 \cdot (42,00)^{0,9}$$

$$Ci_{D-400} = \$ 276.006$$

Para el secador D-700:

$$Ci_{D-700} = \alpha + b \cdot S^n = 8.700 + 6.800 \cdot (10,70)^{0,5}$$

$$Ci_{D-700} = \$ 30.943$$

El precio calculado del equipo con las correlaciones de Sinnot son resultados no actualizados, que corresponden al año 2007. Para actualizar el coste del equipo al año actual es necesario conocer los índices de costes de plantas de ingeniería Química (CEPCI) del año antiguo y el año actual correspondiente, igual que con el método algorítmico. El índice perteneciente al año 2007 es de 509,70, mientras que el año actualizado, el 2019, es de 607,50 [15]. De esta manera, con los índices y siguiendo la **Ecuación 7.3**, se actualizan los valores de costes de los equipos.

$$C_{actual} = C_{antiguo} \cdot \frac{CEPCI(actual)}{CEPCI(antiguo)} \quad (\textbf{Ecuación 7.3})$$

Continuando con los valores conocidos, se calcula y obtienen costes actuales de los equipos de \\$ 328.965 para D-400 y \\$ 36.881 para D-700.

$$C_{2019,D-400} = C_{2002} \cdot \frac{CEPCI(2019)}{CEPCI(2002)} = \$ 276.006 \cdot \frac{607,50}{509,70} = \$ 328.965$$

$$C_{2019,D-700} = C_{2002} \cdot \frac{CEPCI(2019)}{CEPCI(2002)} = \$ 30.943 \cdot \frac{607,50}{509,70} = \$ 36.881$$

Con el valor actual de la moneda en euros respecto el dólar: 0,84 €/\$, el precio actual del secador de ácido oxálico, D-400 instalado, es de 276.331 €, y del secador de nitrato de potasio, D-700 instalado, es de 30.980 €. En la **Tabla 7.11**, se muestra el resumen de costes secadores.

Tabla 7.11. Costes de equipos secadores.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		Área equipo [m ²]	α	b	n	Ci [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]
Secadores	D-400	42,00	13.000	9.100	0,9	276.006	509,70	607,50	328.965
	D-700	10,70	8.700	6.800	0,5	30.943	509,70	607,50	36.881
									276.331
									30.980

- Chillers

Los chillers continúan con el método de correlaciones de Sinnot R. & Towler G. ^[13] para *Servicios de refrigerador mecánico de relleno*. A partir de la ecuación reflejada en el método, y con los parámetros característicos del equipo, se estima los costes actuales de los chillers. El procedimiento para seguir es el mismo que en los secadores, reflejándose en la **Tabla 7.12** el valor de costes.

Tabla 7.12. Costes de equipos chillers.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		Potencia evaporación [kW]	α	b	n	Ci [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]
Chillers	CH-800A	722,21	21.000	2.100	0,9	806.265	509,70	607,50	960.970
	CH-800B	722,21	21.000	2.100	0,9	806.265	509,70	607,50	960.970
	CH-800C	722,21	21.000	2.100	0,9	806.265	509,70	607,50	960.970
									807.214
									807.214
									807.214

El coste total de estos equipos corresponde a 2.421.643 €.

- Torres de refrigeración

El cálculo del coste de las torres de refrigeración mantiene el método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. [13] para *Servicios de torre de enfriamiento & bombas*. Con la ecuación perteneciente al método y los parámetros característicos del equipo, se estima los costes actuales de las torres. El procedimiento para seguir es el mismo que anteriormente, reflejándose en la **Tabla 7.13** el valor de costes.

Tabla 7.13. Costes de equipos de torres de refrigeración.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
Torres de Refrigeración	Caudal corriente [L/s]	α	b	n	C_i [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
TR-800A	65,15	150.000	1.300	0,9	205.778	509,70	607,50	245.263	206.021
TR-800B	65,15	150.000	1.300	0,9	205.778	509,70	607,50	245.263	206.021

El coste total de estos equipos corresponde a 412.041 €.

- Caldera

La metodología de cálculo de los costes de caldera sigue el método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. [13] para *Calderas de 10 a 70bar*. A raíz de la ecuación escogida del método y los parámetros característicos del equipo, se estima el coste actual de la caldera. El procedimiento para seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.14** el valor de costes.

Tabla 7.14. Coste del equipo caldera.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		a	b	n	C_i [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
Caldera	Caudal vapor [kg/h]								
C-800	3504,00	110000	4,5	0,9	116.971	509,70	607,50	139.416	117.109

El coste total corresponde al del equipo en cuestión, 117.109 €.

- Reactores

El cálculo de costes de reactores sigue el método de correlaciones de Sinnot R. & Towler G. [13] para *Reactores agitado, encamisado y vidriado*. Con la ecuación seleccionada del método de Sinnot y los parámetros característicos del equipo, se estiman los costes actuales de los reactores. El procedimiento para seguir es el mismo que en los anteriores subapartados, reflejándose en la **Tabla 7.15** el valor de costes.

Tabla 7.15. Costes de equipos de reacción.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		Volumen [m ³]	a	b	n	C _i [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]
R-200A	29,00	11.000	76.000	0,4	303.262	509,70	607,50	361.452	303.619
R-200B	29,00	11.000	76.000	0,4	303.262	509,70	607,50	361.452	303.619
R-201A	47,00	11.000	76.000	0,4	365.530	509,70	607,50	435.667	365.960
R-201B	47,00	11.000	76.000	0,4	365.530	509,70	607,50	435.667	365.960

El coste total de los reactores es de 1.339.159 €.

- Redissolver

El coste del redissolver sigue el método de correlaciones de Sinnot R. & Towler G. [13] para *Reactores agitado y encamisado*, como consecuencia de las condiciones similares que presenta respecto un reactor de la planta. A partir de la ecuación seleccionada del método de Sinnot y los parámetros característicos del equipo, se estudia el coste actual del redissolver. El procedimiento para seguir es el mismo que en los reactores, reflejándose en la **Tabla 7.16** el valor de costes.

Tabla 7.16. Coste del equipo redissolver.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		a	b	n	C _i [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
Redissolver	Volumen [m ³]	53000	28000	0,8	323.095	509,70	607,50	385.090	323.476
RD-300	17,00								

El coste total del redissolver es el correspondiente al único equipo, 323.476 €.

- Columnas de destilación FLASH

El coste de las columnas FLASH continua con el método de correlaciones de Sinnot R. & Towler G. [13] para *Recipientes a presión verticales, al 304*. A partir de la ecuación del método de Sinnot y los parámetros característicos del equipo, se analizan los costes de las columnas de destilación FLASH. El procedimiento para seguir es el mismo que anteriormente, reflejándose en la **Tabla 7.17** el valor de costes.

Tabla 7.17. Costes de los equipos de destilación FLASH.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		Ci [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]			
Columnas FLASH	Peso carcasa [kg]	α	b	n					
F-300	7.898,00	15.000	68	0,85	182.718	509,70	607,50	217.778	182.933
F-700	5.632,00	15.000	68	0,85	119.851	509,70	607,50	142.848	119.992
F-701	1.722,17	15.000	68	0,85	53.298	509,70	607,50	63.524	53.361

El coste total de las columnas FLASH corresponde a 356.286 €.

- Neutralizador

Para el cálculo de coste del neutralizador se utiliza el método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. [13] para *Reactores agitado y encamisado*. A partir de la ecuación del método de Sinnott y los parámetros característicos del equipo, se analiza el coste del equipo. El procedimiento para seguir es el mismo que anteriormente, reflejándose en la **Tabla 7.18** el valor de costes.

Tabla 7.18. Coste del equipo neutralizador.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		Volumen [m³]	a	b	n	C_i [\$]	CEPCI (2007)	CEPCI (2019)	C (2019) [\$]
Neutralizador	N-700	1,00	53.000	28.000	0,8	81.000	509,70	607,50	96.542
									81.095

El coste total del neutralizador es el correspondiente al equipo 81.095 €.

- Evaporador

El evaporador utiliza también el método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. [13] para *Evaporadores de películas descendientes*. A partir de la ecuación del método de Sinnott y los parámetros característicos del equipo, se calcula el coste del recipiente. El procedimiento para seguir es el mismo que anteriormente, reflejándose en la **Tabla 7.19** el valor de costes.

Tabla 7.19. Coste del equipo evaporador.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		α	b	n	C_i [\$]	CE (2007)	CE (2019)	C (2019) [\$]	C (2019) [€]
Evaporador	Área transferencia [m ²]								
EV-700	4,65	75.000	56.000	0,75	287.794	509,70	607,50	343.015	288.133

El coste total del evaporador es de 288.133 €.

- Bombas

El coste de las bombas se calcula con el método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. [13] para *Bombas y motores centrífugos de una etapa*. Es importante tener en cuenta que por cada instalación de una bomba se instalará otra como un equipo complementario de soporte en caso de avería, evitando así que se detenga el proceso. A partir de la ecuación del método de Sinnott y los parámetros característicos del equipo, se analizan los costes de las bombas. El procedimiento para seguir es el mismo que anteriormente, reflejándose en la **Tabla 7.20** el valor de costes.

Tabla 7.20. Costes de los equipos de bombas.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo					
		Bombas x2	Caudal entrada [L/s]	a	b	n	Ci [\$]	CE (2007)	CE (2019)	C (2019) [\$]
P-100A/B	266,60	6.900	206	0,9	47.470	509,70	607,50	56.579	47.526	
P-101A/B	250,00	6.900	206	0,9	45.577	509,70	607,50	54.322	45.631	
P-102A/B	250,00	6.900	206	0,9	45.577	509,70	607,50	54.322	45.631	
P-103A/B	1,80	6.900	206	0,9	14.175	509,70	607,50	16.895	14.191	
P-200A/B	15,32	6.900	206	0,9	16.375	509,70	607,50	19.516	16.394	
P-300A/B	16,82	6.900	206	0,9	16.600	509,70	607,50	19.786	16.620	
P-301A/B	2,34	6.900	206	0,9	14.275	509,70	607,50	17.013	14.291	
P-302A/B	4,78	6.900	206	0,9	14.703	509,70	607,50	17.524	14.720	
P-303A/B	0,52	6.900	206	0,9	13.923	509,70	607,50	16.594	13.939	
P-304A/B	3,04	6.900	206	0,9	14.401	509,70	607,50	17.164	14.418	
P-305A/B	4,24	6.900	206	0,9	14.610	509,70	607,50	17.414	14.627	
P-306A/B	1,72	6.900	206	0,9	14.160	509,70	607,50	16.877	14.176	
P-700A/B	6,14	6.900	206	0,9	14.931	509,70	607,50	17.795	14.948	
P-701A/B	0,84	6.900	206	0,9	13.989	509,70	607,50	16.673	14.005	
P-702A/B	0,36	6.900	206	0,9	13.888	509,70	607,50	16.553	13.904	

El coste total de las bombas corresponde a 315.022 €.

- Compresores

El precio de los compresores se calcula con el método de correlaciones de Sinnott R. & Towler G. [13] para *Compresores centrífugos*. Es importante tener en cuenta que, por cada instalación de un compresor, al igual que una bomba, se instalará otra como un equipo complementario de soporte en caso de avería, evitando así que se detenga el proceso. A partir de la ecuación del método de Sinnott y los parámetros característicos del equipo, se analizan los costes de estos. El procedimiento para seguir es el mismo que anteriormente, reflejándose en la **Tabla 7.21** el valor de costes.

Tabla 7.21. Costes de los equipos compresores.

Equipo	Parámetro característico	Parámetros			Coste Equipo				
		Potencia [kW]	α	b	n	C_i [\$]	CE (2007)	CE (2019)	C (2019) [\$]
Compresores x2									
K-100A/B	629,72	490.000	16.800	0,6	2.039.765	509,70	607,50	2.431.151	2.042.167
K-101A/B	3764,08	490.000	16.800	0,6	4.078.251	509,70	607,50	4.860.776	4.083.052
K-200A/B	91,72	490.000	16.800	0,6	1.313.580	509,70	607,50	1.565.626	1.315.126
K-400A/B	839,82	490.000	16.800	0,6	2.239.601	509,70	607,50	2.669.330	2.242.237
K-700A/B	65,68	490.000	16.800	0,6	1.253.012	509,70	607,50	1.493.436	1.254.487

El coste total de los compresores es de 10.937.069 €.

No todos los equipos presentes en la instalación han requerido métodos matemáticos para conocer el precio del equipo, hay algunos de ellos en los que el coste de este se conoce a través de información de diversos catálogos de proveedores o estudios de mercado del equipo. Estos equipos se reflejan en la siguiente **Tabla 7.22**.

Tabla 7.21. Costes de los equipos compresores.

Equipo	Coste Equipo [€]
Molino M-400	42.000 ^[16]
Ensacadoras B-400/700	22.000 ^[17]
Estanterías Big Bags	20.000 ^[18]
Scrubber SC-600	1.092.000 ^[19]
Grupo Electrógeno G-1400	834.692 ^[20]
Generadores Oxígeno x2 GO-100A/B	627.478 ^[21]
Placas solares	316.353 ^[22]

- Método de VIAN

A sabiendas del coste individual de cada equipo, el coste total de maquinaria y aparatos de la instalación resulta un total de 23.670.475 €.

Una vez conocido el coste total de los equipos, se procede a calcular el capital inmovilizado a partir del método de VIAN. En la **Tabla 7.22** se muestra el coste de los distintos inmovilizados, además de los factores múltiples de cada término.

Tabla 7.22. Estimación por el método VIAN para el cálculo del capital inmovilizado.

Partida	Factor	Coste [€]
I1 (Máquinas y aparatos)	X	23.670.475
I2 (Instalación)	0,40·X	9.468.190
I3 (Tuberías y Válvulas, Líquidos)	0,40·X	9.468.190
I3.3 (Cintas y Tornillo, Sólidos)	0,10·X	2.367.047
I4 (Instrumentación)	0,10·X	2.367.047
I5 (Aislamientos)	0,05·X	1.183.524
I6 (Instalación eléctrica)	0,15·X	3.550.571
I7 (Terrenos)	-	4.258.800
I7.1 (Edificaciones interiores)	0,20·X	4.734.095
I7.2 (Edificaciones mixtas)	0,12·X	2.840.457
I7.3 (Edificaciones exteriores)	0,05·X	1.183.524
I8 (Instalaciones Auxiliares)	0,30·X	7.101.142
Y (Factor Primario)	-	72.193.062
I9 (Proyecto y Dirección de obra y montaje)	0,20·X	14.438.612
Z (Capital Secundario)	-	86.631.674
I10 (Contratistas)	0,05·X	4.331.584
I11 (Gastos no Previstos)	0,10·X	8.663.167
Capital Inmovilizado (CI)		99.626.426 €

A raíz del método se obtiene un coste de capital inmovilizado de 99.626.426 €.

7.3.3. Capital circulante

El capital circulante es el correspondiente a la inversión que se recupera el último año, y que, al mismo tiempo, es necesario para la adquisición de materias primas, servicios o todo capital referente a lo invertido para llevar a cabo el proceso productivo.

Para llevar a cabo el cálculo de este capital se utiliza el método de cálculo global, el cual estima que el capital circulante pertenece en torno a un 10-30% del capital inmovilizado. Se escoge un valor promedio de este rango de un 20% para el cálculo, siguiendo la **Ecuación 7.6**, se obtiene un valor de coste de 19.925.285€.

$$CC = 0,20 \cdot CI \quad (\text{Ecuación 7.6})$$

Dónde:

- CC es el coste de capital circulante [€].
- CI es el coste de capital inmovilizado [€].

Por tanto, aplicando la ecuación:

$$CC = 0,20 \cdot 99.626.425 € = 19.925.285 €$$

A raíz de los diferentes costes calculados, el sumando refleja el valor de la inversión inicial total de la planta, **Tabla 7.23**.

Tabla 7.23. Estimación de la inversión inicial a partir de los diferentes costes.

Concepto	Inversión [€]
Capital Inmovilizado	99.626.425
Capital Circulante	19.925.285
Inversión Total Inicial	119.551.710 €

7.4. ESTIMACIÓN DE COSTES DE PRODUCCIÓN

En el presente apartado del capítulo se procede a estudiar los costes existentes en la planta relacionados con la producción, estos costes abarcan de forma referente a la fabricación, comercio, acciones técnicas, entre otros. Estos gastos se verán reflejados en los diferentes subapartados y recopilados para conocer cuál es el valor del coste total correspondiente.

7.4.1. Costes directos o de fabricación

Los costes de fabricación son los gastos referidos a materias primas, servicios, mano de obra directa e indirecta, laboratorio, mantenimiento, expediciones, seguros, patentes e impuestos.

- **Coste de materia prima**

Se calculan los costes anuales de materias primas de Oxatech. En la siguiente **Tabla 7.24**, se muestra el consumo y el coste anual de cada reactivo, según el precio de mercado.

Tabla 7.24. Estimación del coste de materias primas del proceso.

Reactivos	Consumo [Tn/año]	Precio medio [€/Tn]	Coste anual [€/año]
Etilenglicol	18600	630,00	11.718.000
Ácido nítrico	20000	271,50	5.430.000
Hidróxido de potasio	2559	740,00	1.893.660
TOTAL			19.041.600 €

Los costes de materia prima reflejados en la tabla son los costes referidos a las sustancias necesarias en el proceso para poder llevar a cabo la reacción y producción del ácido oxálico y el producto secundario, nitrato de potasio. Los costes anuales son el resultado del total de materia consumida, datos reflejados en la tabla de balances de materia de la

planta. En esta última, se tiene en cuenta la presencia de recirculaciones de ácido nítrico y etilenglicol, a lo largo del circuito de la instalación, las cuales se realizan para un óptimo reaprovechamiento de la materia prima, generando así un ahorro de estos costes.

- **Mano de obra directa**

Los costes de mano de obra directa son los pertenecientes a los costes de empleados de la planta. Considerando una jornada laboral de 8 horas diarias durante 320 días al año, se obtiene un total de 2560 horas laborables. Teniendo en cuenta que la planta trabaja en continuo 24 horas al día, de lunes a domingo, se ha decidido 5 turnos diferentes. Estos 5 turnos están repartidos durante la semana, con 3 turnos en los 5 días laborales y 2 turnos durante los fines de semana.

En la planta se trabaja mediante la rotación de 5 turnos de trabajadores, en cada turno se encuentra como personal de planta 5 técnicos de mantenimiento, 2 conserjes, 6 o 4 trabajadores para la limpieza y 3 técnicos de control. Por otra parte, el personal de oficinas habitual es de 8 trabajadores por cada turno. Los turnos duran 8 horas al día, exceptuando los de fin de semana que son de 12 horas. Dependiendo de las horas de trabajo que se realizan y del tipo de trabajo ejercido los sueldos de estos trabajadores varían notablemente. En la **Tabla 7.25** se observa el sueldo promedio de cada trabajador, los costes que representa la seguridad social de cada trabajador oscilan entre un 31% y el 35% del salario bruto mensual. Para las siguientes estimaciones, se ha supuesto un 31% [24].

Tabla 7.25. Organigrama de la empresa Oxatech según los diferentes departamentos de la planta y sueldos correspondientes.

Apartado ^[25]	Trabajo ^[25]	Personal	Sueldo anual bruto [€/año] ^[26]	Seguridad social [€/año]	Total [€/año] ^[24]
Dirección	Presidente	1	40.320	15.624	55.944
	Gerente	1	39.327	15.239	54.566
	Asistente gerencial	1	24.500	9.494	33.994
Departamento de producción	Jefe de diseño	3	25.584	9.914	106.493
	Encargado de turno	5	18.632	7.220	129.258
	Operarios	75	15.029	5.824	1.563.942
Departamento de calidad	Jefe de departamento	2	21.219	8.222	58.882
	Personal de laboratorio	8	16.708	6.474	185.460
Departamento de control	Jefe de departamento	1	21.219	8.222	29.441
	Técnico de control	15	16.708	6.474	347.738
	Técnico de mantenimiento	25	16.708	6.474	579.563
Departamento de recursos humanos	Jefe de recursos humanos	1	21.219	8.222	29.441
	Personal de departamento	3	18.474	7.159	76.896
Departamento de finanzas	Director comercial	1	18.819	7.292	26.111
	Comerciales	2	17.382	6.735	48.234
	Contables	2	19.274	7.469	53.484
	Personal de compras	2	19.274	7.469	53.484
Departamento de marketing	Jefe de departamento	1	21.219	8.222	29.441
	Personal de departamento	3	17.382	6.735	72.351
Departamento de limpieza	Encargado de turno	5	15.208	5.893	105.506
	Personal de limpieza	20	13.510	5.235	374.892

A partir de los diferentes sueldos de todo el personal de la planta, el coste de mano de obra directa presenta un valor en torno a los 4.015.119 €.

- **Mano de obra indirecta**

Los gastos de mano de obra indirecta son aquellos costes que no intervienen de forma franca en la producción de la planta. Para conocer cuál es su valor, se puede llegar a estimar un valor entre el 12-45% del coste de la mano de obra directa. Para la empresa se considera que estos presentan un 20%, de tal manera que los costes quedan reflejados en el siguiente cálculo, **Ecuación 7.7**.

$$CO \text{ indirecta} = 0,20 \cdot CO \text{ directa} \quad (\textbf{Ecuación 7.7})$$

Dónde:

- CO directa es el coste de obra directo [€].
- CO indirecta es el coste de obra indirecto [€].

Siguiendo la ecuación se obtiene:

$$CO \text{ indirecta} = 0,20 \cdot 4.015.119 \text{ €} = 803.024 \text{ €}$$

7.4.2. Costes indirectos variables

Los costes indirectos variables son los pertenecientes a los costes indirectos, que, de forma similar a los materiales directos y mano de obra directa, varían de manera directa y proporcional al volumen de producción, en otras palabras, su importe total cambia proporcionalmente con la producción.

- **Coste de servicios**

A continuación, se muestran diversas tablas (**Tabla 7.26 – 7.28**). relacionadas con el consumo y el coste anual de los servicios, divididos en electricidad, gas natural y agua de red, respectivamente.

En el servicio de electricidad, la instalación de placas solares en las instalaciones de Oxatech ofrece una reducción de consumo del 18%, pasando de un consumo anual de 3224,5 kWh a 2644 kWh.

Tabla 7.26. Estimación del coste de servicios de electricidad.

Servicio	Consumo [kWh]	Precio [€/kWh]	Coste fijo [€/año]	Coste variable[€/año]
Electricidad ^[9]	2644	0,15	49.056,00	3.045.888
			TOTAL	3.094.944 €

Tabla 7.27. Estimación del coste de servicios de gas natural.

Servicio	Consumo [kWh]	Precio [€/kWh]	Coste fijo [€/año]	Coste variable[€/año]
Gas natural ^[9]	3504	0,06	53,04	1.746.506
			TOTAL	1.746.559 €

Tabla 7.28. Estimación del coste de servicios de agua de red.

Servicio	Consumo [m³/año]	Precio [€/m³]	Coste fijo [€/año]	Coste variable[€/año]
Agua de red ^[10]	9008	2,17	218,34	19.529
			TOTAL	19.748 €

Suma Total	4.861.032 €
------------	--------------------

El total de coste de servicios corresponde a 4.861.032 €

- **Suministros**

Los gastos de suministros van dirigidos a los costes necesarios para la producción y que son adquiridos de forma frecuente (equipamiento laboral de protección, herramientas, accesorios de trabajo, etc.).

El valor de los costes de suministros se estima entre un 0,2 - 1,5% del valor de coste inmovilizado, siendo para el caso de la planta un 0,8%. De esta manera, los suministros presentan unos costes de 797.011 €. Para el cálculo se sigue la **Ecuación 7.8**.

$$Csum = 0,008 \cdot CI \quad (\text{Ecuación 7.8})$$

Dónde:

- Csum es el coste de suministros [€].
- CI es el coste de capital inmovilizado [€].

A raíz de la ecuación se obtiene:

$$Csum = 0,008 \cdot 99.626.425 \text{ €} = 797.011 \text{ €}$$

- **Reparaciones y mantenimiento**

Los costes de reparaciones y mantenimiento se analizan en función de la producción que realiza la planta química. Una industria química general estos costes suelen estar, en general, en torno al 5 - 7% del capital inmovilizado, restando el coste de terrenos. En la empresa se considera que estos costes están alrededor del 5%. Para el cálculo se sigue la **Ecuación 7.9**.

$$Crym = 0,05 \cdot (CI - C_{terrenos}) \quad (\textbf{Ecuación 7.9})$$

Dónde:

- Crym es el coste de reparaciones y mantenimiento [€].
- CI es el coste de capital inmovilizado [€].
- $C_{terrenos}$ es el coste de terrenos [€].

Consiguiendo los siguientes costes:

$$Crym = 0,05 \cdot (99.626.425 - 4.258.800) = 4.768.381 \text{ €}$$

- **Laboratorio**

Los gastos de laboratorio van destinados a promover y mejorar la calidad del producto, con perspectiva actual y futura. Para estos se suele estimar entre el 5 – 35% del coste de la mano de obra directa, siendo para el caso de Oxatech del 10%. Siguiendo la **Ecuación 7.10**, se obtiene un valor de costes de 401.512 €.

$$Clab = 0,10 \cdot CO \text{ directa} \quad (\textbf{Ecuación 7.10})$$

Dónde:

- CO directa es el coste de obra directo [€].
- Clab es el coste de laboratorio [€].

Siguiendo la ecuación se obtiene:

$$Clab = 0,10 \cdot 4.015.119 \text{ €} = 401.512 \text{ €}$$

- **Expediciones**

Estos costes son los referentes a los costes de transporte. En general, estos gastos de la empresa son complicados de generalizar ya que depende del medio de transporte, cantidad o volumen, distancia expedida o vía de expedición. No obstante, se estima que estos costes van en torno al 5% de la mano de obra directa, **Ecuación 7.11**. El coste de expediciones adquiere un valor de 200.756 €.

$$C_{exp} = 0,05 \cdot CO_{directa} \quad (\textbf{Ecuación 7.11})$$

Dónde:

- $CO_{directa}$ es el coste de obra directa [€].
- C_{exp} es el coste de expediciones [€].

Aplicando la ecuación:

$$C_{exp} = 0,05 \cdot 4.015.119 \text{ €} = 200.756 \text{ €}$$

- **Dirección y servicio técnico**

Estos costes van dirigidos a la dirección del proceso productivo, unos gastos muy variables según el sector. Estos suelen ser estimados en función de la mano de obra y, por tanto, del grado de automatización de la empresa, los cuales corresponden entre un 10 - 40 % de los costes de la mano de obra directa existente. En el caso de Oxatech el valor corresponde al 8%. Siguiendo la **Ecuación 7.12**, se observan que los costes son equivalentes a 409.373 €.

$$Cdys = 0,08 \cdot CO_{directa} \quad (\textbf{Ecuación 7.12})$$

Dónde:

- $Cdys$ es el coste de dirección y servicio técnico [€].
- $CO_{directa}$ es el coste de mano de obra directa [€].

Consiguiendo el valor comentando anteriormente:

$$Cdys = 0,08 \cdot 4.015.119 \text{ €} = 409.373 \text{ €}$$

7.4.3. Costes indirectos fijos

Los costes indirectos fijos son los gastos referentes a los costes indirectos de fabricación que pertenecen constantes e independientes de la producción, como pueden ser los gastos por depreciación de máquinas, alquiler, seguros, patentes, impuestos o similares.

- **Patentes**

El coste de una patente está relacionado con el periodo de validez que está presente. Las patentes suelen contar con 15 a 20 años de validez, lo que trabajar dentro de este periodo implica realizar un pago al propietario de dicha patente. No obstante, según el registro, el valor de las patentes disminuye con el paso del tiempo, y una vez ha vencido este plazo entre os 15 a 20 años no es estrictamente necesario que este suponga un coste.

Para la producción de ácido oxálico se ha partido de diversas ideas de patentes y además todas ellas tienen más de 15 años de vida, por lo que el coste resultante a la aplicación de una patente es nulo.

- **Seguros**

Los costes de seguros van dirigidos al resguardo de la empresa en caso de accidentes y actuaciones improvisadas, como es el caso de seguro contra incendios, responsabilidad civil, robos, entre otros. Estos gastos se suelen estimar como un 1% del coste de capital inmovilizado. El cálculo de coste se refleja siguiendo la **Ecuación 7.13**, obteniendo un gasto de 996.264 €.

$$C_{seg} = 0,01 \cdot CI \quad (\text{Ecuación 7.13})$$

Dónde:

- C_{seg} es el coste de impuestos [€].
- CI es el coste de capital inmovilizado [€].

Siguiendo la ecuación se obtiene:

$$C_{imp} = 0,01 \cdot 99.626.425 \text{ €} = 996.264 \text{ €}$$

- **Tasas e impuestos**

Los costes de tasas e impuestos son los gastos dirigidos a los impuestos locales (IBI, residuos, tasa de residuos, entre otros). Estos se suelen estimar entre 0,50 – 1% del valor del coste de capital inmovilizado, siendo para la empresa el caso de un 0,50%. A raíz de la **Ecuación 7.14** se calcula el coste correspondiente.

$$Cimp = 0,005 \cdot CI \quad (\textbf{Ecuación 7.14})$$

Dónde:

- $Cimp$ es el coste de impuestos [€].
- CI es el coste de capital inmovilizado [€].

Siguiendo la ecuación se obtiene:

$$Cimp = 0,005 \cdot 99.626.425 \text{ €} = 498.132 \text{ €}$$

7.4.4. Distribución de costes de producción

A partir de la definición de cada coste, se recopilan los datos en la **Tabla 7.29** y se analiza la influencia de estos en el coste total de producción. Analizar su distribución permitirá en posteriores subapartados comprobar las variables de costes más críticas y cómo actuar con estas para mejorar la rentabilidad de la planta.

Tabla 7.29. Tabla resumen de costes de producción.

Origen	Coste [€]	% Coste
Materia Prima	19.041.600	52%
Mano de Obra Directa	4.015.119	11%
Mano de Obra Indirecta	803.024	2%
Servicios	4.861.032	13%
Suministros	797.011	2%
Reparaciones y Mantenimiento	4.768.381	13%
Laboratorio	401.512	1%
Expediciones	200.756	1%
Dirección y Servicio Técnico	321.210	1%
Patentes	-	0%
Seguros	996.264	3%
Tasas e Impuestos	498.132	1%
Total	36.704.041 €	



La distribución de los porcentajes, de cada coste, respecto el total es fácilmente analizable en la siguiente gráfica, **Figura 7.10**.

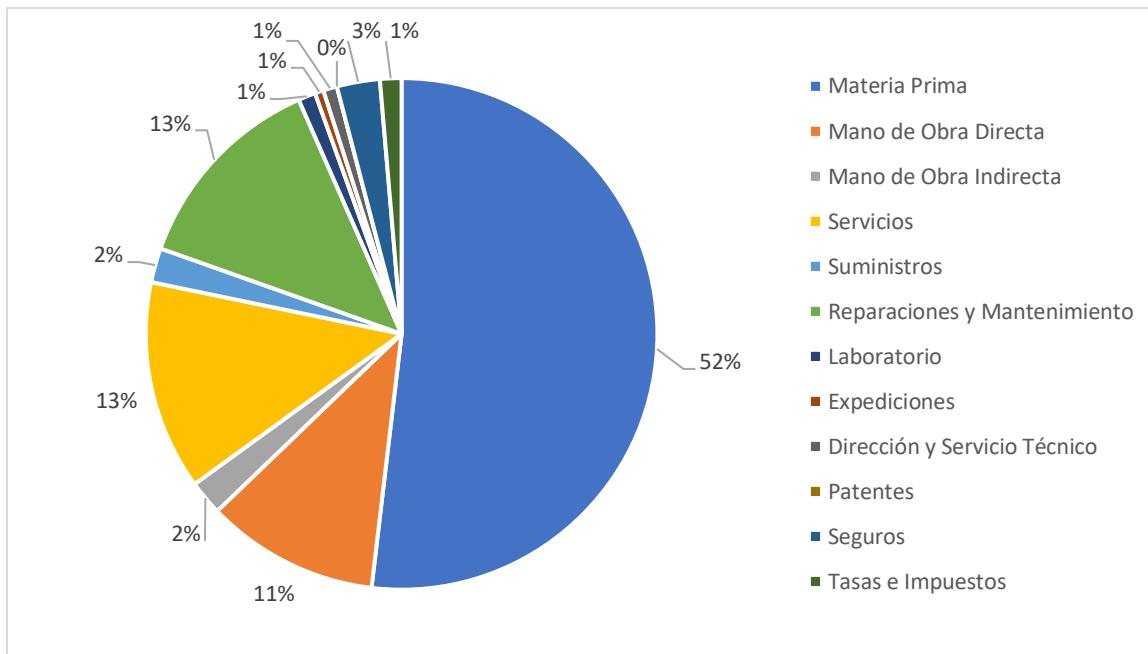


Figura 7.10. Distribución de costes de producción en porcentajes. La leyenda parte de coste con mayor porcentaje, y la distribución gráfica es en sentido horario.

Al observar la figura, se aprecia que un 52% de los costes de fabricación van dirigidos únicamente a los costes de materias primas. No obstante, otros como los dirigidos a reparaciones y mantenimiento, mano de obra directa y servicios, también presentan un impacto importante sobre el total (sumando un 37%). Esto indica que la variación de los costes de producción no solo dependerá de los precios de mercado de la materia prima, sino también de las condiciones de operación de trabajo y su optimización.

El porcentaje de costes muestra que la variación de ciertos gastos presentará un impacto importante sobre la empresa y, por tanto, es crucial tenerlos en cuenta en el estudio de la rentabilidad de la planta.

7.5. COSTES GENERALES

Los costes generales son aquellos correspondientes a los generados por servicios técnicos, comerciales, investigación y administración. Estos costes se dividen en tipos de costes generales variables y fijos.

7.5.1. Costes generales variables

Los costes generales variables son aquellos que varían en función de la cantidad producida, por tanto, aumentando o disminuyendo según la producción. Estos se basan en los gastos que generan las materias primas y servicios de la planta.

- **Comercialización**

Los costes comerciales son las pérdidas de dinero relacionadas con las gestiones comerciales de la empresa. Estos van referidos principalmente al soporte de la carga de comisiones que se pagan a los comerciales por conseguir nuevos clientes a la empresa. Al tratarse Oxatech de una empresa de reciente creación no se puede permitir pagar más que de un 2 - 5% sobre las ventas según términos establecidos. Se puede considerar que estos costes de fabricación son del 2% respecto los costes de fabricación. El cálculo se realiza a través de la **Ecuación 7.15**.

$$C_{com} = 0,02 \cdot C_{fab} \quad (\textbf{Ecuación 7.15})$$

Dónde:

- C_{com} es el coste comercial [€].
- C_{fab} es el coste de fabricación [€].

Siguiendo la ecuación y sabiendo que los costes de fabricación pertenecen a los costes de materia prima y mano de obra directa e indirecta, haciendo un total de 23.859.743 €, se obtiene costes comerciales de 477.195 €.

$$C_{com} = 0,02 \cdot (23.859.743) \text{ €} = 477.195 \text{ €}$$

7.5.2. Costes generales fijos

Los costes generales fijos de la empresa son aquellos costos que la empresa ha de pagar de forma independiente de si hay o no producción operativa.

- **Investigación**

Estos gastos van dirigidos al sector I+D+R, y conjuntamente ligado al espacio de pre y postventa. En Oxatech se estima un 1% de los costes de fabricación. Para conocer el valor se sigue la **Ecuación 7.16**.

$$C_{is} = 0,01 \cdot C_{fab} \quad (\textbf{Ecuación 7.16})$$

Dónde:

- C_{is} es el coste de investigación y servicio técnico [€].
- C_{fab} es el coste de fabricación [€].

Siguiendo la ecuación y sabiendo que los costes de fabricación hacen un total de 23.859.743 €, se obtiene costes del orden de 238.597 €.

$$C_{is} = 0,01 \cdot (23.859.743) \text{ €} = 238.597 \text{ €}$$

- **Administración**

Los costes de administración corresponden al personal administrativo, contables y más tareas organizativas. Estos costes giran en torno al 3 – 6% de los costes de fabricación. Se estima que la administración representa 3% a los costes de fábrica, utilizando la **Ecuación 7.17**.

$$C_{adm} = 0,03 \cdot C_{fab} \quad (\textbf{Ecuación 7.17})$$

Dónde:

- C_{adm} es el coste de administración [€].
- C_{fab} es el coste de fabricación [€].

A continuación de la ecuación y sabiendo que los costes de fabricación hacen un total de 23.859.743 €, los gastos corresponden a 715.792 €.

$$C_{adm} = 0,03 \cdot (23.859.743) \text{ €} = 715.792 \text{ €}$$

- **Tratamiento de residuos**

El tratamiento de residuos obtenidos en el proceso supone unos gastos dentro de la producción. En estos costes se encuentran incluidos los costes de tratamiento externo, pero, por otro lado, los costes de tratamiento interno no, puesto que estos se encuentran incorporados en los costes de equipos de tratamiento, como pueden ser el scrubber. Esto genera que la empresa ahorre en este tipo de costes. Para la gestión externa, utilizando

como base de dato los costes de centros de gestión externa [27], se considera que estos costes representan un 0,4% en referencia a los costes de fabricación. Para ello se aplica la **Ecuación 7.18**.

$$Ctr = 0,004 \cdot Cfab \quad (\textbf{Ecuación 7.18})$$

Dónde:

- Ctr es el coste de tratamiento de residuos [€].
- $Cfab$ es el coste de fabricación [€].

A partir de la ecuación y sabiendo que los costes de fabricación hacen un total de 23.859.743 €, se obtiene costes del orden de 95.439 €.

$$Ctr = 0,004 \cdot (23.859.743) \text{ €} = 95.439 \text{ €}$$

7.5.3. Distribución de costes generales

Definidos los costes generales, se recopilan los valores en la **Tabla 7.30** y se analiza la influencia de estos en el coste general. Posteriormente, permitirá analizar su distribución y comprobar las variables de costes más críticas y cómo actuar con estas para mejorar la rentabilidad de la planta.

Tabla 7.30. Tabla resumen de costes generales.

Destino	Coste [€]	% Coste
Comercialización	477.195	31%
Investigación y Servicios Técnicos	238.597	16%
Administración	715.792	47%
Tratamientos de Residuos	95.439	6%
Total	1.527.023 €	

La distribución de los porcentajes, de cada coste, se observa en la siguiente imagen, **Figura 7.12.**

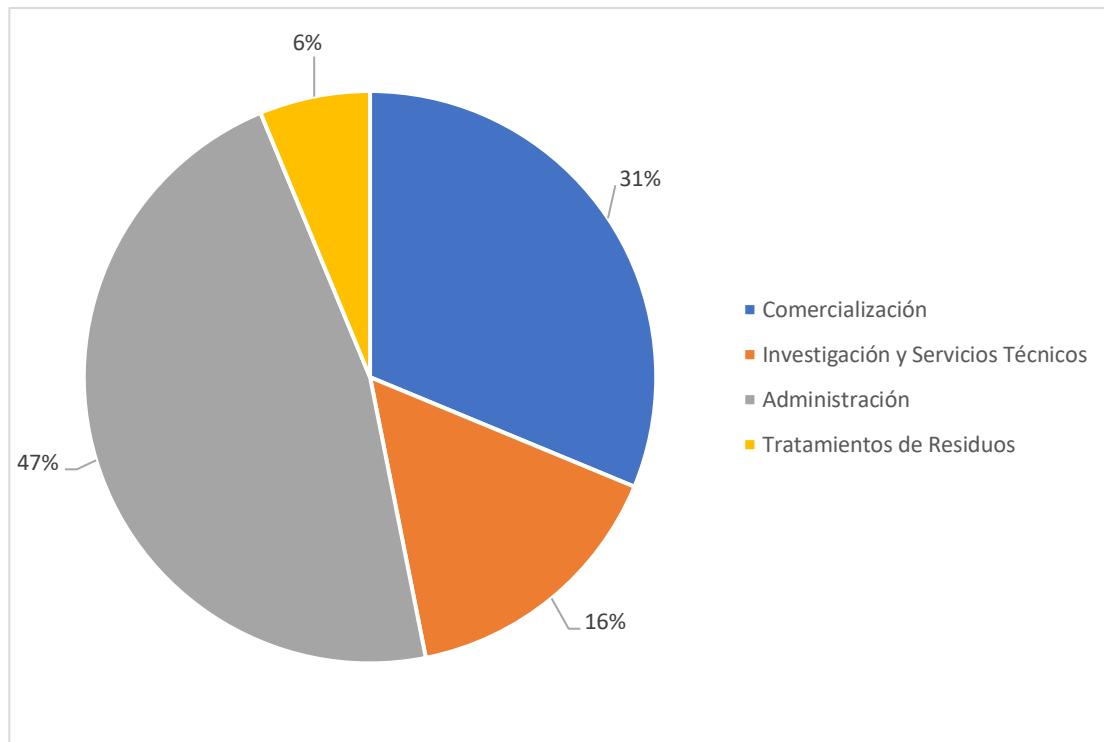


Figura 7.12. Distribución de costes generales en porcentajes. La leyenda parte del coste con mayor porcentaje, y la distribución gráfica es en sentido horario.

Observando la figura, es apreciable que los costes generales están principalmente repartidos entre costes de comerciales y administración, abarcando ambas partes el 78%. La variación de estos son los principales indicadores que determinan como fluctúan los costes generales. Esto indica que gran parte de los gastos dependerá del tipo de gestión comercial que se lleve a cabo en la empresa y su administración, además de la cantidad de residuos que se produzca y consecuentemente el tratamiento que le corresponde al residuo generado.

Los porcentajes muestran que la variación de ciertos gastos provocará un impacto importante sobre la empresa y, por tanto, es relevante tenerlos en cuenta en el estudio de la rentabilidad de la planta.

7.6. COSTES TOTALES

Los costes totales corresponden a la suma de los distintos costes estudiados con anterioridad, costes de producción y generales. Estos pueden ser observados en la **Tabla 7.31.**

Tabla 7.31. Estimación de los costes totales anuales.

Costes de Producción [€]	36.704.042
Costes Generales [€]	1.527.024
Costes Totales [€]	38.231.065

7.7. INGRESOS POR VENTAS

En el presente apartado, se procede a estudiar los flujos positivos o ingresos de la planta. Los ingresos anuales que obtiene Oxatech provienen de la venta del producto principal, en este caso ácido oxálico dihidrato, y del producto secundario nitrato de potasio. A partir del estudio de mercado realizado con anterioridad se analiza como son estos ingresos de la planta; los cuales son observables en la **Tabla 7.32.**

Tabla 7.32. Estimación de los ingresos anuales por venta de producto y producto secundario de la planta.

Producto	Producción [Tn/año]	Precio medio unitario [€/Tn]	Ingresos [€/año]
Ácido oxálico	34768	1039	36.123.952
Nitrato de potasio	5080	604	3.068.320
Total			39.192.272 €

7.8. ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE LA PLANTA

En este último apartado del capítulo, se da paso a un análisis económico de la planta a partir de los diversos costes e ingresos calculados. Este estudio se realiza con la finalidad de conocer la viabilidad de la planta y conocer si esta presenta proyección de un futuro productivo.

7.8.1. Amortización e intereses

Primeramente, antes de estudiar la rentabilidad de Oxatech, es necesario definir las amortizaciones anuales. Los costes de amortización son costes compensativos referentes a la pérdida del valor de las áreas de producción y distintos equipos de la planta. En otras palabras, es un coste que consiste en cuantificar cual sería el coste económico proveniente de la depreciación anual de su capital inmovilizado. Este gasto es gradual y se va agotando mientras dure el ejercicio fiscal.

Se ha considerado un tiempo de vida útil promedio de 15 años, en función del inmovilizado, intangible y material [14]. La estimación de las amortizaciones se realiza mediante el método lineal o de cuotas constantes que es el método usado en España a nivel legislativo. El método lineal es el observable en la **Ecuación 7.19**, la cual manifiesta la depreciación de los activos mediante cuotas de amortización anuales iguales.

$$A_j = \frac{(I - VR)}{t} \quad (\textbf{Ecuación 7.19})$$

Dónde:

- A_j es el coste de amortizaciones anuales [€].
- I es el coste de capital inmovilizado [€].
- VR es el coste del valor residual [€].
- T es la vida útil promedio (15 años) [año].

7.8.2. Flujos netos de caja

Establecido el método de amortizaciones, en el este subapartado se procede a estimar los flujos netos de caja (NCF), **Tabla 7.33**, con la finalidad de determinar en qué condiciones será rentable la planta.

Consideraciones: Los costes de inversión inicial, capital circulante y capital inmovilizado se distribuye en 2 años antes de que la planta comience a funcionar.

Tabla 7.33. Estudio de la rentabilidad de la planta a partir del método de cálculo de los Flujos Netos de Caja para el precio de venta medio actual de los productos en el mercado.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Capital Inmovilizado [€]	-59.775.855	-39.850.570							
Capital Circulante [€]		-19.925.285							
Valor Residual [€]									
Ingresos anuales [€]		39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272
Costes Anuales [€]		-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065
Amortizaciones [€]		-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842
Beneficio Bruto [€]		-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635
Base Imponible [€]		0	0	0	0	0	0	0	0
Impuestos sobre beneficios (25%) [€]			0	0	0	0	0	0	0
NFC [€]	-59.775.855	-59.775.855	961.207	961.207	961.207	961.207	961.207	961.207	961.207
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Capital Inmovilizado [€]									19.925.285
Capital Circulante [€]									4.258.800
Valor Residual [€]									
Ingresos anuales [€]	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	39.192.272	
Costes Anuales [€]	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	
Amortizaciones [€]	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	
Beneficio Bruto [€]	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	-5.396.635	
Base Imponible [€]	0	0	0	0	0	0	0	0	
Impuestos sobre beneficios (25%) [€]	0	0	0	0	0	0	0	0	
NFC [€]	961.207	961.207	961.207	961.207	961.207	961.207	961.207	961.207	24.184.085

A partir de los datos expuestos en la tabla, se puede observar cómo varían los flujos netos de caja durante 15 años en la empresa. Los resultados de flujos que se obtienen son positivos, pero, sin embargo, los beneficios anuales brutos están muy por debajo para definir la planta como una instalación viable y rentable económicamente. La principal causa es la presencia de unos costes de producción tan elevados respecto los ingresos, que sumados a la amortización anual del inmovilizado, supone obtener beneficios negativos.

El panorama presente resulta ser una situación difícil y prácticamente imposible para llevar a cabo la empresa, puesto que no existen en ningún periodo de la vida útil un retorno de los costes en forma de beneficios, haciendo de este un proyecto inviable. Ante esta situación se propone a la empresa realizar un cambio en los precios de venta del producto con la finalidad de mejorar los flujos anuales de la empresa. Puesto que Oxatech es una empresa innovadora, que cuenta con tecnología punta para conseguir un producto de máxima calidad y promueve la evolución constante de sus productos, además de ser una planta preocupada por el medio ambiente y a favor de las energías renovables, el nuevo precio de venta de los productos pasa a ser de 1,30 €/kg en el ácido oxálico y de 0,68 €/kg.

A partir de estos, los ingresos totales de Oxatech, recibidos anualmente suman a un total de 48.652.800 €.

Manteniendo las consideraciones referidas a la inversión inicial, se procede a estudiar los flujos netos de caja para esta nueva situación económica de la empresa. Los datos son apreciables en la **Tabla 7.34**.

Tabla 7.34. Estudio de la rentabilidad de la planta a partir del método de cálculo de los Flujos Netos de Caja para el precio de venta medio sugerido de los productos.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Capital Inmovilizado [€]	-59.775.855	-39.850.570							
Capital Circulante [€]		-19.925.285							
Valor Residual [€]									
Ingresos anuales [€]		48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800
Costes Anuales [€]		-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065
Amortizaciones [€]		-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842
Beneficio Bruto [€]		4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893
Base Imponible [€]		4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893
Impuestos sobre beneficios (25%) [€]			-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973
NFC [€]	-59.775.855	-59.775.855	10.421.735	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Capital Inmovilizado [€]									19.925.285
Capital Circulante [€]									4.258.800
Valor Residual [€]									
Ingresos anuales [€]	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	48.652.800	
Costes Anuales [€]	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	-38.231.065	
Amortizaciones [€]	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	-6.357.842	
Beneficio Bruto [€]	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	
Base Imponible [€]	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	4.063.893	
Impuestos sobre beneficios (25%) [€]	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973	-1.015.973
NFC [€]	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762	9.405.762	23.168.112

En esta serie de datos, los resultados económicos de la empresa son de carácter positivo, puesto que en estos se observa beneficios en torno a los 4 millones anuales. Los ingresos con los que cuenta Oxatech se han visto favorecidos y permiten compensar los elevados costes anuales de producción, además de la parte amortizada compensativa del capital inmovilizado. No obstante, estos beneficios no son los suficientes para poder validar, a largo periodo, a Oxatech como una empresa totalmente rentable. Este aspecto es comentado en posteriores apartados.

7.8.3. Valor actual neto (VAN) y Tasa de rentabilidad interna (TRI)

En origen al estudio realizado con anterioridad, los flujos netos de caja (NCF), se procede a actualizar estos valores calculando el Valor Actual Neto (VAN) y al mismo tiempo determinar la Tasa de Rentabilidad Interna (TRI), con la finalidad de analizar la flexibilidad que presenta la planta con relación a cambios de interés en la tesorería.

Para este estudio, se parte de los datos de flujo para el **precio de venta medio sugerido** de productos y no el precio actual de mercado, por razones lógicas de la incompatibilidad que presenta realizar un estudio de rentabilidad a un proyecto que es no económico rentable.

El TRI es un indicador que permite dar una noción del tipo de interés (i) aplicado a la planta, y marca el interés a partir del cual esta deja de ser rentable, es decir, aquel interés que genera un VAN igual a cero.

A lo largo del análisis del VAN, se puede concluir que siempre que los valores sean positivos ($VAN>0$) se puede considerar que la planta es rentable. En caso contrario, para valores negativos ($VAN<0$), se considera que esta no lo será.

Para este estudio se utiliza la formula del VAN, en función de diferentes intereses,
Ecuación 7.20.

$$VAN = \sum_{n=1}^t \frac{NCF_n}{(1 + i)^n} \quad (\textbf{Ecuación 7.20})$$

Dónde:

- VAN es el valor actual neto [€].
- NFC_n son los flujos netos de caja en el año n [€].
- i es el tipo de interés [%].

Para el análisis de rentabilidad de la planta, se representa la evolución del VAN para diferentes tipos de interés, **Figura 7.13.**

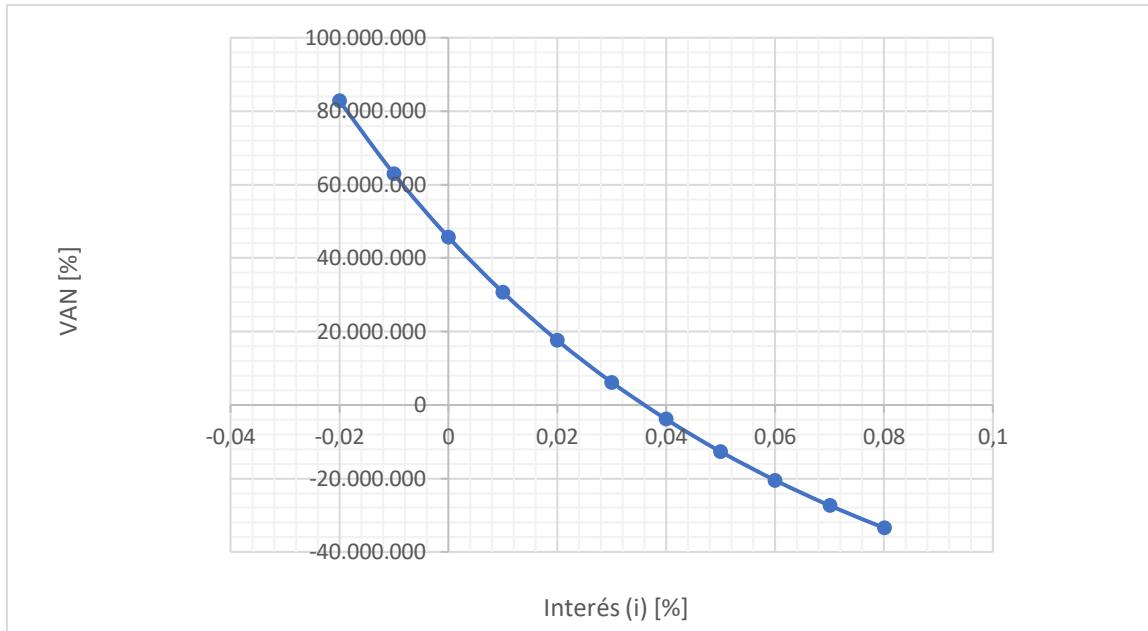


Figura 7.13. Gráfico evolutivo del VAN de la planta para diferentes tipos de intereses (i) a precio de venta de productos sugerido.

A raíz de los datos representados en la figura, es apreciable que el comportamiento del VAN es decreciente para intereses más altos, puesto que la empresa no llega a satisfacer el interés, debido a que a valores más grandes la inversión es mayor que el flujo de caja de la empresa, mientras que a valores de intereses bajos sucede lo contrario.

El TRI calculado, a partir del cual la planta ya no es rentable, es de 3,60%, lo que quiere decir que aquellos intereses que se encuentren por debajo de este dan lugar a un VAN positivo, por lo que, mientras más grande sea el TRI, mejor será la rentabilidad de la planta. El tipo de interés suele rondar entre el 3 – 9% en empresas conocidas en el mercado.

7.8.4. Recuperación de la inversión inicial

En toda empresa es importante conocer el periodo de tiempo operativo que se tardará en recuperar la inversión inicial realizada en la planta durante el año 0 y 1.

Para conocer el tiempo de retorno de este capital, se realiza el cálculo de los flujos netos de caja acumulados y de esta manera conocer el último periodo con flujo acumulado negativo, en el caso de empresa se da a los 12 de los 15 años de vida útil. Estos cálculos son reflejados de forma visual en **Figura 7.14.**

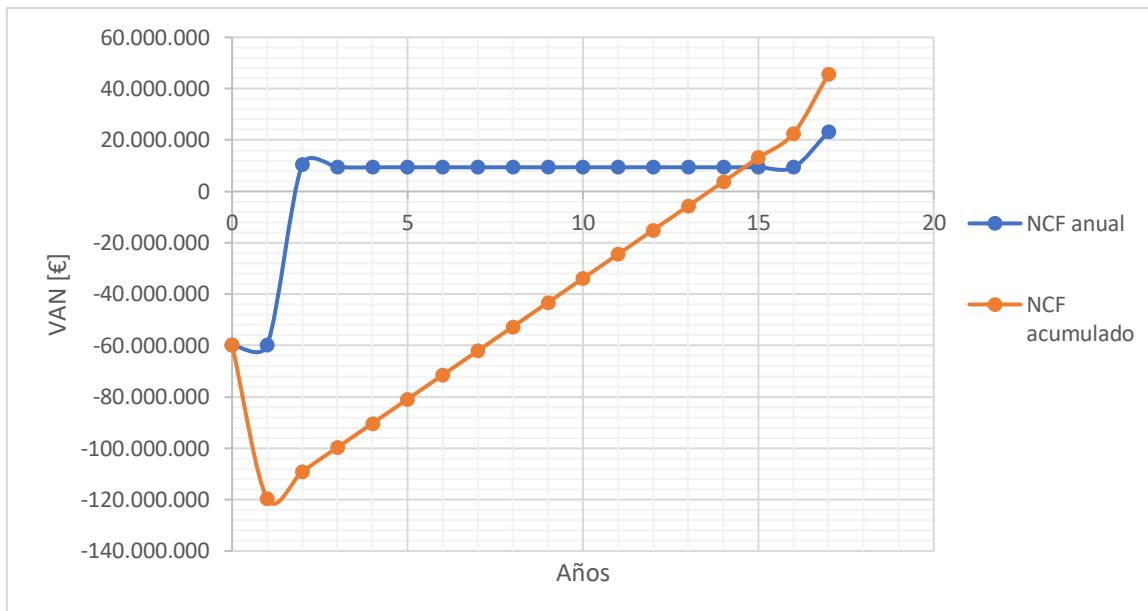


Figura 7.14. Gráfico de retorno del capital inicial invertido.

En el gráfico se observa que la velocidad de retorno del capital es muy lenta, como consecuencia de los beneficios bajos que obtiene la empresa anualmente. Esto genera que el tiempo que se tarda en recuperar el capital inicial invertido sea a largo plazo, casi finalizando el periodo de vida útil, y haciendo de esta una empresa poco atractiva para invertir.

7.8.5. Estudio de sensibilidad

En esta sección se da paso al estudio de parámetros que permiten analizar los cambios en la rentabilidad de la planta. Este puede ser el caso de la materia prima y/o productos a que dichos precios no son de carácter fijo y varían a lo largo del tiempo. Este hecho genera que estas variables sean posibles de considerar como variables críticas del proyecto, y analizar su influencia en la viabilidad de la planta. Todos los estudios se realizan respecto al precio medio sugerido de producto, a partir del cual la empresa genera beneficios.

- **Materias primas**

Las materias primas abarcan gran parte del porcentaje de los costes de producción anual en la planta, haciendo de estas un factor de análisis importante para determinar cuál es su efecto en la viabilidad de Oxatech. Para comprobar el efecto y variaciones de la materia prima se realiza estudios del aumento del coste de etilenglicol, ácido nítrico e hidróxido de potasio en un 25% y en el caso de la compra de oxígeno.



Para cada uno de estos nuevos costes, se realiza un estudio del VAN a diversos intereses manteniendo el mismo tiempo medio de 15 años de vida útil, **Figura 7.15**.

Las curvas que presenta el gráfico reflejan la influencia negativa que implica un aumento de los gastos, pues estos son sinónimo de un aumento en los costes de producción anuales de la planta.

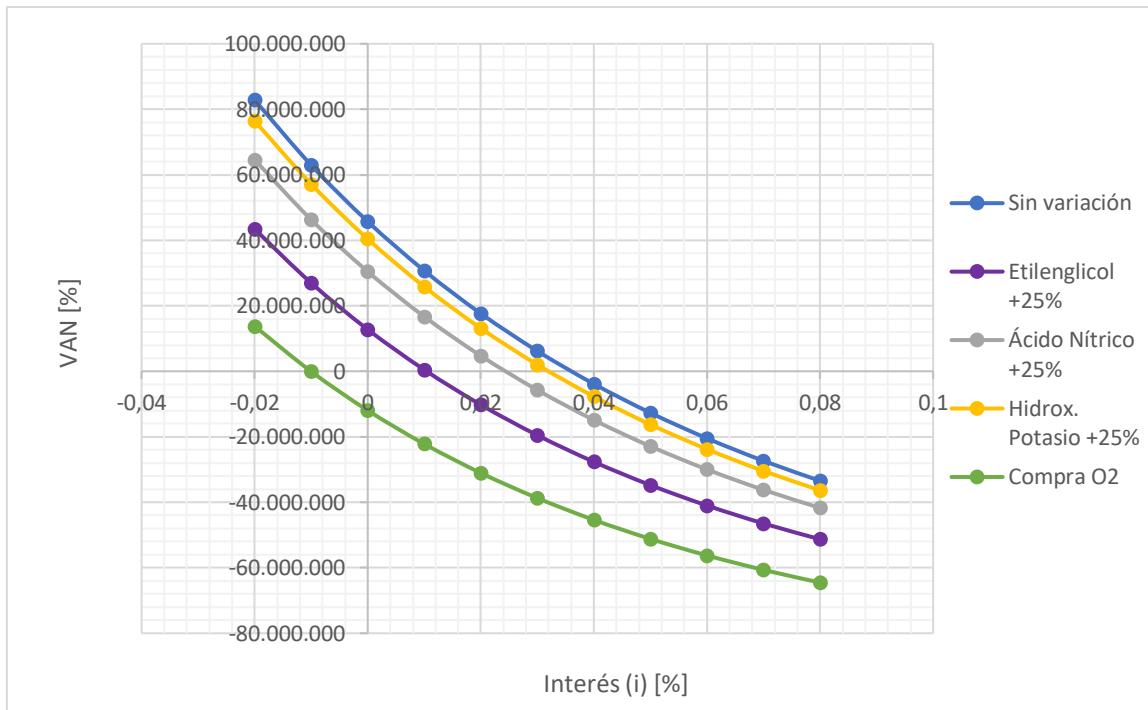


Figura 7.15. Gráfico evolutivo del VAN para diferentes tipos de intereses. Validado para un aumento del 25% de costes en materia prima y compra de oxígeno.

La presente gráfica muestra la respuesta de la planta en forma de VAN a la variación de costes realizada de materia prima.

Al mismo tiempo, en la siguiente **Tabla 7.35**, se muestra el resumen del análisis realizado para cada materia prima, mostrando el TRI, la ratio de recuperación y el tiempo medio que tardará en recuperar el capital inicial.

Tabla 7.35. Análisis de sensibilidad del precio de compra de materias primas y compra de oxígeno.

Estudio	TRI [%]	Ratio Recuperación [%]	Tiempo recuperación Inversión inicial [años]
Actual (Sin variación)	3,60	3,40	12
Etilenglicol +25%	1,04	0,95	>15
Ácido Nítrico +25%	2,43	2,26	14
Hidróxido de Potasio +25%	3,20	3,00	13
Compra O2	-1,01	-0,67	>15

A partir de los datos es posible demostrar que el efecto del precio de etilenglicol es crítico en la economía de la empresa, en comparación a los otros reactivos existentes, disminuyendo el TRI de 3,60% a 1,04%, produciendo una peor rentabilidad.

Al mismo tiempo, la reducción del TRI presenta un efecto directo en el tiempo de recuperación del capital inicial, puesto que a medida que este disminuye el tiempo se vuelve mayor.

El importante efecto del etilenglicol sobre la planta es debido a que se trata de la materia prima de mayor consumo existente dentro de la instalación, por lo que, un gran incremento monetario por unidad de masa de etilenglicol comprado supone un coste elevado como consecuencia del gran volumen de compra de este reactivo en Oxatech.

Por otro lado, el impacto que representa la compra de O₂, en vez de su generación (que es como se lleva actualmente en la planta), genera una inviabilidad excesiva en la planta, dando lugar a una TRI de valor negativo, e imposibilitando la recuperación de capital inicial como consecuencia de no obtener beneficios suficientes, ya que los costes de producción son demasiado elevados. Por este motivo es por el cual se decide emprender la generación de oxígeno en vez de su compra.

- **Productos**

Los ingresos por venta de producto generados en la empresa son un factor importante que manifiesta las ganancias que obtiene la empresa y como hace frente a los costes anuales existentes en la instalación. Como se ha podido observar en los anteriores apartados, aumentar o disminuir el precio de venta de los productos puede determinar la rentabilidad de la planta, puesto que si estos no son suficientes para generar beneficios el proyecto será inviable.

Para comprobar cómo afectan estas variaciones, se analiza el efecto en la disminución del precio del ácido oxálico e hidróxido de potasio en un 25%. Estas variaciones son apreciables en la **Figura 7.16**.

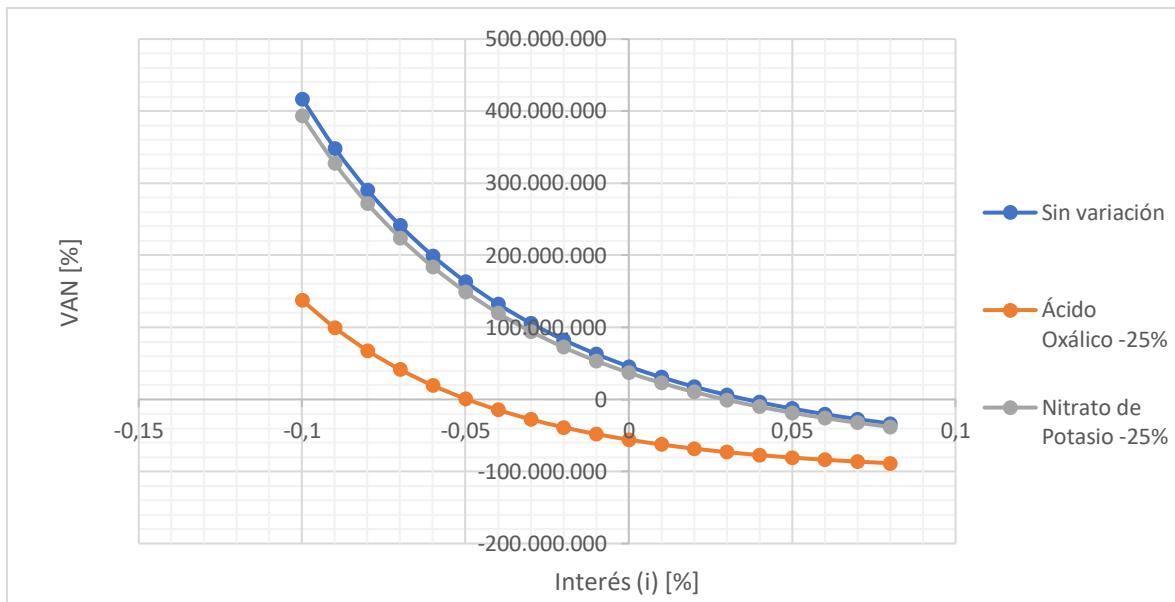


Figura 7.16. Gráfico evolutivo del VAN para diferentes tipos de intereses. Validado para un descuento del 25% del precio de venta de ácido oxálico y nitrato de potasio.

La figura representada manifiesta la enorme sensibilidad económica de la planta ante la disminución de la venta del producto, una variación considerablemente significativa puesto que induce a la planta a ser inviable $VAN < 0$ para intereses inferiores al 0%.

Para complementar los datos gráficos, se añade una tabla reflejando el valor del TRI, ratio de recuperación y el tiempo que tarda en recuperar el capital inicial, **Tabla 7.36**.

Tabla 7.36. Análisis de sensibilidad del precio de venta de los productos.

Estudio	TRI [%]	Ratio Recuperación [%]	Tiempo recuperación Inversión inicial [años]
Actual (Sin variación)	3,60%	3,40	12
Ácido Oxálico -25%	-4,94%	-4,15	>15
Nitrato de Potasio -25%	2,95%	2,76	13

A raíz de tabla, es posible contrastar que el precio de ácido oxálico es crítico en la viabilidad de la empresa, puesto que este disminuye el TRI de 3,60% a valores por debajo del 0%, es decir que la empresa no satisface ninguna tasa de descuento o interés para obtener un flujo de caja superior a la inversión realizada, produciendo que Oxatech no sea rentable.

El impacto económico del ácido oxálico, en comparación del nitrato de potasio, cobra importancia debido a que se trata del producto principal y es de elevado tonelaje de producción anual, por lo que la disminución del precio unitario de venta cobra un aspecto importante si se tiene en cuenta el volumen en que este se fabrica.

7.8.6. Comparativa de vidas útiles

En este anteúltimo capítulo se compara la evolución del VAN para distintos años de vida útil, para tiempos de 10, 15 y 20 años. Esta comparativa se realiza con la finalidad de simular casuísticas en que la empresa requiera amortizar el capital inmovilizado en más años o desee vender maquinaria a la mitad de su vida útil. La evolución de los perfiles del VAN se ven reflejados en la **Figura 7.8**.

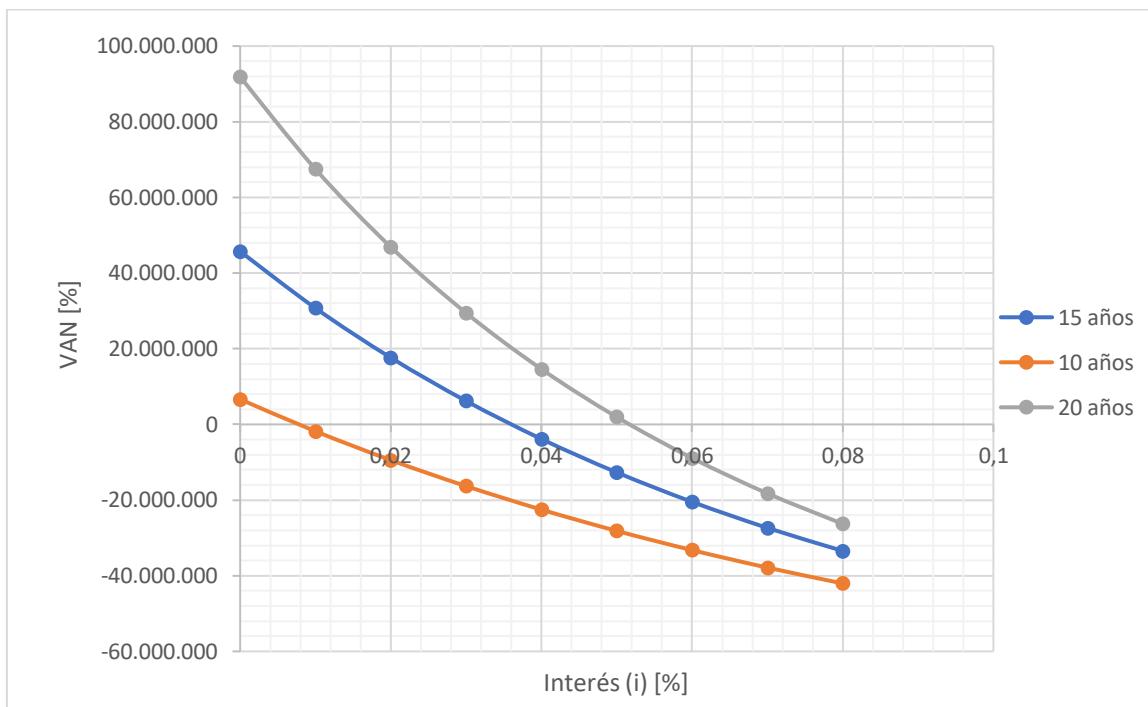


Figura 7.17. Gráfico evolutivo del VAN para diferentes tipos de intereses. Validado para diferentes años de vida útil.

A medida que aumentan los años de vida útil, se observa que mayor es la rentabilidad de Oxatech, puesto que la planta adquiere TRI mayores, 5,27%. Este se debe a que, a más años de vida, aunque los costes anuales sean los mismos, la amortización del capital inmovilizado es inferior anualmente, lo que permite obtener unos beneficios mayores. Esto da lugar a un flujo de caja superior a la inversión, por lo que satisfará a un interés más grande. Al mismo tiempo, a mayores beneficios anuales se amortiza de forma más rápida el capital de inversión inicial, lo que permite recuperarlo en menos tiempo respecto al total.

No obstante, el efecto de la variación es más significativo cuando este tiempo es menor, influenciando de forma negativa a la planta, con valores de 0,78% de TRI.

Este análisis permite concluir en que el tiempo de vida útil es un punto de inflexión en la mejora de viabilidad de planta, sin embargo, para concluir cual es el tiempo de vida útil límite se debería de analizar de forma más exhaustiva el inmovilizado, intangible y material existentes en la instalación ^[14].

7.9. CONCLUSIONES

Estudiada la situación actual de la planta, de esta se permite concluir que no es adaptable a la situación actual de mercado, por lo que se recurre a una propuesta de aumento del precio de venta de ácido oxálico, permitiendo de esta manera asegurar beneficios mínimos y hacer de Oxatech una industria viable.

A pesar del incremento del precio, este no hace de Oxatech una planta plenamente rentable, debido a que los beneficios anuales recaudados son bajos, lo que genera que recuperar la inversión inicial sea todo un reto a largo término.

Al tratarse de una empresa novedosa, los primeros años la situación económica puede llegar a estar limitada, por lo que adentrarse en dos mercados distintos implica suponer demasiados riesgos. Ante esta adversidad se sugiere en los primeros años dejar de lado la producción de nitrato de potasio, y producir ácido nítrico como producto secundario (una producción posible con los equipos existentes), vendiendo este último producto a un precio por encima del comprado, permitiendo de esta manera obtener más beneficios sin necesidad de generar costes de materia prima, el hidróxido de potasio. Pasado un tiempo, y si la situación lo sugiere económicamente, la planta está en mejores condiciones de ampliar horizontes y explorar un nuevo mercado. Por otro lado, al mismo tiempo se propone una producción bajo demanda, lo que ayudaría a reducir unos costes innecesarios en la planta. Por último, asegurando un buen control de producción y mantenimiento, se podría llegar a reducir la mano de obra y consecuentes costes.

Al ser una empresa nueva en el mercado será importante darse a conocer y mostrar tanto el producto principal de venta como su calidad, para ello los primeros años una parte del capital se deberá centrar, de forma importante, en promover el marketing y comercio, con la finalidad de proporcionar buena publicidad y asegurar una mejor incorporación en el mercado. Como alternativa se podría acudir a plataformas informáticas de búsqueda, como Google, para posicionar Oxatech entre los primeros resultados para productos de ácido oxálico. Esto supone un gasto pequeño en comparación a los otros, y con resultados eficientes.

Cuando Oxatech lleve un mínimo de dos años involucrado, se podría negociar permanencia de un cierto número de años con el proveedor, por volumen de compras de materia prima y transporte de este, generando posiblemente una reducción de costes significativos en materia prima.

Ante una posible situación en que la planta no resulte fructífera y las condiciones no mejoren a largo plazo, después de 3 años, se propone una fusión corporativa con Oxaquim, una empresa existente de hace más de 10 años en el sector y de ámbito español. Esta unión proporcionaría un impulso para ambas empresas, por la parte de

Oxatech recuperar capital, regularizar los beneficios de la planta, además de adquirir experiencia de una empresa de tantos años en el campo del ácido oxálico, y por la parte de Oxaquim proporcionarle a esta tecnología puntera, innovación constante con la que cuenta Oxatech y proporcionales un aumento en su capacidad de producción.

¡Toda empresa requiere llevar a cabo riesgos, quizás sea este el caso de Oxatech!

7.10. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

[1] CPC. Mailrelay. "Cómo hacer un estudio de mercado paso a paso". 2018, New York. [Online]. Disponible en:

<https://blog.mailrelay.com/es/2018/09/06/estudio-de-mercado-que-es-un-estudio-de-mercado>

[2] Lina. "Ácido oxálico y la biotecnología". 2011, España. [Online]. Disponible en:

<http://acidooxalicobiotecnologiaupb.blogspot.com/2011/07/consumo-de-acido-oxalico.html?m=0>

[3] Diario oficial de la Unión Europea. "Reglamento de ejecución (UE) 2018/931 de la comisión". 2018, UE. [Online]. Disponible en:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0931&from=DE>

[4] Empresa OXAQUIM. "Desarrollo y fabricación de productos de Ácido Oxálico y oxalatos". 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://oxaquim.com/es/inicio/>

[5] ECHEMI. "Market Price & Insight, Nitric acid China domestic price". 2021, China. [Online]. Disponible en:

https://www.echemi.com/productsInformation/pid_Rock20014-nitric-acid.html

[6] Indiamart. "Caustic Potash flakes". 2021, India. [Online]. Disponible en:

<https://www.indiamart.com/proddetail/caustic-potash-flakes-4054435973.html>

[7] ECHEMI. "Market Price & Insight, Potassium Nitrate China domestic price". 2021, China. [Online]. Disponible en:

<https://www.echemi.com/productsInformation/pd20160226231013633-potassium-nitrate.html>

[8] Holded. "Qué es un DAFO y cómo puedes utilizarlo a tu favor". 2018, España. [Online]. Disponible en:

<https://www.holded.com/es/blog/que-es-un-difo-y-como-puedes-utilizarlo-a-tu-favor>

[9] Repsol. "Tarifas de Repsol electricidad y gas y sus precios". 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://companiadelluz.es/repsol/tarifas#tarifas-repsol-luz>

[10] Ematsa. "Tarifas de agua potable". 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://www.ematsa.cat/es/tu-servicio/factura-y-tarifas/tus-tarifas/>

[11] Glassdoor. “Buscar sueldos y remuneraciones”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://www.glassdoor.es/Sueldos/index.htm> (Sueldo trabajadores)

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

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

[14] Agencia tributaria. Tablas de coeficientes de amortización lineal. 2021, España. [Online]. Disponible en:

https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/_Segments/_Empresas_y_profesionales/Empresas/_Impuesto_sobre_Sociedades/Periodos_impositivos_a_partir_de_1_2015/Base_imponible/Amortizacion/Tabla_de_coeficientes_de_amortizacion_lineal.shtml

[15] Chemengonline. “Economic indicator”. Enero 2021, España. [Online]. Disponible en: www.chemengonline.com/pci

[16] Empresa Lleal. “Coste molino”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://www.lleal.com/ca/>

[17] Empresa Tmipal. “Coste ensacadora”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

https://www.tmipal.com/sites/default/files/2021-04/FT%20ilerbig%20m%20-%20V2_compressed.pdf

[18] Mecalux. “Caso práctico: Vicom Dos bloques de estanterías móviles Movirack en el almacén de Vicom”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

https://mecaluxcl.cdnwm.com/documents/20197/3617298/CPractico+Vicom_ES/9b78e817-7b71-a4cd-8cd5-9b14d44b7abd?t=1528875949000#_ga=2.140981618.1394797679.1623963515-1379427420.1623963515

[19] Jonatan Ayala Buforn. “Estudio comparativo de sistemas de gases de exhaustación (Scrubbers). Diseño de un procedimiento de selección y evaluación económica para su aplicación en buques existentes”. Facultat de Nàutica de Barcelona Universitat politècnica de Catalunya, Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques, enero 2019, Barcelona.

[20] Empresa Pramac. “Coste grupo electrógeno”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

https://www.pramac.com/es_ES/categories?folder=7

[21] Empresa Atlas copco. “Coste generadores oxígeno”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

www.atlascopco.com

[22] AutoSolar. “Coste panel solar 400W PERC monocristalino ERA”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-400w-perc-monocristalino-era>

[23] Habitaclia. “Parcela Industrial polígono Tàrrega”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

https://m.habitaclia.com/comprar-industrial-parcela_en_poligono-tarrega-i27298000000106.htm?f=&st=3&geo=p&lo=55

[24] Bilin. “¿Cuánto cuesta contratar a un trabajador?”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://www.billin.net/calculadora-contratar-trabajador/>

[25] Lifeder. “Organigrama de una empresa industrial: puestos y funciones”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://www.lifeder.com/organigrama-empresa-industrial/>

[26] Instituto de Estadística de Cataluña. “Salario bruto anual y ganancia por hora. Por sexo y tipo de ocupación”. 2018, Cataluña. [Online]. Disponible en:

<https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10403&lang=es>

[27] Habitissimo. “Gestión especial de residuos: precio y presupuestos”. 2021, España. [Online]. Disponible en:

<https://www.habitissimo.es/presupuestos/gestion-especial-de-residuos>

