



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Química

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA
PRODUCCIÓN DE 250.000 T/AÑO DE
QUEROSENO SINTÉTICO.**

Autor:

Ibáñez Pardo, María del Rosario

Tutor:

**Vaquerizo Martín, Luis
Departamento de Ingeniería
Química y Tecnología del Medio
Ambiente**

Valladolid, julio 2024

Resumen

En este trabajo se desarrolla la ingeniería básica de una planta de producción de 250.000 t/año de queroseno sintético (SAF) mediante hidrógeno verde, CO₂ capturado y la reacción de Fischer-Tropsch a bajas temperaturas. El proceso presenta una conversión total del CO₂ en queroseno y diésel, generándose como único subproducto agua (el rendimiento de hidrógeno a agua es de un 30%) El precio mínimo de venta calculado para el queroseno sintético es de 1932 €/tonelada, recuperándose la inversión inicial en 9 años. Finalmente, desde un punto de vista medioambiental, la intensidad energética es de 19 MJ/kg producto, con un consumo de agua de 0,02 m³ agua/kg producto y unas emisiones de 0,3 kg CO₂ equivalente/kg producto.

Palabras clave

Hidrógeno verde, CO₂, proceso sostenible, SAF y Fischer-Tropsch.

Abstract

This work develops the basic engineering of a plant for the production of 250,000 t/year of synthetic kerosene (SAF) using green hydrogen, captured CO₂ and the Fischer-Tropsch reaction at low temperatures. The process features full conversion of CO₂ into kerosene and diesel, generating water as the only by-product (the hydrogen to water yield is 30%). The minimum selling price calculated for synthetic kerosene is 1932 €/tonelada, recovering the initial investment in 9 years. Finally, from an environmental point of view, the energy intensity is 19 MJ/kg product, with a water consumption of 0.02 m³ water/kg product and emissions of 0.3 kg CO₂ equivalent/kg product.

Key words

Green hydrogen, CO₂, sustainable process, SAF and Fischer-Tropsch.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. BASES DE DISEÑO	6
Capacidad	6
Condiciones del límite de batería.....	6
Especificaciones de producto.....	6
Casos de diseño	6
Servicios.....	7
4. LOCALIZACIÓN	8
Selección de la localización	8
Descripción del lugar	8
5. ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROCESO	10
Descripción del proceso.....	10
Otras alternativas.....	11
6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	13
Diagrama de bloques	13
Descripción general	13
Diagrama de flujo del proceso (PFD)	15
Balance de materia y energía	15
Descripción detallada	15
Diagrama de implantación.....	17
7. EQUIPOS	18
Lista de equipos.....	18
Hojas de diseño de equipos.....	18
Diseño detallado de equipos	18
8. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	22
Estrategia de control	22
Piping and Instrument Diagrams (P&ID).....	24
9. SEGURIDAD	25
Clasificación de áreas peligrosas.....	25
Análisis Hazop	25
10. EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL	26
Análisis y tratamiento de efluentes	26

Indicadores de sostenibilidad	27
11. EVALUACIÓN ECONÓMICA	29
Introducción	29
Situación actual	29
Vida útil del proyecto	29
Desglose de ingresos.....	29
Desglose de costes	30
Flujos de caja	31
Análisis de sensibilidad	32
12. CONCLUSIONES.....	37
13. BIBLIOGRAFÍA.....	39
14. ANEXOS.....	43
Lista de equipos.....	43
Hojas de datos	44
Diagrama de bloques	87
Diagrama de flujo del proceso (PFD)	89
Balance de materia y energía	97
Diagrama de implantación.....	106
Piping and instrument diagrams (P&IDs).....	108
Hazop.....	125

Índice de figuras

Figura 1, emisiones globales de CO ₂ por sectores. [2].....	1
Figura 2, mapa de Muskiz [14]	8
Figura 3, temperatura media mensual de Bilbao [16]	9
Figura 4, precipitaciones medias mensuales en Bilbao [16]	9
Figura 5, análisis de sensibilidad del VAN [elaboración propia]	33
Figura 6, análisis de sensibilidad del TIR [elaboración propia].....	34
Figura 7, flujos de caja a lo largo de la vida útil del proyecto [elaboración propia]...	35

Índice de tablas

Tabla 1, condiciones entrada materias primas [elaboración propia].....	6
Tabla 2, condiciones de salida de los productos [elaboración propia]	6
Tabla 3, especificaciones del producto [elaboración propia].....	6
Tabla 4, valores hold up columnas [elaboración propia]	18
Tabla 5, valores hold up depósitos y flash [elaboración propia].....	19
Tabla 6, resumen ingresos generados en el proceso [elaboración propia].....	30
Tabla 7, resumen costos asociados a las materias primas [elaboración propia]	30
Tabla 8, resumen costes asociados al proceso de producción [elaboración propia]	30
Tabla 9, resumen costes asociados a los recursos energéticos de los equipos [elaboración propia].....	31
Tabla 10, resumen costes fijos del proceso [elaboración propia].....	31
Tabla 11, resumen flujos de caja a lo largo de la vida útil del proyecto [elaboración propia]	32

1. INTRODUCCIÓN

El término "transición energética" se refiere al conjunto de cambios en los sistemas de producción, transporte y consumo de energía que tienen como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El principal factor desencadenante del cambio climático es el efecto invernadero, causado por ciertos gases que retienen la radiación emitida por la superficie terrestre, resultando en un calentamiento global. Muchos de estos gases existen de forma natural en la Tierra, pero la actividad humana ha incrementado significativamente su concentración. El dióxido de carbono (CO₂) es el principal gas de efecto invernadero. Por ello, la ruta principal de esta transición energética consiste en la descarbonización de la industria, promoviendo el uso de energías renovables y fomentando un consumo responsable y sostenible [1].

El sector del transporte es el tercer emisor de gases de efecto invernadero, después del sector energético e industrial [2], y es el único que ha incrementado sus emisiones en los últimos 30 años [3]. Según datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), las emisiones del transporte aumentaron en 50 millones de toneladas de CO₂ equivalentes en 2020 en comparación con 1990 [3].

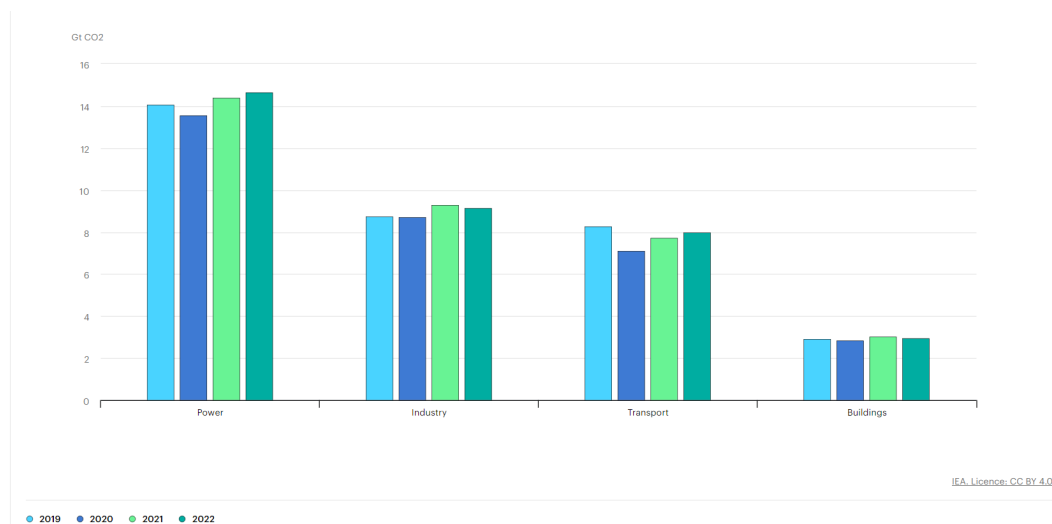


Figura 1, emisiones globales de CO₂ por sectores. [2]

Para alcanzar los objetivos de descarbonización, es necesario implementar diversas medidas. Una de ellas es el uso de combustibles sostenibles, que incluyen tanto biocombustibles como combustibles sintéticos. Estos pueden utilizarse en motores

de combustión interna convencionales, logrando una reducción de gases de efecto invernadero similar a la de los vehículos eléctricos. Se espera que la demanda de combustibles sostenibles se triplique en los próximos 20 años, llegando a representar hasta el 37% de la demanda energética en el sector del transporte para 2050 [4].

Como se mencionó anteriormente, los combustibles sostenibles se dividen en dos tipos principales [5]:

-Biocombustibles: Se producen a partir de residuos orgánicos, como aceites vegetales usados y restos de cáscaras. Este tipo de combustible ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) porque el CO_2 liberado durante su combustión es equivalente al CO_2 que se elimina de la atmósfera mediante la materia prima utilizada para su producción. [6]

-Combustibles sintéticos: Se elaboran a partir de hidrógeno renovable y CO_2 capturado de la atmósfera o de una fuente de emisión de CO_2 . Aunque actualmente no están disponibles comercialmente, existen varias plantas piloto dedicadas a su producción. [5]

En este proyecto se opta por la elección de un combustible sintético, ya que presenta una serie de ventajas que van más allá de la reducción de la huella de carbono [6]:

1. Son combustibles eficientes, que tiene propiedades prácticamente idénticas a las de los combustibles actuales (tanto físicas como químicas), lo que permite utilizarlos en los motores tradicionales.
2. Son innovadores, permitiendo al sector del transporte situarse a la cabeza de las tecnologías principales de bajas emisiones, como son la captura, almacenamiento y uso del CO_2 o las tecnologías de producción de hidrógeno verde.

El combustible de interés para este proyecto es el SAF (siglas en inglés de combustibles sostenibles de aviación). Mientras que en otros transportes se estudia la posibilidad de electrificación de los mismo, las grandes distancias que se realizan en el transporte aéreo dificultan enormemente este camino. Por tanto, surgen nuevos combustibles aéreos que adoptan un enfoque ecológico. Al utilizar CO_2 como materia prima, se obtiene un combustible neutro en carbono, ya que el CO_2 emitido durante la combustión es igual

al que se ha capturado previamente y usado para producir el combustible [7].

Aunque existen algunas alternativas para la producción de queroseno sintético, como la valorización de alcoholes ligeros o el proceso de Fischer-Tropsch a altas temperaturas, en este trabajo se desarrolla la tecnología de producción de SAF mediante la reacción de FT a bajas temperaturas, ya que es la alternativa que presenta un mejor rendimiento energético [8].

En Alemania, en Werlte, ya existe la primera planta piloto industrial que ha logrado producir las cinco primeras toneladas de queroseno sintético, lo que supone un gran avance en esta tecnología [9].

Existen compañías de viaje alemanas que a partir de este otoño incorporarán en los vuelos de sus clientes un 0,1% de queroseno sintético. [9]

En España se espera que a finales de este año 2024 empiece a funcionar una planta demo de producción de este combustible. Situada en el puerto de Bilbao y con una capacidad esperada de 8000 litros/día, esta planta apostará por la fabricación de productos con baja huella de carbono [10].

Los primeros pasos para la producción de este combustible sostenible ya están dados. Ahora es importante que la sociedad en su conjunto, empresas y autoridades, asuman su responsabilidad y se involucren en demandar un modelo de transporte aéreo sostenible.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es diseñar una planta para la producción de 250 kton/año queroseno sintético de aviación. La planta se ubicará en Muskiz, un municipio de la provincia de Vizcaya, España.

El interés en la producción de queroseno sintético se debe a la dificultad de electrificar el transporte aéreo de mercancías y personas, lo que ha generado un gran crecimiento en la demanda de combustibles de aviación sostenibles.

El proceso se lleva a cabo mediante la reacción de Fischer-Tropsch, junto con otras reacciones ("Reverse Water Gas Shift", hydrocracking y ATR) [8], logrando un rendimiento prácticamente del 100% del CO₂ al producto de interés, queroseno y a diésel, ya que es muy pequeño el porcentaje de CO₂ que abandona el proceso. Por otro lado, el rendimiento del H₂ es algo menor, ya que un 30% se pierde en la formación del subproducto del proceso, el agua. Se utilizan una serie de reactores catalíticos, el primer reactor del proceso es el reactor de rWGS, a continuación, se encuentra el reactor de Fisher-Tropsch, que da nombre al proceso y, por último, el reactor de hydrocracking, seguido del reactor ATR [8].

Las materias primas serán suministradas por una refinería local. Para producir 250 kton/año de queroseno, se necesitarán 184 ton/h de CO₂ recuperado de las chimeneas de los hornos de la refinería, y 28 ton/h de hidrógeno verde, producido mediante electrólisis del agua.

Este trabajo estaría relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7, 9, 12 y 13 [11], porque busca la implementación de una energía sostenible y renovable, como es el queroseno sintético. Además, promueve la actividad industrial y la innovación, ya que es un combustible que no se ha desarrollado actualmente para la venta a clientes. De igual manera, con este proyecto se promueve un consumo responsable y principalmente, la reducción de gases de efecto invernadero, en especial del CO₂.

3. BASES DE DISEÑO

Capacidad

La planta de producción de queroseno sintético tendrá una capacidad de producción de 250 kton/año, utilizando hidrógeno verde (H₂) y dióxido de carbono (CO₂) como materias primas. La planta operará durante 8,000 horas al año. Las características de las materias primas se especifican en la siguiente sección, dentro de los límites de batería.

Condiciones del límite de batería

Entrada:

Tabla 1, condiciones entrada materias primas [elaboración propia]

Mat prima	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Pureza (mol)
CO ₂	20	1,1	99%
H ₂	20	1,1	99%

Salida (productos):

Tabla 2, condiciones de salida de los productos [elaboración propia]

Producto	Designación	Presión LB (bar)	Temperatura LB (°C)
Queroseno	Almacenamiento	2	30
Diésel	Almacenamiento	2	30

Especificaciones de producto

Se comparan las propiedades del producto respecto a las especificaciones de la Directiva Euro V [12]:

Tabla 3, especificaciones del producto [elaboración propia]

DIÉSEL		
	Directiva Euro V	Producto
Flash point	>38 °C	34 °C
Freezing point	>-47 °C	-47
Densidad a 15°C	entre 775-840 kg/m3	673 kg/m3
Viscosidad a -20°C	<8 mm2/s	2,7 mm2/s

Casos de diseño

Según la demanda de los clientes, se producirán 250 kton/año. Este valor corresponde al funcionamiento normal (100%), pero la planta se diseñará con un sobredimensionamiento del 110%, la

capacidad máxima que la planta puede alcanzar, y un turndown del 50%, que es la capacidad mínima para que la planta continúe operando sin necesidad de detenerse.

Servicios

A continuación, se enumeran los servicios disponibles para el proyecto:

- Electricidad.
- Vapor para calefacción y steam out (de baja, media y alta presión).
- Fluidos refrigerantes: en este proyecto se utilizarán agua de refrigeración y aire.
- Aire comprimido para válvulas de control.
- Oxígeno para la reacción del ATR (que proviene del electrolizador del agua).

4. LOCALIZACIÓN

Selección de la localización

La planta de queroseno sintético se ubicará en Muskiz, un municipio de Vizcaya, España. Esta localización ha sido seleccionada porque allí se encuentra una de las principales refinerías españolas, que suministrará las materias primas necesarias para el proyecto. Además, Muskiz está cerca del puerto de Bilbao, un importante centro logístico e industrial [13].

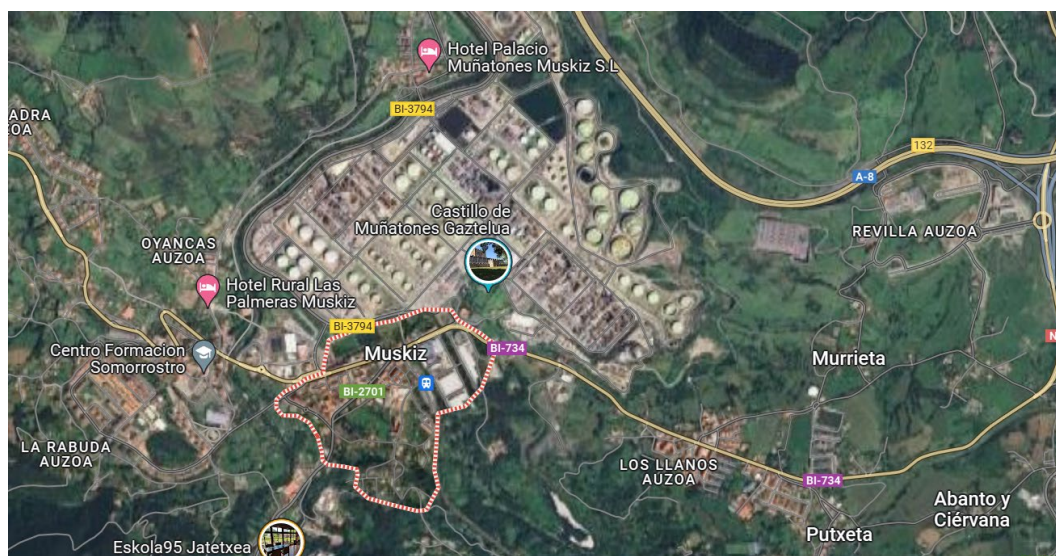
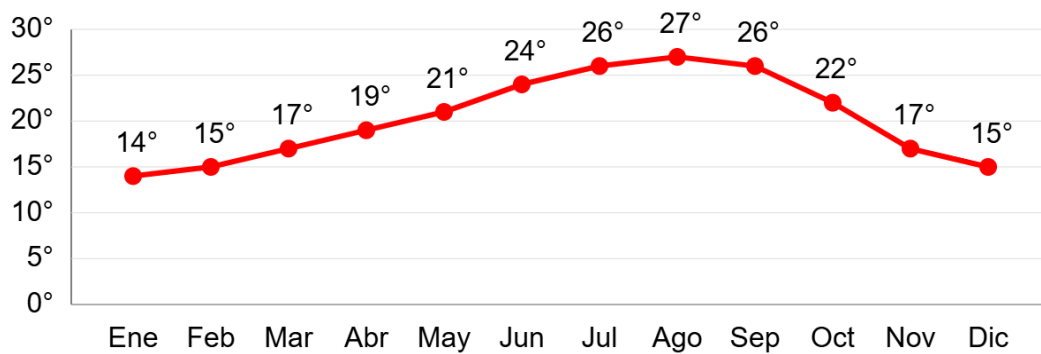


Figura 2, mapa de Muskiz [14]

Descripción del lugar

Muskiz es un municipio situado en la provincia de Vizcaya, España [15]. Esta localización resulta favorable debido a la presencia de la refinería local, una de las refinerías más importantes del país, que proporcionará las materias primas necesarias para el proceso. Además, Muskiz se encuentra muy cerca del puerto de Bilbao, lo cual facilita la distribución y el transporte de los productos obtenidos [13].

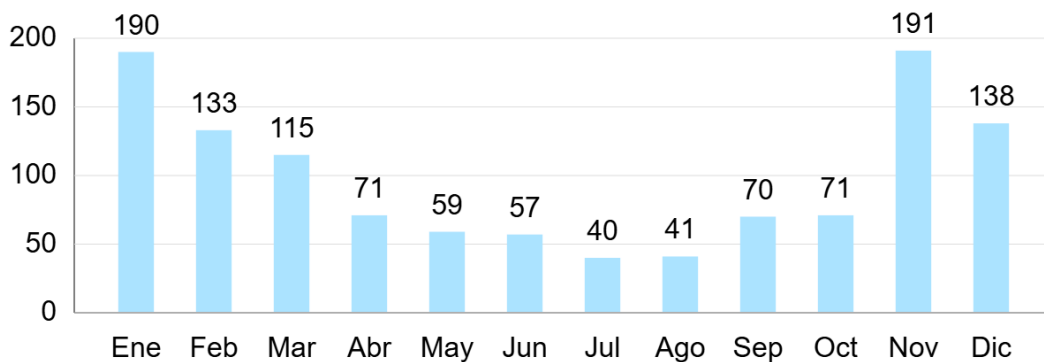
En cuanto al clima, la temperatura más alta que se puede alcanzar en los meses más cálidos del año, Agosto es de 27°C. La temperatura más baja durante el mes más frío, Enero, es de 14°C. La temperatura media anual es de 21°C en Bilbao [16].



© Elclimaytiempo.com

Figura 3, temperatura media mensual de Bilbao [16]

En cuanto a las precipitaciones, Julio es el mes más seco con 40 mm. Noviembre es el mes más lluvioso con 191 mm. Entre el mes más lluvioso y el más seco es de 151 mm. El promedio de precipitaciones anual es de 1176 mm por año, con un promedio de 98 mm por mes [16]. En términos de humedad relativa, la más alta es en Junio (80.02%) [17].



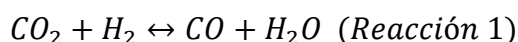
© Elclimavtiempo.com

Figura 4, precipitaciones medias mensuales en Bilbao [16]

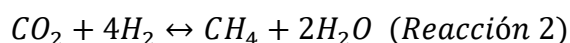
5. ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROCESO

Descripción del proceso

El proceso elegido para la producción de queroseno sintético a partir de H_2 y CO_2 es la vía de síntesis de Fischer-Tropsch, con una conversión a baja temperatura ($240^\circ C$ y 35 bar) [8] del CO, ocurriendo primero una reacción de conversión del CO_2 a CO mediante una reacción "Reverse Water Gas Shift". Las materias primas del proceso son H_2 y CO_2 . El primer paso es la transformación del CO_2 en CO en el reactor de reacción "Reverse Water Gas Shift". La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:

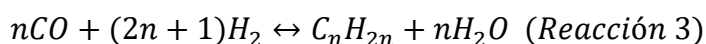


Esta es reversible y endotérmica (condiciones de operación, $900^\circ C$ y 5 bar) [8], por lo que se ve favorecida por altas temperaturas. En este reactor se utiliza normalmente Pt como catalizador. [18] Existe una reacción secundaria en este reactor, conocida como reacción de Sabatier, en la cual se produce metano (producto no deseado) mediante la siguiente reacción:



Se ve favorecida por altas presiones, por lo tanto, para maximizar la producción de CO, se trabaja a altas temperaturas y bajas presiones. Los productos de este reactor se envían a un separador flash, donde se separa el agua, y a un adsorbedor, donde se elimina el CO_2 no transformado, recirculándolo a la entrada del reactor.

A continuación, se encuentra el reactor que da nombre al proceso, conocido como reactor de Fischer-Tropsch, en el que el gas de síntesis se transforma en una mezcla de hidrocarburos. Este reactor trabaja a altas presiones (35 bar y $240^\circ C$), por lo que es necesario comprimir la corriente de entrada.), Se utiliza como catalizador del reactor Co [8], Las reacciones que se producen son de la forma:



Una vez enfriada la corriente de salida del reactor de FT, se decantan en un separador flash trifásico el agua, los gases ligeros y los hidrocarburos. Los gases ligeros se comprimen y se envían a

una unidad de adsorción de H_2 , el cual se recircula a la entrada del proceso. La corriente resultante, sin hidrógeno se envía a un reactor de reformado autotérmico (ATR), donde los hidrocarburos más ligeros se transforman principalmente en CO_2 , el cual se recircula al inicio del proceso. Este reactor utiliza normalmente Ni como catalizador [19], y necesita un flujo de oxígeno y vapor de agua para su funcionamiento

Por otro lado, los hidrocarburos se envían a un reactor de hydrocracking, donde las moléculas más pesadas se descomponen en moléculas más ligeras, en el rango de queroseno y diésel. En este reactor suele utilizarse como catalizador una mezcla de zeolita y óxidos amorfos [20]. La salida de este reactor se envía a la primera columna de destilación, un stripper de ligeros, en la que los hidrocarburos más ligeros abandonan la columna por la parte superior y se envían al reactor ATR, y los hidrocarburos pesados abandonan la columna por la parte inferior y se envían a la segunda columna de destilación.

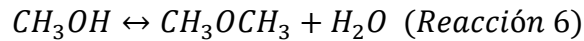
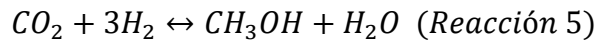
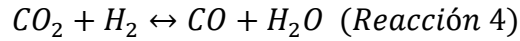
En esta segunda columna de destilación, también conocida como columna de queroseno-diésel, se obtiene por la parte superior el producto de interés, el queroseno y, por la parte inferior, se obtiene diésel.

Otras alternativas

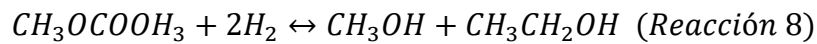
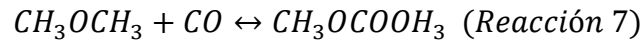
Existen otras vías para la producción de queroseno sintético diferentes a la estudiada en este caso. Una de ellas es similar a la anteriormente mencionada, ya que también se basa en la reacción de Fischer-Tropsch, pero en este caso se realiza una reacción directa a altas temperaturas del CO_2 [8]. Este proceso no está ampliamente desarrollado y se limita a la investigación experimental a nivel de laboratorio. En este enfoque, la reacción de Fischer-Tropsch y la reacción “Reverse Water Gas Shift” se llevan a cabo en el mismo reactor utilizando catalizadores de hierro, lo que limita la producción de metano mediante la reacción de Sabatier [21]. Para alcanzar altos rendimientos, es necesario operar este reactor a altas temperaturas, altas presiones y con un exceso de H_2 . El proceso posterior a este reactor es bastante similar al descrito anteriormente.

Otra vía para la producción de queroseno sostenible es la valorización de alcoholes ligeros, como el metanol y el etanol. En

el caso del etanol, el proceso de producción de queroseno sintético se lleva a cabo a través del dimetil éter (DME). El CO₂ se convierte primero en metanol y luego este se convierte en DME. Las reacciones son las siguientes:



El DME producido se recupera en una columna de destilación y, junto con una recirculación de gas, se convierte en etanol mediante las siguientes reacciones:



La siguiente parte del proceso consiste en la conversión del etanol en hidrocarburos de cadena media/larga, que luego pasan por un hidrotreamiento para obtener finalmente, por el fondo de una columna de destilación, el queroseno sintético como producto.

Es importante destacar que las vías basadas en la reacción de Fischer-Tropsch muestran un mejor rendimiento térmico, siendo la vía LTFT (baja temperatura Fischer-Tropsch) algo superior [8]. Además, este proceso permite una mejor utilización de los gases de alimentación, por lo que ha sido el proceso elegido para el desarrollo del proyecto.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques se presenta en el Anexo: Diagrama de bloques del proceso.

Descripción general

El diagrama de bloques muestra los principales componentes de la unidad de trabajo (unidad 100), en la que se produce queroseno sintético a partir de H_2 y CO_2 . En el proceso se utilizan los siguientes equipos:

- C-101, C-102, Compresores entrada CO_2 .
- C-103, C-104, Compresores entrada H_2 .
- C-105, Compresor alimentación reactor FT.
- C-106, Compresor entrada H_2 .
- E-101, Intercambiador interetapa compresión CO_2 .
- E-102, intercambiador interetapa compresión H_2 .
- E-103, Intercambiador de calor entrada rWGS.
- E-104, Enfriador aire corriente salida reactor rWGS.
- E-105, Enfriador corriente salida reactor rWGS.
- E-106, Enfriador corriente salida reactor de FT.
- E-107, Precalentador entrada hydrocracking.
- E-108, Precalentador entrada columna stripper ligeros.
- E-109, Condensador cabezas columna stripper ligeros.
- E-110, Reboiler de fondo de columna stripper ligeros.
- E-111, Condensador cabezas columna queroseno-diésel.
- E-112, Reboiler de fondo de columna queroseno-diésel.
- E-113, Cambiador de calor feed-effluent ATR.
- E-114, Generador de vapor de alta.
- E-115, Generador de vapor de media.
- E-116, Enfriador recirculación CO_2 .
- D-101, Depósito interetapa compresión CO_2 .
- D-102, Depósito interetapa compresión H_2 .
- D-103, Flash efluente reactor rWGS.
- D-104, Flash entrada hydrocracking.
- D-105, Acumulador de cabeza columna stripper ligeros.
- D-106, Pote de condensado reboiler E-110.
- D-107, Acumulador de cabeza columna queroseno-diésel.
- D-108, Pote de condensado reboiler E-112.
- D-109, Flash entrada reactor ATR.

- R-101, rWGS reactor producción CO y H₂O.
- R-102, Reactor de Fisher-Tropsch.
- R-103, Reactor Hydrocracking.
- R-104, Reactor ATR.
- PSA-101, PSA recuperación CO₂.
- PSA-102, PSA recuperación H₂.
- P-101 A/B, Bomba de reflujo columna stripper ligeros.
- P-102 A/B, Bomba de reflujo columna queroseno-diésel.
- P-103 A/B, Bomba entrada columna queroseno-diésel.
- P-104 A/B, Bomba recirculación.

Los reactivos de este proceso son el H₂ y el CO₂, que se obtienen de la planta de la refinería local, recuperando el CO₂ mediante captura por aminas. El H₂ verde se produce por electrólisis de agua. Ambos reactivos se comprimen en sus respectivos compresores, hasta los 5 bar. Se juntan los dos reactivos en una sola corriente y se precalientan antes de la entrada al reactor de rWGS (R-101), reactor donde se transforman en CO y H₂O.

La corriente de salida de este reactor se enfría en 3 intercambiadores, E-103, en el que cede el calor a la corriente de entrada del reactor para calentarla, E-104, enfriador de aire y E-105, enfriador con agua de refrigeración. A continuación, se encuentra un flash (D-103) en el que se separa el agua del resto de la corriente. Seguidamente de este flash, se encuentra una columna de adsorción (PSA-101), en la cual se recupera el CO₂ de la corriente, que se recircula al comienzo del proceso.

La salida de la PSA sin CO₂, se comprime hasta los 35 bar y se envía al reactor principal del proceso, el reactor de Fisher-Tropsch (R-102), donde se obtiene como producto una mezcla de hidrocarburos. Esta corriente se envía a un flash (D-104), donde se separan la fase gaseosa, la orgánica y la acuosa. La corriente de hidrocarburos intermedios y pesados (fase orgánica) se envían al siguiente reactor (R-103), el reactor de hydrocracking, donde los hidrocarburos más pesados se “rompen” y se separan en hidrocarburos más ligeros. Este reactor necesita un aporte extra de hidrógeno. La salida de este reactor se envía a las columnas de separación. En la primera, se separan los hidrocarburos más ligeros por cabezas, que se envían al reactor ATR (R-104), donde se obtiene como producto principalmente CO₂, que se recircula a la entrada del proceso. Los fondos de la primera columna se envían a una segunda donde se obtiene el queroseno por cabezas

y el diésel por fondos. Estos productos se almacenan para luego poder venderlos (el almacenamiento y tratamiento de estos productos se encuentra fuera de los límites de batería del proceso) [a]

Diagrama de flujo del proceso (PFD)

Los diagramas de flujo de proceso se pueden encontrar en los anexos.

Balance de materia y energía

El balance de materia y energía se presenta en los anexos.

Descripción detallada

En esta sección, se describen detalladamente las diferentes partes del proceso:

Acondicionamiento de las materias primas

Las materias primas de este proceso son el hidrógeno verde y el CO₂, estas llegan al proceso con unas condiciones de entrada de 20°C y 1,1 bar, pero estas no son las condiciones de operación del primer reactor, por tanto, es necesario acondicionarlas hasta las condiciones óptimas. Para ello se comprimen ambos reactivos hasta 5 bar en unos compresores multietapas independientes. El compresor del CO₂ consta de 2 etapas (C-101 y C-102), con un ratio de compresión de 2,27 bar. A la entrada del segundo compresor se encuentra un enfriador interetapa (E-101) que reduce la temperatura de entrada del segundo compresor hasta 55°C. Además, se encuentra un KO drum (D-101), cuya función es eliminar las posibles gotas que se formen al enfriar esta corriente a la entrada del segundo compresor. Las condiciones de salida del CO₂ son 5 bar y 130°C. De igual manera, se comprime el hidrógeno hasta 5 bar en un compresor multietapa (C-103 y C-104), con un enfriador intermedio (E-102) que refrigera la corriente hasta 55°C y un KO drum que elimine las posibles gotas que se formen (D-102). Las condiciones de salida del hidrógeno son 5 bar y 150°C. Una vez se han acondicionado las materias primas hasta alcanzar las condiciones de presión necesarias se juntan en una sola corriente (9). Los flujos de entrada correspondientes son de 184 ton/h para el CO₂ y 28 ton/h para el hidrógeno.

Reacción Water Gas Shift

La corriente 9, que contiene CO₂ e H₂, se calienta con la salida del rWGS, en un intercambiador de tipo FEHE (E-103). La temperatura

de salida del intercambiador son 900°C, que coinciden con las condiciones óptimas de operación del reactor de esta etapa. En este reactor, se produce la reacción de Water Gas Shift, donde el CO₂ y el H₂ se transforman en CO y H₂O. Las condiciones de operación de este reactor son 900°C y 5 bar, se trabaja a baja presión para evitar la reacción de Sabatier, reacción a partir se produce como subproducto metano [21]. Este reactor es catalítico y opera normalmente con Pt como catalizador [18]. La salida del reactor se enfría en tres intercambiadores, el FEHE anteriormente mencionado, un enfriador de aire (E-104) y un enfriador con agua de refrigeración (E-105). La salida de este último intercambiador de calor se encuentra a 35°C, y se envía a un flash (D-103), para eliminar el agua del proceso. Esta nueva corriente, sin agua, se envía a una PSA (PSA-101) donde se separa el CO₂ de la corriente de proceso, para recircularlo al inicio de este.

Reactor de Fisher-Tropsch

La corriente de salida de la PSA-101, sin CO₂, se comprime en un compresor multietapa, donde las condiciones de salida de este son 35 bar y 200°C. A continuación, se introduce esta corriente en el reactor que da nombre al proceso. Este reactor (R-102), trabaja a 35 bar y 240°C con Co como catalizador [8]. En este reactor se obtiene una conversión fraccional del CO del 85%. La corriente de salida de este es una mezcla de hidrocarburos, que se enfría y envía a un flash trifásico (D-104) del que se obtienen una corriente gaseosa rica en CO, y dos corrientes líquidas, una rica en hidrocarburos y otra que elimina la posible agua que se forme en el reactor. La corriente rica en CO se envía a una PSA (PSA-102), donde se separa el hidrógeno que se recircula al inicio del proceso. La corriente resultante, sin H₂, se envía al reactor ATR.

Reactor hydrocracking

La corriente rica en hidrocarburos procedente del flash D-104, se calienta hasta 240°C y se introduce en el siguiente reactor. En este se produce el craqueo de los hidrocarburos de cadena más larga. Las condiciones de operación de este reactor (R-103), son 35 bar y 240°C, utilizando como catalizador una mezcla de zeolita y óxidos amorfos [20]. La salida de este reactor se enfría (E-108) y se envía a la etapa de separación.

Separación

La etapa de separación consta de dos columnas de destilación. La primera de ellas (T-101) se conoce como stripper de ligeros y en esta se separan por cabezas los hidrocarburos más ligeros del proceso. Esta columna trabaja a 1 bar, con un valor de relación de reflujo de 2.74 y con 34 platos teóricos. La columna consta de un condensador parcial (E-109), donde el condensado se devuelve a la columna como reflujo, y el vapor que no condensa se envía al reactor ATR. Los fondos de esta columna se envían a una bomba (P-103 A/B) y seguidamente a la segunda columna de destilación (T-102), conocida como columna de queroseno-diésel. Esta trabaja igualmente a 1 bar, con un valor de reflux ratio de 1 y 50 platos teóricos. Consta de un condensador total (E-111), donde el destilado obtenido es el queroseno sintético, con un flujo de 31000 kg/h. Por fondos, se obtiene una corriente de 25000 kg/h de diésel.

Reactor ATR

La entrada de este reactor (R-104), es el vapor de salida de cabezas de la T-102 y la recirculación proveniente de la PSA-102. Se trata de un reformador autotérmico, que trabaja a 950°C y 5 bar, con catalizador de níquel [19] y que necesita un flujo de oxígeno (25 ton/h) y vapor de agua (4,7 ton/h) para su funcionamiento. En este, se forma gas de síntesis, que es una mezcla de hidrógeno y CO, el cual se convierte en CO₂.

La corriente de salida de este reactor, que contiene principalmente CO₂ y H₂O, se enfría en una serie de intercambiadores (E-114, E-115 y E-116) hasta los 55°C. En los dos primeros intercambiadores de calor se produce vapor de alta y de media, que puede utilizarse en operaciones de calentamiento. Una vez se ha enfriado esta corriente, se introduce en un flash y se separa el H₂O del CO₂, el cual se recircula al comienzo del proceso.

Diagrama de implantación

El diagrama de implantación se presenta en el anexo: Diagramas.

7. EQUIPOS

Lista de equipos

La lista de equipos se puede encontrar en los anexos.

Hojas de diseño de equipos

Las hojas de diseño de los equipos se pueden encontrar en los anexos

Diseño detallado de equipos

En este apartado se detalla el diseño de los principales equipos del proceso.

Columnas

El diámetro de las columnas, tanto la de stripper de ligeros como la columna de queroseno diésel, se obtiene de Aspen Plus, gracias a la simulación realizada. El programa realiza el cálculo en base a las velocidades de inundación. A continuación, se escogen unos valores típicos para los tiempos de hold up, que en el caso de ambas columnas son los siguientes:

Tabla 4, valores hold up columnas [elaboración propia]

BTL-LLL	3	min
LLL-NLL	15	min
NLL-HLL	8	min
HHLL-HLL	2	min

A partir de estos valores, se calculan todas las alturas de líquido en mm a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Altura líquido (mm)} = \frac{Q \cdot \text{hold up (min)}}{A} \quad (\text{Ecuación 1})$$

De esta manera, se obtienen los cuatro niveles de líquido, que al sumarlas se obtiene el nivel máximo de líquido que tiene la columna en el fondo.

Para calcular la altura total de la columna, se asume una distancia entre el plato superior y el tope de la columna de 1000 mm. Es importante calcular los platos reales con los que operarán las columnas, ya que de la simulación se obtienen los platos teóricos. Para ello, se dividen los platos teóricos por la eficiencia de la torre, que se asume del 75% para la torre de stripper de ligeros y del 65% para la torre de queroseno-diésel.

$$\text{Platos reales} = \text{Platos} \frac{\text{teóricos}}{\text{eficiencia}}$$

Una vez obtenido el valor de los platos reales con los que opera la torre, se calcula la altura de la torre que suponen los platos, teniendo en cuenta que la separación entre platos es de 18 pulgadas. Para calcular la altura total de la torre, se suman la altura de líquido obtenida, la referente a los platos y la distancia que existe entre el tope de la columna y el plato superior. Una vez obtenida la altura de la torre, se calcula el volumen de esta de la forma:

$$V = \text{Área} \cdot \text{Altura total (Ecuación 2)}$$

Finalmente, los nozzles de entrada y salida de la columna se calculan de manera que se garantice una velocidad igual a la del fluido en la línea.

Depósitos y flash

Para calcular el diámetro de los depósitos y flash del proceso, se escoge el mayor de los siguientes métodos.:

-Hold-up, se calcula el diámetro para que cumpla con los tiempos de hold-up establecidos. Se escogen unos tiempos determinados, que para el caso de los depósitos del proceso son los siguientes:

Tabla 5, valores hold up depósitos y flash [elaboración propia]

BTL-LLL	3	min
LLL-NLL	20	min
NLL-HLL	8	min
HHLL-HLL	1	min
Top-HHLL	1000	mm

A partir de estos tiempos se calculan las alturas de líquido correspondientes, como en la columna, utilizando tan solo el caudal de líquido que entra al depósito. Se obtiene la altura total de este sumando todas las alturas de líquido. Inicialmente, es necesario aportar un valor aproximado de diámetro del depósito para poder calcular el área. Con una relación L/D = 2,5 [22] se obtiene el verdadero, valor del diámetro y se itera hasta obtener una diferencia mínima entre la L calculada y la L real.

-Separación de gotas ya que los flash es muy importante dimensionarlos para garantizar la separación del líquido y el gas. Para ello se utiliza la ley de Stokes [22]:

$$u_{\infty} = k \cdot \sqrt{\frac{\rho l - \rho v}{\rho v}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Con un valor para k de 0,35 [23]. La velocidad calculada es la límite de caída de las gotas. Como se quiere garantizar que esta sea mayor que la velocidad ascensional del gas, se toma esta velocidad como máxima, obtenido entonces el área mínima y el correspondiente diámetro de la forma:

$$A = \frac{Q}{u_{\infty}}; D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Una vez calculados ambos diámetros, se escoge el mayor de los dos, ya que son diámetros mínimos para garantizar el correcto funcionamiento del depósito que se está diseñando.

Bombas

El primer paso a la hora de diseñar una bomba es establecer el valor del NPSH requerido, que para el caso de este proyecto es de 1,5 metros. El valor del NPSH disponible se calcula aplicando un factor de seguridad de 0,6 metros:

$$NPSH_a = NPSH_r + 0,6 \quad (\text{Ecuación 5})$$

El caudal rated de la bomba se calcula como un 10% más del caudal normal de funcionamiento. Para calcular la altura de la bomba, se asume una delta de presión en la succión e 0,25 bar y una elevación de la bomba de 0,9 metros. A continuación, utilizando el teorema de Bernoulli, se calcula la altura necesaria entre el LLL y la bomba, es decir, la altura necesaria respecto a la bomba, para cumplir con el NPSH_a.

$$z = NPSH_a - \frac{(P_{op} + 1.013) * 10^5}{9.8 * \rho} + LLL - \frac{\Delta P_{suc} * 10^5}{9.8 * \rho} - \frac{(P_v + 1.013) * 10^5}{9.8 * \rho} - CL_{pump} \quad (\text{Ecuación 6})$$

La presión de shutoff es la máxima presión que puede suministrar una bomba y que se corresponde a una situación de operación en la que la impulsión está cerrada. Esta presión se escoge como presión de diseño aguas debajo de la bomba:

$$Max_{sucP} (barg) = P_{d,V100} + (Z + HLL - CL_{pump}) * \frac{9.8 * \rho}{10^5} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$\Delta P_{shutoff} (bar) = 1.25 * \Delta H_{total} * \frac{9.8 * \rho}{10^5} \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$P_{shutoff}(barg) = Max_{sucP} + \Delta P_{shutoff} \text{ (Ecuación 9)}$$

El caudal mínimo de la bomba se calcula como el 50% del caudal normal de funcionamiento. Por último, se calcula la potencia hidráulica de la bomba de la siguiente manera:

$$P_h = Q_{rated} * \rho * \Delta H * 9.8 \text{ (Ecuación 10)}$$

Intercambiadores de calor

En los intercambiadores de calor, el fluido de proceso circulará por los tubos, y para el caso de los economicers, circulará por los tubos el fluido frío, evitando de esta manera pérdidas de calor al estar la carcasa en contacto con el ambiente. Las propiedades físicas de los fluidos de entrada y salida se obtienen de acuerdo con los componentes, temperatura y presión de estos. El duty de los intercambiadores, por cuestiones de seguridad, se sobredimensiona en un 10%. Para calcular el caudal de fluido refrigerante o calefactor necesario, se hace uso de la siguiente fórmula:

$$q = \dot{m} * cp \text{ (Ecuación 11)}$$

Siendo el Cp, una característica física del propia del fluido calefactor o refrigerante. De esta manera se obtiene el caudal necesario para enfriar o calentar el fluido de proceso hasta la temperatura requerida.

8. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Estrategia de control

A continuación, se desarrollan las estrategias de control que se han seguido en los distintos equipos:

Depósitos y Flash

Todos los existentes en el proceso se controlan de manera similar. Se dispone de un medidor de nivel, con un controlador que actúa sobre una válvula dispuesta en la corriente de salida (normalmente la salida líquida), que se abre o cierra en función de que el nivel aumente o disminuya. Cuando el depósito lleva a continuación una bomba, no solo se dispone de un controlador, se utilizan interlocks de bajo nivel que actúan sobre los motores de las bombas, para evitar que caviten.

Además, se utiliza un control de presión para controlar la presión de salida de la corriente gaseosa, y una PSV, como seguridad, que se abre cuando la presión del depósito sobrepasa la presión de set. Los gases que se eliminan por la PSV, se mandan a la antorcha.

Por ejemplo, para el depósito D-101, situado en el P&ID-101, el control se realiza mediante un transmisor LT-0101, que manda una señal al controlador LIC-0101 que abre o cierra la válvula de control LV-0101, según sea conveniente. Se dispone también de alarmas de alto y bajo nivel. Si la presión del depósito aumenta por encima de la presión de diseño, se abre la PSV-0101, para liberar presión.

Intercambiadores de calor

Existen diferencias entre los distintos tipos de intercambiadores de calor que se utilizan en este proceso. En el caso del aircooler, se utiliza un controlador de temperatura a la salida de este, que actúa sobre el motor de este, cuando la temperatura de salida no es la deseada. Por ejemplo, en el intercambiador E-104, un transmisor de temperatura, TT-0104, manda una señal al controlador, TIC-0104, que actúa directamente sobre el motor del aircooler, M-0105.

Los intercambiadores de calor que utilizan agua de refrigeración, salvo los interetepa de los compresores, se controlan con un bypass de control de temperatura. En la corriente de salida del agua de refrigeración, se dispone una PSV, que aliviará la presión

en caso de que aumente por encima del valor de diseño. Por ejemplo, en el intercambiador E-105 se controla la temperatura con un bypass a la corriente de proceso, mediante las válvulas TV-0107 y TV-0108, que reciben la señal del controlador TIC-0114. En caso de que la presión del agua de refrigeración aumente por encima de la de diseño, se abre la PSV-0105, para liberar presión.

Los reboilers, que utilizan como fluido de intercambio de calor vapor, se controlan de manera diferente. En los reboilers de fondos de columna, se controla la entrada de vapor con un controlador de temperatura en el plato sensible de la columna. El condensado que se devuelve, se introduce en un pote de condensado. En este depósito se controla el nivel, actuando sobre una válvula en la corriente de salida de este. Cuando el nivel del depósito es muy alto, es porque se está calentando mucho en el reboiler y viceversa. Este es el caso del intercambiador E-110, reboiler de la columna stripper de ligeros. El controlador TIC-0136, recibe la señal de transmisor de temperatura TT-0136, que pincha la torre en el plato sensible. Este controlador actúa sobre la válvula TV-0119, que se abre o cierra para suministrar más o menos vapor. También en el pote de condensado D-106, se controla el nivel gracias al controlador LIC-0111, que actúa sobre la válvula LV-0108, cuando los valores de nivel de líquido se encuentran por encima o por debajo de lo establecido.

Por último, se desarrolla el control de los intercambiadores de calor que utilizan como fluido de intercambio de calor otro fluido del proceso. En este caso se hace un bypass a la corriente caliente, con un control de temperatura a la salida de la misma. En la corriente caliente de salida del intercambiador se dispone una PSV de seguridad, para evitar que la presión aumente por encima de la presión de diseño. Por ejemplo, el intercambiador E-107 se controla con un bypass a la corriente caliente, sobre la que actúan las válvulas TV-0111 y TV-0112. La PSV-0121 se abre cuando la presión en el intercambiador supera la presión de diseño de este.

Columnas de destilación

Para el control del nivel de una columna de destilación, se dispone un control de nivel en los fondos de la columna, que envía la señal a una válvula situada en los fondos de la columna, que se abre en función del nivel del líquido. Se utiliza un bypass en la corriente de cabezas de la columna para controlar la presión de esta. El reflujo de la columna se controla con un control de flujo o de nivel para poder garantizar que se cumpla las condiciones de operación

de reflux ratio de esta. En la columna T-102, el control de nivel LIC-0111, actúa sobre la válvula LV-0115, que se encuentra en la corriente de salida de diésel. Para controlar el reflujo de esta torre, se dispone de un controlador de flujo FIC-0108, que actúa sobre la válvula FV-0103.

Reactores

Los reactores no disponen de ninguna válvula de control propia de este equipo, pero sí de varios indicadores de temperatura y presión, para poder garantizar el buen funcionamiento de este. A la entrada de los reactores, se dispone una PSV como seguridad, para garantizar que la presión no aumente por encima de la presión de set.

Compresores

En los compresores se dispone un control de flujo o presión a la salida que actúan en el motor de este. Por ejemplo, en el compresor C-106, un transmisor de presión PT-0125, envía una señal al controlador PIC-0125, que actúa directamente sobre el motor del compresor, M-0106.

PSA

Las PSA son lechos de adsorción que trabajan en paralelo. Se dispone de un analizador del componente de interés, que actúa sobre un interlocks que abre las válvulas on/off dispuestas a la entrada y salida de las PSA. Cuando el lecho está saturado, se cierra la válvula de entrada de una y se abre la entrada de la otra PSA. Para el caso de la PSA-102, que separa el hidrógeno (componente más volátil), del resto de componentes, se dispone de un analizador de CO AI-0103. Cuando el analizador detecta que está saliendo CO, actúa sobre el interlock I-0106, que abre y cierra las válvulas on/off correspondientes.

Piping and Instrument Diagrams (P&ID)

Los P&ID se encuentran en los anexos.

9. SEGURIDAD

Clasificación de áreas peligrosas.

En este proyecto, se realiza un estudio para clasificar todas las áreas peligrosas, para conocer todos los posibles peligros y poder actuar en consecuencia.

Las áreas peligrosas se clasifican según la menor o mayor frecuencia con la que se produce la presencia de una atmósfera explosiva. Se clasifican en distintos tipos [24]:

- Clase 1: zonas donde se encuentran gases, líquidos y vapores inflamables.
- Clase 2: zonas donde se encuentran polvos inflamables.
- Clase 3: zonas donde hay materiales volátiles o fibras que pueden inflamarse más fácilmente.

Los peligros de esta planta son bastante similares a lo largo de todo el proceso, ya que se trabaja con líquidos y gases inflamables. Por tanto, se clasificaría este proyecto dentro de la clase 1.

Es importante también clasificar los peligros en función de la probabilidad de la presencia de esta atmósfera explosiva [24]:

- Zona 0 que implica una presencia durante largos períodos de tiempo.
- Zona 1, que implica una presencia ocasional, dentro de las condiciones normales de operación del proceso.
- Zona 2, que implica una formación de esta atmósfera más improbable y durante periodos cortos de tiempo.

Por tanto, atendiendo a estas dos clasificaciones, el proyecto a estudiar se encontraría dentro de la Clase 1, siendo de Zona 1, ya que existe la posibilidad de formación de la atmósfera explosiva durante la operación normal del proceso.

Análisis Hazop

El análisis HAZOP de este proyecto puede encontrarse en los anexos.

10. EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Análisis y tratamiento de efluentes

Todos los efluentes del sistema se analizan para determinar el tratamiento necesario y evitar la contaminación. Se separan los efluentes en líquidos, gaseosos y sólidos.

Efluentes líquidos

Las principales corrientes de efluentes líquidos provienen de la separación en los flashes. Estas aguas no son 100% puras, por lo tanto, no pueden reutilizarse ni eliminarse directamente. Es necesario enviar estas corrientes a una depuradora o planta de tratamiento de aguas residuales para eliminar los contaminantes.

Otras corrientes líquidas que deben estudiarse son las de drenaje, como los condensados de los procesos de limpieza con vapor o de las propias líneas de proceso. Estas corrientes pueden contener contaminantes, por lo que es necesario realizar un análisis previo.

Efluentes gaseosos

Es importante también considerar las emisiones gaseosas que van directamente a la atmósfera o a la antorcha. Estos flujos provienen principalmente de las PSV de los recipientes diseñados para almacenar productos a presión. En el caso de las torres, los alivios de presión se mandan a la antorcha, produciendo CO₂. Por último, los vapores de los equipos utilizados para su limpieza se ventean a la atmósfera.

Efluentes sólidos

El catalizador de los reactores del proceso es el único residuo sólido que se puede encontrar en este proceso. Una vez la actividad del catalizador desciende, es necesario determinar si este se puede reutilizar o en caso contrario, es necesario deshacerse del mismo.

En el caso del reactor de FT, el catalizador es el Co [8], por tanto, una vez este se haya agotado, es necesario determinar si se llevará a cabo un proceso de reciclaje y recuperación mediante técnicas de hidrometalurgia con el fin de recuperar el cobalto [25] o eliminarlo en instalaciones especializadas que cumplan con las normativas ambientales vigentes para evitar la contaminación de suelos y agua [26]. El resto de los reactores también utilizan metales como catalizador, ya sea Ni o Pt, por tanto la forma de

tratarlos será parecida a la del Co, cumpliendo siempre con las normativas vigentes para cada metal.

Indicadores de sostenibilidad

En el ámbito de la ingeniería, es crucial considerar no solo los aspectos técnicos de los proyectos, sino también evaluar de manera exhaustiva el impacto ambiental que puedan tener, ya que resultan cruciales a la hora de determinar la viabilidad del proyecto, de una manera medioambiental. Los indicadores de sostenibilidad medioambiental, son herramientas claves para analizar y medir los resultados económicos, sociales y medioambientales de los proyectos de ingeniería. Evaluar estos parámetros da una idea de la viabilidad del proyecto y del impacto de este a largo plazo. Los indicadores que se estudiarán son los siguientes [27]:

- Material intensity, parámetro que se define como cantidad de materia prima necesaria para la producción de producto establecida. Se evalúa en kg materia prima / kg producto. Para este proyecto, se obtiene un valor de 3,7 kg materia prima / kg producto. Comparando este valor con el de otros procesos sostenibles basados en la utilización de CO₂, como el de producción de DME mediante la hidrogenación del CO₂ se necesita más materia prima para producir los productos. El valor del indicador material intensity para el proyecto de DME es de 1.94 kg [28] materia prima / kg producto, el cual es algo más de la mitad del valor del parámetro para el proyecto de estudio.

- E Factor, parámetro que se define como la cantidad de residuos producidos por producto producido obtenido. Para este proyecto, se obtiene un valor de 3 kg de residuo / kg producto. En el caso del proyecto de DME, el valor de este parámetro de 0.94 kg de residuo / kg producto, [28] lo que indica que la cantidad de residuos que se producen en el proyecto de estudio por kg de producto es más elevada.

- Energy intensity, se define como la cantidad de energía, ya sea térmica o eléctrica necesaria por kg de producto obtenido. La energía eléctrica es necesaria en las bombas y compresores, con un total de 65842 kW. La energía térmica, es la necesaria en los intercambiadores de calor que no utiliza corrientes de proceso para intercambiar calor. El valor total de energía térmica de este proceso es de 237564 kW. Por tanto, el valor obtenido es de 19 MJ/kg producto.

- Consumo de agua, parámetro que indica la cantidad de agua consumida en el proceso por kg de producto obtenido, expresado en m³/kg de producto. El 7%, aproximadamente, de agua de refrigeración se pierde, y es este valor el que se utiliza para calcular este indicador, ya que son pérdidas. En este proceso se usan 17469 m³/h, por lo que el valor de consumo de agua (teniendo solo en cuenta el 7% de las pérdidas), es de 0,02 m³CW/kg producto [28]. El valor obtenido resulta elevado al compararlo con el valor obtenido en el proceso de DME, 0.006 m³CW/kg producto, esto puede deberse a que existen una serie de cambiadores de calor que trabajan con CW que consumen un caudal muy elevado de esta, y sería interesante estudiar el desglose de estos en varios intercambiadores de aire.

- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que indica el CO₂ equivalente por kg de producto (kg CO₂ equivalente/kg producto). Para calcular el CO₂ equivalente, es necesario tener en cuenta la huella de carbono de la electricidad requerida en el proceso y la del vapor necesario. Para la electricidad, se utiliza el factor de 273 g CO₂ equivalente/KWh [29]. Por otro lado, por cada kg de vapor, se requieren 0,69 KW [30]. En el proceso se utilizan 10,5 kg/ de vapor, y con este valor se calculan los KW necesario para producir ese vapor y, por tanto, el CO₂ equivalente. Sumando los resultados de electricidad y vapor, y dividiéndolo por los kg/h de producto, se puede calcular el valor de emisiones de gases de efecto invernadero, con un valor de 0,3 kg CO₂ equivalente/kg de producto [28]. El valor de este parámetro resulta bastante atractivo al compararlo con el proceso de DME, 0.5 kg CO₂ equivalente/kg de producto, indicando que se produce menos CO₂ equivalente, consumiendo como materia prima hidrógeno verde.

11. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Introducción

El objetivo de este apartado es determinar la viabilidad económica del proceso de producción de queroseno sintético. La finalidad es justificar si la inversión es favorable desde un punto de vista económico y técnico. Se analizan las variables económicas que caracterizan la unidad de producción.

Situación actual

Está previsto construir la planta en Muskiz, España. El proyecto requiere una inversión inicial que se cuantifica en términos de compra de equipos, materias primas, transporte, etc.

Vida útil del proyecto

Entendiendo como vida útil del proyecto el tiempo durante el cual, el proyecto de estudio puede ser utilizado y generar ingresos. A efectos de cálculo, se ha considerado un periodo de vida útil de la inversión de 10 años. Aunque a efectos de cálculos económicos se hayan considerado 10 años, se espera que la vida útil de la planta se extienda por 20 o 25 años.

Desglose de ingresos

En este proceso, se generan ingresos por la venta tanto del queroseno sintético como del diésel. El precio de venta del diésel es de 870 €/tonelada [31]. En este proceso se producen 204 kton/año, considerando 8000 horas/año de trabajo. Por otro lado, el precio del queroseno sintético producido se establece en 1932 €/tonelada (valor calculado con el fin de establecer el VAN=0), considerando este como el precio mínimo para que el proyecto sea rentable desde un punto de vista económico. El precio de venta de queroseno resulta bastante elevado al compararlo con el precio actual del queroseno, que en España se encuentra aproximadamente en los 850 €/tonelada [32]. Esto se debe a que el precio de los combustibles sostenibles actualmente es más elevado que el de sus rivales los combustibles fósiles. Al comparar el precio de venta del queroseno con el precio del biocombustible de aviación HEFA en 2020, cercano a los 1850 €/tonelada [33], se observa como el precio de venta es bastante razonable y adecuado. En la siguiente tabla se encuentra un resumen de los ingresos generados en este proceso:

Tabla 6, resumen ingresos generados en el proceso [elaboración propia]

Producción queroseno	31282	kg/h
Precio queroseno	1932	€/ton
Producción diesel	25447	kg/h
Coste diesel	870	€/ton
Ingresos productos	661	M€/año

Desglose de costes

Inversión

Para determinar la inversión inicial, se considera el material inmovilizado, el coste de equipos, infraestructura de planta y terrenos [8]. El coste total de equipos es de 166 millones de euros. Para calcular la inversión inicial total es necesario multiplicar este valor por el factor de Lang, que para el caso de este proyecto es 5 [34]. De esta manera, se obtiene un valor de 828 millones de euros de costes de inversión inicial, considerando un 5% del TIC como capital circulante.

Costes

Costes variables

Los costes asociados al proceso de producción se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 7, resumen costos asociados a las materias primas [elaboración propia]

Consumo CO₂	18354	kg/h
Coste CO₂	69	euros/tonelada
Consumo H₂	28011	kg/h
Coste H₂	1500	euros/tonelada
Coste materias primas	437	M€/año

Tabla 8, resumen costes asociados al proceso de producción [elaboración propia]

Variables	504	M€/año
Materias primas	437	M€/año
Producción	44	M€/año
Transporte	23	M€/año

Los costes se desglosan en:

- Materias primas: Las materias primas de este proceso son, el CO₂, con un consumo de 184 ton/h y un coste de 50

€/tonelada [34] y el hidrógeno verde, con un consumo de 28 ton/h y un coste asociado de 1500 €/tonelada [28].

- Costes de producción: incluyendo el coste de recursos energéticos de los equipos, el importe total de 44 millones de euros al año.

Tabla 9, resumen costes asociados a los recursos energéticos de los equipos [elaboración propia]

Name	Fluid	Rate	Rate Units	Cost per Hour	Cost Units
Electricity			Kw	4768,95	EURO/H
Cooling Water	Water	17496	m ³ /h	518,41	EURO/H
Steam @100PSI	Steam	1173,34	kg/h	19,68	EURO/H
Steam @165PSI	Steam	9317,91	kg/h	187,38	EURO/H

- Costes de gestión de productos: estimado en 23 millones de euros al año.

Costes fijos

Los costes fijos, están asociados a los salarios de los trabajadores, con un importe estimado de 975.000 €/año, considerando 15 trabajadores y un sueldo de 65000 €/año. Se añade un importe del 10% de los costes variables en concepto de seguros, limpieza, seguridad, etc.

Todos estos gastos se indican en la siguiente tabla:

Tabla 10, resumen costes fijos del proceso [elaboración propia]

Fijos	51,38	M€/año
Personal	0,98	M€/año
General	50,4	M€/año

El total del OPEX, suma de costes variables y fijos, asciende a 555 millones de euros/año

Flujos de caja

Los flujos de caja son la diferencia entre los ingresos y gastos. En la siguiente tabla se analizan los cobros y pagos determinados en los apartados anteriores. La amortización se estima de forma lineal a lo largos de los 10 años de vida del proyecto. La tasa de depreciación es del 10% anual [34]. Los impuestos son el 25% del BAI (Beneficios Antes de Impuestos) [34]. El resultado es el flujo de caja anual y total a lo largo de la vida del proyecto. En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Tabla 11, resumen flujos de caja a lo largo de la vida útil del proyecto [elaboración propia]

CashFlow	Year										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Description											
A1. CapEx	-853,25										
A2. Moving Capital		-41,42									
A. FI - Investment	-853,25	-41,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B1. Revenue		660,54	660,54	660,54	660,54	660,54	660,54	660,54	660,54	660,54	660,54
B2. OpEx		555,48	555,48	555,48	555,48	555,48	555,48	555,48	555,48	555,48	555,48
B. Profit		105,07	105,07	105,07	105,07	105,07	105,07	105,07	105,07	105,07	105,07
C1. Depreciation		-82,84	-82,84	-82,84	-82,84	-82,84	-82,84	-82,84	-82,84	-82,84	-82,84
C. BAI - Profit before Tax		22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23
D1. Taxes		-5,56	-5,56	-5,56	-5,56	-5,56	-5,56	-5,56	-5,56	-5,56	-5,56
D. BDI - Profit after Tax		16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
E1. Depreciation		82,84	82,84	82,84	82,84	82,84	82,84	82,84	82,84	82,84	82,84
E. FGO - Cash flow	-853,25	58,09	99,51	99,51	99,51	99,51	99,51	99,51	99,51	99,51	99,51
F. FGO-R - Cash Flow accumulated	-853,25	-795,16	-695,65	-596,14	-496,63	-397,12	-297,61	-198,10	-98,59	0,92	100,43

El valor del VAN (Valor Actual Neto) es 0 € y el valor del TIR (Tasa Interna de Retorno) es del 2%.

Análisis de sensibilidad

Los siguientes gráficos resultan significativos para el análisis de sensibilidad del proyecto. Se representa la evaluación del VAN y del TIR en función de las variables ingresos, gastos e inversión a lo largo de la vida del proyecto. También se representa el valor de los flujos anuales para determinar el año en el que se recuperará la inversión.

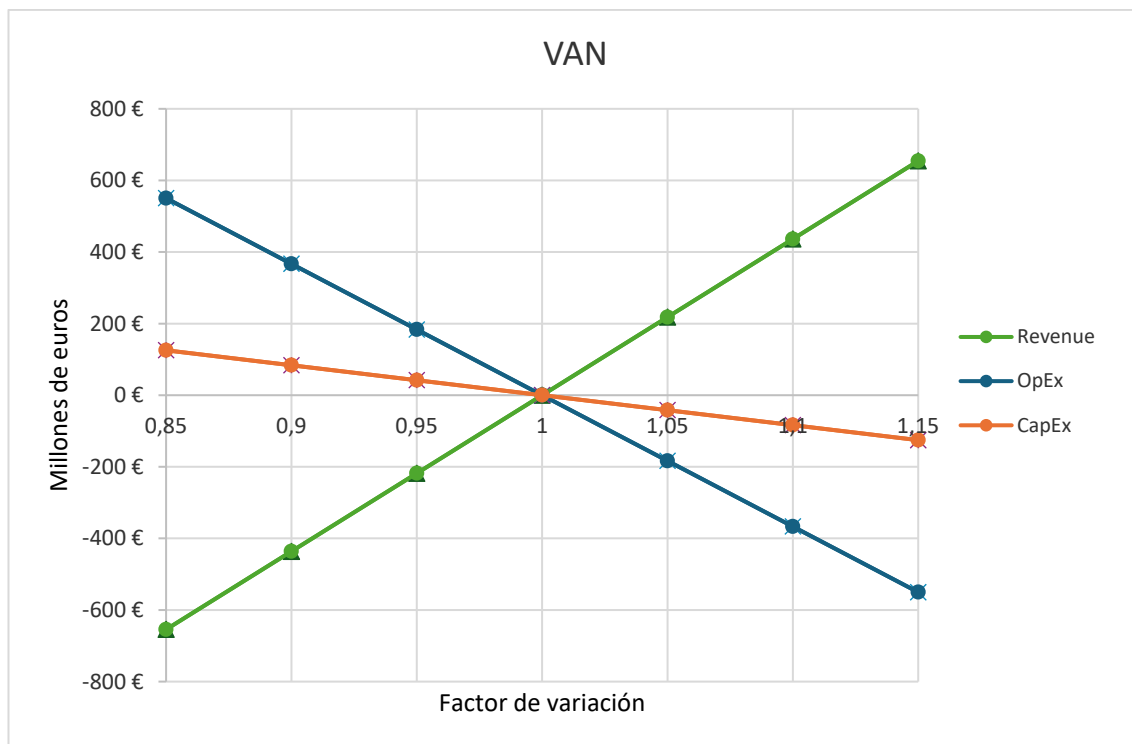


Figura 5, análisis de sensibilidad del VAN [elaboración propia]

En el eje horizontal de este gráfico, se representa el factor de variación, con valores desde 0,85 a 1,15. El eje vertical representa el Van en euros. La línea verde, que representa los ingresos, es ascendente, lo que indica que a medida que el factor de variación aumenta, los ingresos aumentan y por tanto en VAN también.

La línea de color azul, que representa los gastos operativos es descendente lo que sugiere que a medida que el factor de variación aumenta, los gastos operativos también aumentan, lo que reduce el valor del VAN. De igual manera sucede con la línea roja, que representa los gastos de capital, aunque la pendiente de esta es algo más leve.

En cuanto a la sensibilidad, se observa que el VAN es muy sensible a los cambios en los ingresos y gastos operativos. En el caso de los ingresos, un aumento en el factor de ingresos se traduce en un incremento considerable del VAN, haciendo atractivo el proyecto. En el caso de los gastos operativos, este cambio se traduce de manera inversa, decreciendo el VAN al aumentar el factor de variación, aunque se observa que la variación con los ingresos es más pronunciada, lo que hace que el proyecto sea más viable. En el caso de los gastos de capital, el valor del VAN es algo menos sensibles, lo que indica que el proyecto puede tolerar mejor las

variaciones en los gastos de capital, sin afectar demasiado a la rentabilidad de este.

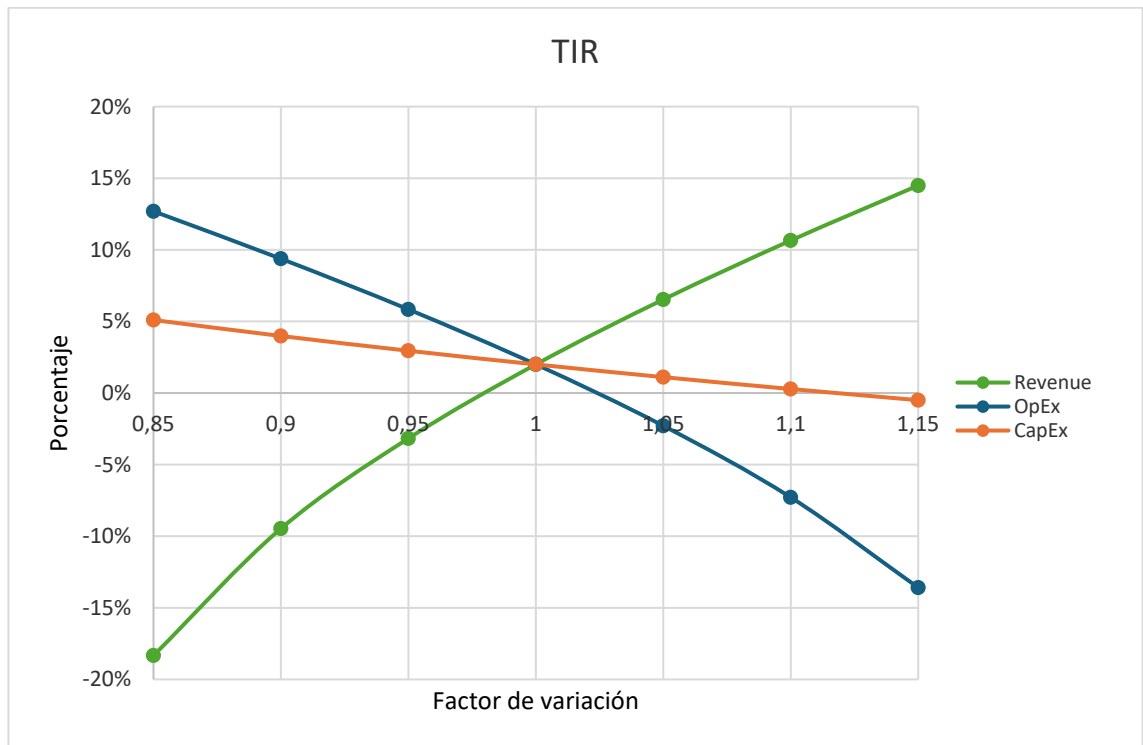


Figura 6, análisis de sensibilidad del TIR [elaboración propia]

El gráfico representa un análisis de sensibilidad de la Tasa Interna de Retorno (TIR), en función de variaciones en los ingresos, gastos operativos y gastos de capital. En el eje x se representa el factor de variación y en el eje y, se representa el TIR en porcentaje.

La línea de color verde, que representa los ingresos, es ascendente. Esto indica que a medida que el factor de variación aumenta, el TIR también aumenta significativamente. Los gastos operativos, representados por la línea de color azul, aumentan a medida que aumenta el factor de variación, lo que se traduce en un descenso del valor del TIR. De igual manera sucede con los gastos de capital, línea roja, aunque la pendiente de estos es algo menos pronunciada, lo que indica que el descenso del TIR es menor.

En cuanto a la sensibilidad, el TIR es altamente sensible a cambios en los ingresos y cambios operativos. En el caso de los ingresos, un aumento en el factor de ingresos se traduce en un incremento considerable del TIR, haciendo atractivo el proyecto. En el caso de los gastos operativos, este cambio se traduce de manera inversa. En el caso de los gastos de capital, el valor del TIR es algo menos

sensibles, lo que indica que el proyecto puede tolerar mejor las variaciones en los gastos de capital, sin afectar demasiado a la rentabilidad de este.

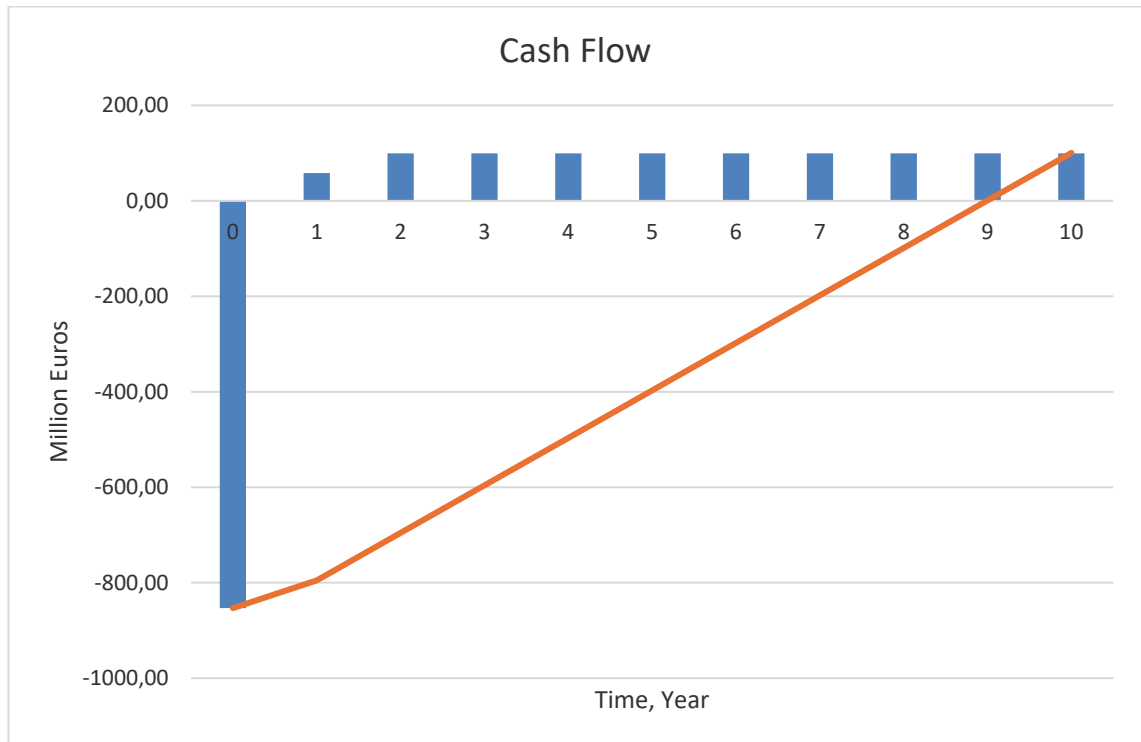


Figura 7, flujos de caja a lo largo de la vida útil del proyecto [elaboración propia]

Por último, en este último gráfico se representan los flujos de caja a lo largo de la vida útil del proyecto que son 10 años. En el eje horizontal se representa el tiempo en años y en el eje vertical, el flujo de caja en millones de euros.

Se puede observar que, en el año 0, se encuentra un flujo de caja negativo, que representa la inversión inicial, de aproximadamente 800 millones de euros. En los años 1 a 10, se representan los flujos de caja positivos y aproximadamente constante, con un valor de 100 millones de euros. La línea roja, que asciende de manera constante, representa la acumulación de flujos de caja positivos anuales. La línea roja cruza el eje alrededor del año 9, lo que representa el momento en que se recupera la inversión inicial del proyecto, alcanzando así el punto de equilibrio. A partir de este punto, los flujos de caja representan ganancias netas del proyecto.

Finalmente, aunque el precio del queroseno sintético es mucho mayor que el del queroseno convencional y el rendimiento económico del proyecto es bajo, este proceso es sostenible y el

valor final puede mejorar con una reducción de impuestos u otras medidas similares.

12. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha desarrollado la ingeniería básica de una planta de queroseno sintético con una producción de 250.00 t/año. Las conclusiones obtenidas son las siguiente:

- Aunque existen varias rutas para la producción del combustible sintético, se elige la vía de reacción de Fischer-Tropsch a bajas temperaturas, por ser la más eficiente energéticamente.
- Se obtiene un precio de venta del queroseno sintético de 1932 €/tonelada, que, comparado con el precio actual del queroseno (850 €/tonelada), resulta elevado. Al realizar la evaluación económica, se obtiene una recuperación de la inversión inicial del proyecto en 9 años, con un TIR del 2%.
- Muskiz, cercano al puerto de Bilbao, resulta un emplazamiento idóneo, ya que se encuentra cercano a una de las refinerías más importantes de España, permitiendo establecer una sinergia con la industria existente al recuperar CO₂ de las chimeneas de los hornos de la refinería y obtener hidrógeno verde mediante las plantas de electrólisis de agua disponibles. Promover este tipo de tecnologías en nuestro país, hacen que se posicione como puntero en la industria.
- Los indicadores de sostenibilidad que se obtienen en este proyecto son similares a los de otros proyectos que utilizan como materias primas CO₂ e hidrógeno. Se obtiene un valor bastante atractivo de 0,3 kg CO₂equivalente/kg producto, lo que implica que las emisiones indirectas de CO₂ en este proyecto no son demasiado elevadas. Otros indicadores de sostenibilidad importante son el consumo de agua (0,02m³CW/kg producto) y el indicador energy intensity (10 MJ/kg producto). El E-factor, al compararlo con otros procesos similares resulta elevado, con un valor de 3 kg residuo/kg producto, ya que el 30% del hidrógeno de entrada se transforma en el subproducto del proceso, agua. Es por eso que el rendimiento del H₂ (70%), es menor que el del CO₂, que tiene un valor cercano al 100%.

13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Repsol. *¿Qué es la transición energética?* En Repsol: Energía para el futuro del planeta. Visitado por última vez el 4 de julio de 2024, en <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/que-es-la-transicion-energetica/index.cshtml>
- [2] International Energy Agency. *Emisiones globales de CO₂ por sector, 2019-2022*. Visitado por última vez el 7 de julio de 2024, en <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-co2-emissions-by-sector-2019-2022>
- [3] Eurostat. (2022, agosto 23). *Greenhouse gas emissions falling in most source sectors*. En Eurostat. Visitado por última vez el 6 de julio de 2024, en <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220823-1>
- [4] IRENA. (2021, junio). *Perspectivas de la transición energética mundial: camino de 1.5 °C*. En IRENA. Visitado por última vez el 4 de julio de 2024, en <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Perspectivas-de-la-transicion-energetica-mundial>
- [5] Repsol. *Combustibles renovables*. Visitado por última vez el 7 de julio de 2024, en <https://www.repsol.com/es/productos-y-servicios/soluciones-de-movilidad/combustibles/combustibles-renovables/index.cshtml>
- [6] Repsol. *Combustibles sintéticos*. Visitado por última vez el 7 de julio de 2024, en <https://www.repsol.com/es/tecnologia-digitalizacion/technology-lab/movilidad-sostenible/combustibles-sinteticos/index.cshtml>
- [7] CORDIS. (2023, abril 6). *El queroseno sintético de fuentes renovables podría impulsar la transición hacia vuelos sin emisiones*. En CORDIS. Visitado por última vez el 4 de julio de 2024, en <https://cordis.europa.eu/article/id/443172-synthetic-kerosene-from-renewable-sources-could-power-the-transition-to-zero-emission-flying/es>
- [8] Atsonios, K., Li, J., & Inglezakis, V. J. (2023). *Process analysis and comparative assessment of advanced thermochemical pathways for e-kerosene production*. *Energy*, 278, 127868. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127868>
- [9] Atmosfair. (2024, junio 28). *Air travel and climate: German plant produces first quantities of carbon-neutral synthetic kerosene*. En Atmosfair. Visitado por última vez el 5 de julio de 2024, en <https://www.atmosfair.de/en/air-travel-and-climate-german-plant-produces-first-quantities-of-carbon-neutral-synthetic-kerosene/>

[10] Repsol. *Combustibles sintéticos a partir de H₂ renovable y CO₂*. En Repsol. Visitado por última vez el 5 de julio de 2024, en <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/ejes-sostenibilidad/medio-ambiente/economia-circular/nuestros-proyectos/combustibles-sinteticos/index.cshtml>

[11] Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Visitado por última vez el 30 de junio de 2024, en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

[12] Watanasiri, S., Paulechka, E., Lisa, K., Christensen, E., Muzny, C., & Dutta, A. (2023). *Prediction of sustainable aviation fuel properties for liquid hydrocarbons from hydrotreating biomass catalytic fast pyrolysis derived organic intermediates*. *Sustainable Energy & Fuels*, 7(1), 2413-2427. <https://doi.org/10.1039/D3SE00058C>

[13] Puerto de Bilbao. *Puerto Atlántico*. Visitado por última vez el 30 de junio de 2024, en <https://www.bilbaoport.eus/el-puerto/puerto-atlantico/>

[14] Google. Muskiz en Google Maps. Visitado por última vez el 26 de junio de 2024, en <https://www.google.es/maps/place/48550+Muskiz,+Vizcaya/@43.3224882,-3.1179854,1632m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0xd4ef7c97db416df:0x979a5bf85bf01bfd!8m2!3d43.3226028!4d-3.1138928!16zL20vMDg4ejMz?hl=es&entry=ttu>

[15] Euskadi Turismo. *Muskiz*. Visitado por última vez el 30 de junio de 2024, en <https://turismo.euskadi.eus/es/localidades/muskiz/aa30-12375/es/>

[16] El Clima y Tiempo. *Clima en Bilbao, España*. Visitado por última vez el 30 de junio de 2024, en <https://elclimaytiempo.com/espana/bilbao-3538722/>

[17] Climate-Data.org. *Clima: Bilbao, País Vasco, España*. Visitado por última vez el 30 de junio de 2024, en <https://es.climate-data.org/europe/espana/pais-vasco/bilbao-401/>

[18] González Jiménez, I. D. *Estructura y reactividad de catalizadores soportados de Pt en la reacción de desplazamiento de gas de agua* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Madrid]. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/100/22531_gonzalez_jimenez_ines_dacil.pdf

[19] Haldor Topsoe A/S. *Catalysts and process technology for syngas production*. Visitado por última vez el de julio de 2024, en <https://www.topsoe.com/processes/syngas>

[20] Babío Núñez, B. (2017). *Estudio de procesos de hydrocracking y mild hydrocracking: Evaluación de catalizadores en planta piloto y desarrollo de modelos para el proceso industrial* (Trabajo fin de grado). Universidad Politécnica de Madrid.

[21] ScienceAlpha. *La reacción de Sabatier*. Visitado por última vez el 7 de julio de 2024, en <https://sciencealpha.com/es/the-reaction-of-sabatier/>

[22] Sinnott, R., & Towler, G. (2020). *Chemical engineering design* (6ª ed.). En *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Series*. Butterworth-Heinemann (Elsevier). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102599-4.00001-5>

[23] Coker, A. K. (2007). *Ludwig's applied process design for chemical and petrochemical plants* (4ª ed., Vols. 1-3). Elsevier.

[24] Health and Safety Executive. *Technical measures in classified areas*. Visitado por última vez el 7 de julio de 2024, en <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeasareaclas.htm>

[25] Akcil, A., Erust, C., Gahan, C. S., Ozgun, M., Sahin, M., & Tuncuk, A. (2015). Precious metal recovery from waste printed circuit boards using cyanide and non-cyanide lixiviants –A review. *Waste Management*, 45, 258-271. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.017>

[26] Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2008). Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 312, 22.11.2008, pp. 3-30. Visitado por última vez en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098>

[27] Sheldon, R. A. (2018). Metrics of Green Chemistry and Sustainability: Past, Present, and Future. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(1), 32-48. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b03505>

[28] Vaquerizo, L., & Kiss, A. A. (2024). Thermally self-sufficient process for single-step coproduction of methanol and dimethyl ether by CO₂ hydrogenation. *Journal of Cleaner Production*, 441, 140949. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140949>

[29] Generalitat de Catalunya. *Factors d'emissió associats a l'energia*. Visitado por última vez el 1 de julio de 2024, en https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/factors_demissio_associats_a_lenergia/index.html

[30] ETE. *Costos producción de vapor*. Visitado por última vez el 1 de julio de 2024, en

<https://ete.es/costos-produccion-de-vapor-2/#:~:text=Producir%20un%20kg%20de%20vapor,vapor%20necesitamos%20aportar%200%2C69kw>

[31] Sánchez Pérez, P. (2024). *Precios de carburantes y combustibles: Datos de marzo de 2024*. Visitado por última vez el 4 de julio de 2024, en https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/weekly-oil-bulletin_en

[32] Jet-A1-Fuel. (2024). *Precio del combustible Jet A-1 en España*. Visitado por última vez el 4 de julio de 2024, en <https://jet-a1-fuel.com/price/spain>


[33] Agencia Internacional de Energía. (2024). *Precio del mercado de queroseno fósil comparado con el costo de producción de biocombustible de aviación HEFA (2019-2020)*. Visitado por última vez el 4 de julio de 2024, en <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/fossil-jet-kerosene-market-price-compared-with-hefa-aviation-biofuel-production-cost-2019-2020>

[34] Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). *Plant design and economics for chemical engineers* (5.ª ed.). McGraw-Hill.

[35] Sendeco2. *Precios del CO₂*. Visitado por última vez el 6 de julio de 2024, en <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>


14. ANEXOS

Lista de equipos

 Universidad de Valladolid					EQUIPMENT LIST		
REV.					JOB NO.	1	
DATE	22/06/24				UNIT	100	
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid	
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España	
REV.	ITEM NO.	QUANTITY	DESCRIPTION	ORIGIN (1)	DRIVER (1)	REMARKS	
1	C-101	1	Compresor entrada CO2	O	M		
2	C-102	1	Compresor entrada CO2	O	M		
3	C-103	1	Compresor entrada H2	O	M		
4	C-104	1	Compresor entrada H2	O	M		
5	C-105	1	Compresor alimentación reactor FT	O	M		
6	C-106	1	Compresor entrada H2	O			
7	E-101	1	Intercambiador interetapa compresión	O			
8	E-102	1	Intercambiador interetapa compresión	O			
9	E-103	1	Intercambiador de calor entrada rWGS	O			
10	E-104	1	Enfriador aire corriente salida reactor rWGS	O			
11	E-105	1	Enfriador corriente salida reactor rWGS	O			
12	E-106	1	Enfriador corriente salida reactor de FT	O			
13	E-107	1	Precaentador entrada hydrocracking	O			
14	E-108	1	Precaentador entrada columna stripper ligeros	O			
15	E-109	1	Condensador cabezas columna stripper ligeros	O			
16	E-110	1	Reboiler de fondo de columna stripper ligeros	O			
17	E-111	1	Condensador cabezas columna queroseno-diésel	O			
18	E-112	1	Reboiler de fondo de columna queroseno-diésel	O			
19	E-113	1	Cambiador de calor feed-effluent ATR	O			
20	E-114	1	Generador de vapor de alta	O			
21	E-115	1	Generador de vapor de media	O			
22	E-116	1	Enfriador recirculación CO2	O			
23	D-101	1	Depósito interetapa compresión	O			
24	D-102	1	Depósito interetapa compresión	O			
25	D-103	1	Flash effluente reactor rWGS	O			
26	D-104	1	Flash entrada hydrocracking	O			
27	D-105	1	Acumulador de cabeza columna stripper ligeros	O			
28	D-106	1	Pote de condensado reboiler E-110	O			
29	D-107	1	Acumulador de cabeza columna queroseno-diésel	O			
30	D-108	1	Pote de condensado reboiler E-112	O			
31	D-109	1	Flash entrada reactor ATR	O			
32	R-101	1	rWGS reactor producción CO y H2O	O			
33	R-102	1	Reactor de Fisher-Tropsch	O			
34	R-103	1	Reactor Hydrocracking	O			
35	R-104	1	Reactor ATR	O			
36	PSA-101	1	PSA recuperación CO2	O			
37	PSA-102	1	PSA recuperación H2	O			
38	P-101 A/B	2	Bomba de reflujo columna stripper ligeros	O	M		
39	P-102 A/B	2	Bomba de reflujo columna queroseno-diésel	O	M		
40	P-103 A/B	2	Bomba entrada columna queroseno-diésel	O	M		
41	P-104 A/B	2	Bomba recirculación	O	M		

LEGEND:
 1.- DRIVER: M - ELECTRIC MOTOR T - TURBINE ORIGIN: E - SPAIN O - OTHERS

Hojas de datos

 Universidad de Valladolid				COMPRESSOR PROCESS DATA SHEET			
REV.				JOB N°	1		
DATE	22/06/2024			UNIT	100		
BY	MIP			CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPR'V	LVM			LOCATION	Bilbao, España		
REV.							
1	ITEM NUMBER	C-101		QUANTITY	1		
2	SERVICE	Compresor entrada CO ₂					
3	TYPE	Centrifugo	LUBRICATION (Yes/No)	Yes			
4	OPERATION:Cont./Intermit.	Cont	OPERATING	1	SPARE	0	
5	LOCATION (Indoors/Outdoors)			ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	m		
6	ROOF COVERED (YES/NO)	Yes	DRIVER (Motor/Turbine)	Motor			
7	ALTERNATIVE SERVICES	Normal					
8	STREAM N°	1					
9	TEMPERATURE	20					
10	PRESSURE	1					
11	SUCTION TEMPERATURE	20					
12	DISCHARGE TEMPERATURE	130					
13	DISCHARGE PRESSURE	5					
14	COMPRESSION RATIO	2,2					
15	N° OF STAGES	2					
16	MASS FLOW	183545					
17	VOLUMETRIC FLOW (@ NC)	101065					
18	VOLUMETRIC FLOW (suction)	101065					
19	GAS COMPOSITION (1)	UNITS					
20	Components	f molar					
21	CO ₂	1					
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29	TOTAL	1					
30	Cp/Cv	1,3					
31	COMPRESSIBILITY FACTOR	1					
32							
33							
34	NOTES						
35	(1) For air compressor specify humidity						
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							



Universidad de Valladolid

COMPRESSOR PROCESS DATA SHEET

REV.					JOB N°	1
DATE	22/06/2024				UNIT	100
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España
REV.						
1	ITEM NUMBER	C-103			QUANTITY	1
2	SERVICE	Compresor entrada H ₂				
3	TYPE	Centrífugo	LUBRICATION (Yes/No)		Yes	
4	OPERATION:Cont./Intermit.	Cont	OPERATING		1	SPARE 0
5	LOCATION (Indoors/Outdoors)		ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL			m
6	ROOF COVERED (YES/NO)	Yes	DRIVER (Motor/Turbine)		Motor	
7	ALTERNATIVE SERVICES		Normal			
8	STREAM N°		H ₂			
9	TEMPERATURE		20			
10	PRESSURE		1			
11	SUCTION TEMPERATURE		20			
12	DISCHARGE TEMPERATURE		153			
13	DISCHARGE PRESSURE		5			
14	COMPRESSION RATIO		2.2			
15	N° OF STAGES		2			
16	MASS FLOW		28904			
17	VOLUMETRIC FLOW (@ NC)		349576			
18	VOLUMETRIC FLOW (suction)		349576			
19	GAS COMPOSITION (1)		UNITS			
20	Components		f molar			
21	H ₂		1			
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29	TOTAL		1			
30	Cp/Cv		1,4			
31	COMPRESSIBILITY FACTOR		1			
32						
33						
34	NOTES					
35	(1) For air compressor specify humidity					
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						



Universidad de Valladolid

COMPRESSOR PROCESS DATA SHEET

REV.					JOB N°	1				
DATE	22/06/2024				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	C-105			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Compresor entrada reactor Fisher-Tropsch								
3	TYPE	Centrífugo			LUBRICATION (Yes/No)	Yes				
4	OPERATION:Cont./Intermit.	Cont			OPERATING	1	SPARE	0		
5	LOCATION (Indoors/Outdoors)				ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	m				
6	ROOF COVERED (YES/NO)	Yes			DRIVER (Motor/Turbine)	Motor				
7	ALTERNATIVE SERVICES				Normal					
8	STREAM N°				16					
9	TEMPERATURE				37					
10	PRESSURE				5					
11	SUCTION TEMPERATURE				37					
12	DISCHARGE TEMPERATURE				170					
13	DISCHARGE PRESSURE				35					
14	COMPRESSION RATIO				2,6					
15	N° OF STAGES				2					
16	MASS FLOW				175437					
17	VOLUMETRIC FLOW (@ NC)				369741					
18	VOLUMETRIC FLOW (suction)				79848,3					
19	GAS COMPOSITION (1)				UNITS					
20	Components				f molar					
21	CO				0,354					
22	H ₂ O				0,012					
23	H ₂				0,633					
24	Metano				0,002					
25										
26										
27										
28										
29	TOTAL				1					
30	Cp/Cv				1,4					
31	COMPRESSIBILITY FACTOR				1					
32										
33										
34	NOTES									
35	(1) For air compressor specify humidity									
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										



Universidad de Valladolid

COMPRESSOR PROCESS DATA SHEET

REV.					JOB N°	1		
DATE	22/06/2024				UNIT	100		
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España		
REV.								
	1	ITEM NUMBER	C-106		QUANTITY	1		
	2	SERVICE	Tren de compresión H ₂ del hydrocracking					
	3	TYPE	Centrífugo	LUBRICATION (Yes/No)	Yes			
	4	OPERATION:Cont./Intermit.	Cont	OPERATING	1	SPARE	0	
	5	LOCATION (Indoors/Outdoors)		ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	m			
	6	ROOF COVERED (YES/NO)	Yes	DRIVER (Motor/Turbine)	Motor			
	7	ALTERNATIVE SERVICES		Normal				
	8	STREAM N°		HIDROG				
	9	TEMPERATURE	20					
	10	PRESSURE	1					
	11	SUCTION TEMPERATURE	20					
	12	DISCHARGE TEMPERATURE	160					
	13	DISCHARGE PRESSURE	35					
	14	COMPRESSION RATIO	2,4					
	15	N° OF STAGES	4					
	16	MASS FLOW	276					
	17	VOLUMETRIC FLOW (@ NC)	3337,25					
	18	VOLUMETRIC FLOW (suction)	3337,25					
	19	GAS COMPOSITION (1)	UNITS					
	20	Components	f molar					
	21	H ₂	1					
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29	TOTAL	1					
	30	Cp/Cv	1,4					
	31	COMPRESSIBILITY FACTOR	1					
	32							
	33							
	34	NOTES						
	35	(1) For air compressor specify humidity						
	36							
	37							
	38							
	39							
	40							
	41							
	42							
	43							
	44							



Universidad de Valladolid

COMPRESSOR PROCESS DATA SHEET

REV.					JOB N°	1				
DATE	22/06/2024				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	C-107			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Compresor entrada reactor ATR								
3	TYPE	Centrifugo			LUBRICATION (Yes/No)	Yes				
4	OPERATION:Cont./Intermit.	Cont			OPERATING	1	SPARE	0		
5	LOCATION (Indoors/Outdoors)				ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	m				
6	ROOF COVERED (YES/NO)	Yes			DRIVER (Motor/Turbine)	Motor				
7	ALTERNATIVE SERVICES				Normal					
8	STREAM N°				32					
9	TEMPERATURE				55					
10	PRESSURE				1					
11	SUCTION TEMPERATURE				55					
12	DISCHARGE TEMPERATURE				110					
13	DISCHARGE PRESSURE				5					
14	COMPRESSION RATIO				2.2					
15	N° OF STAGES				1					
16	MASS FLOW				4621					
17	VOLUMETRIC FLOW (@ NC)				1804,096					
18	VOLUMETRIC FLOW (suction)				2161,67					
19	GAS COMPOSITION (1)	UNITS								
20	Components				f molar					
21	CO				0,26					
22	CO ₂				0,01					
23	H ₂ O				0,04					
24	H ₂				0,04					
25	METHA-01				0,03					
26	ETHAN-01				0,01					
27	PROPA-01				0,01					
28	N-BUT-01				0,02					
29	N-PEN-01				0,20					
30	N-HEX-01				0,18					
31	N-HEP-01				0,12					
32	N-OCT-01				0,01					
33	PROPY-01				0,03					
34	2-BUT-01				0,05					
35	TOTAL				1					
36	Cp/Cv				1,1					
37	COMPRESSIBILITY FACTOR				1					
38	NOTES									
39	(1) For air compressor specify humidity									
40										
41										
42										
43										
44										
45										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1					
DATE	20/06/24				UNIT	100					
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid					
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España					
REV.											
1	ITEM NUMBER	E-101				QUANTITY	1				
2	SERVICE	Intercambiador interetapa compresor CO ₂ entrada									
3	OPERATING CASE										
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE	SHELL SIDE						
5	FLUID CIRCULATED				CO ₂	CW					
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out				
7	Gas				183545						
8	Liquid							118334			
9	Steam										
10	Incondensables										
11	Vaporized or condensate										
12	Condensate										
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)				kg/m ³			1008	1000		
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)				cP			0,89	0,72		
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				44	44					
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)				kcal/kg °C	0,2	0,2		1,005	1,01	
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)				Gcal/h	390	391		368	377	
18	THERMAL CONDUCTIVITY				kcal/m h °C	0,02	0,02		0,52		
19	SURFACE TENSION				dyna/cm			72,1			
20	TEMPERATURE INLET				°C	85,1		25			
21	OUTLET				°C	55		35			
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)				barg	2,2		4,5			
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP				bar	0,3		0,2			
24	FOULING FACTOR				m ² °C/W	0,0003		0,0002			
25	DUTY				kW	1514					
26	SURFACE OVERDESIGN				%	10 (1)					
27	DESIGN CONDITIONS										
28	PRESSURE				barg	4		10			
29	TEMPERATURE				°C	150 (2)		70			
30	MATERIALS										
31	Shell and cover	CS				Tubes	CS				
32	Floating head and cover	CS				Channel and cover	CS				
33	Fixed tubesheet	CS				Floating tubesheet	CS				
34	Wear plate	CS				Baffles	CS				
35	Joint type	CS	Gaskets								
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm						
37	NOZZLES	Tube side	Inlet	40	inch	Outlet	38	inch			
38		Shell side	Inlet	2	inch	Outlet	2	inch			
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1									
40	NOTES										
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.										
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).										
42											
43											
44											



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-102			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Enfriador interetapa compresor H ₂ entrada								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE	SHELL SIDE					
5	FLUID CIRCULATED				H ₂	CW				
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas				28904					
8	Liquid					529420				
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)				kg/m ³		1008	1000		
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)				cP		0,89	0,72		
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)					2	2			
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)				kcal/kg °C	3,5	3,5	1,01	1,01	
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)				Gcal/h	8	3	368	377	
18	THERMAL CONDUCTIVITY				kcal/m h °C	0,17	0,15	0,52		
19	SURFACE TENSION				dyna/cm				72,1	
20	TEMPERATURE INLET				°C	108,1		25		
21	OUTLET				°C	55		35		
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)				barg	2		4,5		
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP				bar	0,3		0,2		
24	FOULING FACTOR				m ² °C/W	0,0003		0,0002		
25	DUTY				kW	6157				
26	SURFACE OVERDESIGN				%	10 (1)				
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE				barg	3,5/FV		10		
29	TEMPERATURE				°C	110 (2)		70		
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS						
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS						
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS						
34	Wear plate	SS	Baffles	SS						
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Tube side	Inlet	76	inch	Outlet	70	inch		
38		Shell side	Inlet	6	inch	Outlet	6	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42										
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LCM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-103			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Intercambiador de calor entrada RWGS								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE	SHELL SIDE					
5	FLUID CIRCULATED				CO ₂ & H ₂ mixture	CO & H ₂ O mixture				
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas				360925	360295				
8	Liquid									
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)				kg/m ³					
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)				cP					
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				16	16	16	16		
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)				kcal/kg °C	0,5	0,6	0,6	0,5	
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)				Gcal/h	668	536	482	614	
18	THERMAL CONDUCTIVITY				kcal/m h °C	0,082	0,2	0,159	0,069	
19	SURFACE TENSION				dyna/cm					
20	TEMPERATURE INLET				°C	141,84		900		
21	OUTLET				°C	820		188,09		
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)				barg	5		5		
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP				bar	0,3		0,2		
24	FOULING FACTOR				m ² °C/W	0,0003		0,0002		
25	DUTY				kW	169102				
26	SURFACE OVERDESIGN				%	10 (1)				
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE				barg	6,8/FV (2)		6,8/FV (3)		
29	TEMPERATURE				°C	900		900		
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS						
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS						
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS						
34	Wear plate	SS	Baffles	SS						
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	66	inch	Outlet	108	inch		
38		Tube side	Inlet	110	inch	Outlet	70	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger shell side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42	(3) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
43										
44										



Universidad de Valladolid

AIRCOOLER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1		
DATE	22/06/24				UNIT	100		
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España		
REV.								
1	ITEM NUMBER	E-104		QUANTITY	1 (2)			
2	SERVICE	Aircooler enfriador salida rWGS						
3	OPERATING CASE							
4	TYPE		Units	SHELL SIDE		AIR SIDE		
5	FLUID CIRCULATED			mezcla CO & H ₂ O		Air		
6	FLOW	TOTAL	Normal (Máx.)	kg/h	Inlet	Outlet		
7		Gas			360924	280294	1556276	
8		Liquid				80675		
9		Steam						
10		Incondensables						
11		Fluid condensated						
12		Steam condensated						
13	DENSITY (Inlet/Outlet)			kg/m ³	2,1	3,68	1,27 1,14	
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)			cP		0,82		
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				16		28,95	
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)			kcal/kg °C	0,01	0,01	0,24 0,24	
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)			Gcal/h	614	379		
18	THERMAL CONDUCTIVITY			kcal/m h °C	0,06	0,27	0,02 0,02	
19	SURFACE TENSION			dyna/cm		67		
20	TEMPERATURE	INLET		°C	188		35	
21		OUTLET		°C	55		45	
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)			bar g	5		0,15	
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP			bar	0,3		0,05	
24	FOULING FACTOR			h m ² °C/kcal	0,0002		0,0001	
25	DUTY			MMkcal/h	80 (Note 1)			
26	SURFACE OVERDESIGN			%	10			
27	DESIGN CONDITIONS	PRESSURE		bar g	6,8		3,5	
28		TEMPERATURE		°C	250		50	
29		HEIGHT		m	12 (Note 2)			
30	MATERIALS	Tubes (type)	SS	Fins	SS			
31		Headers (type)	SS	Plugs/Gaskets	SS			
32		Louvres (type)	SS	Side Frames	SS			
33	CORROSION ALLOWANCE	3 mm						
34	NOZZLES	Inlet	110 inch	Outlet	52 inch			
35	COUPLING							
36	CONTROL	LOUVRES (Automatic/Manual):						
37		FANS	VARIABLE PITCH BLADE		% Automatic			
38			VARIABLE SPEED DRIVERS		% of Fans			
39	NOTES:							
40	(1) 15% Overdesign in duty to be considered.							
41	(2) To be confirmed in EPC stage based on final pipe rack elevation.							
42								
43								
44								



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1	
DATE	20/06/24				UNIT	100	
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid	
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao	
REV.							
1	ITEM NUMBER	E-105			QUANTITY	1	
2	SERVICE	Enfriador corriente de salida reactor rWGS					
3	OPERATING CASE						
4	TEMA Type	AEM	Units	TUBE SIDE		SHELL SIDE	
5	FLUID CIRCULATED			CO & H ₂ O mixture		CW	
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out
7	Gas			280249	274014		
8	Liquid			80675	86911	807938	
9	Steam						
10	Incondensables						
11	Vaporized or condensate						
12	Condensate						
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m ³	831,33	843,28	1008	1000
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP	0,82	1,03	0,89	0,72
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)			16	16		
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,6	0,6	1,005	1,01
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)		Gcal/h	684	692	368	377
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,27	0,30	0,52	
19	SURFACE TENSION		dyna/cm	67,03	70,39	72,1	
20	TEMPERATURE INLET		°C	55		25	
21	OUTLET		°C	35		35	
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	5		4,5	
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3		0,2	
24	FOULING FACTOR		m ² °C/W	0,0003		0,0002	
25	DUTY		kW	10336			
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)			
27	DESIGN CONDITIONS						
28	PRESSURE		barg	6,8/FV (2)		10	
29	TEMPERATURE		°C	150		70	
30	MATERIALS						
31	Shell and cover	SS		Tubes	SS		
32	Floating head and cover	SS		Channel and cover	SS		
33	Fixed tubesheet	SS		Floating tubesheet	SS		
34	Wear plate	SS		Baffles	SS		
35	Joint type	SS	Gaskets				
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm		
37	NOZZLES	Tube side	Inlet	52	inch	Outlet	50
38		Shell side	Inlet	9	inch	Outlet	9
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1					
40	NOTES						
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.						
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).						
42							
43							
44							



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB Nº	1			
DATE	20/06/24				UNIT	100			
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid			
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao			
REV.									
1	ITEM NUMBER	E-106			QUANTITY	1			
2	SERVICE	Enfriador corriente de salida reactor Fisher-Tropsch							
3	OPERATING CASE								
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE		SHELL SIDE			
5	FLUID CIRCULATED			Salida reactor FT		CW			
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out		
7	Gas			132534	89806				
8	Liquid			43157	85885	6630100			
9	Steam								
10	Incondensables								
11	Vaporized or condensate								
12	Condensate								
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)			kg/m ³	450,11	951,46	1008	1000	
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)			cP	0,52	0,72	0,89	0,72	
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				28,6	28,6			
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)			kcal/kg °C	0,6	0,7	1,005	1,01	
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)			Gcal/h	292	50	368	377	
18	THERMAL CONDUCTIVITY			kcal/m h °C	0,05	0,94	0,52		
19	SURFACE TENSION			dyna/cm	18,07		72,1		
20	TEMPERATURE INLET			°C	240		25		
21	OUTLET			°C	35		35		
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)			barg	35		4,5		
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP			bar	0,3		0,2		
24	FOULING FACTOR			m ² °C/W	0,0003		0,0002		
25	DUTY			kW	84822				
26	SURFACE OVERDESIGN			%	10 (1)				
27	DESIGN CONDITIONS								
28	PRESSURE			barg	39/FV (2)		10		
29	TEMPERATURE			°C	250		70		
30	MATERIALS								
31	Shell and cover	SS	Tubes			SS			
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover			SS			
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet			SS			
34	Wear plate	SS	Baffles			SS			
35	Joint type	SS	Gaskets						
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm				
37	NOZZLES	Tube side	Inlet	14	inch	Outlet	6	inch	
38		Shell side	Inlet	72	inch	Outlet	72	inch	
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1							
40	NOTES								
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.								
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).								
42									
43									
44									



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB Nº	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-107			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Precalentador entrada Hydrocracking								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE	SHELL SIDE					
5	FLUID CIRCULATED				Mezcla salida reactor FT	Mezcla salida reactor ATR				
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas			942	2835	61548				
8	Liquid			64290	62398					
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m ³	556,93	500,55					
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP	1,52	0,32					
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)			144,9	144,9	27	27			
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,5	0,7	0,4	0,4			
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)		Gcal/h	29	23	103	108			
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,11	0,08	0,10	0,08			
19	SURFACE TENSION		dyna/cm	20,24	9,8					
20	TEMPERATURE INLET		°C	52			930			
21	OUTLET		°C	200			678			
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	35			5			
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3			0,2			
24	FOULING FACTOR		m ² °C/W	0,0003			0,0002			
25	DUTY		kW	7476						
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)						
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE		barg	39/FV (2)			6,8/FV (3)			
29	TEMPERATURE		°C	250			940			
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS						
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS						
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS						
34	Wear plate	SS	Baffles	SS						
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	36	inch	Outlet	32	inch		
38		Tube side	Inlet	4	inch	Outlet	4	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger shell side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42	(3) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1					
DATE	20/06/24				UNIT	100					
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid					
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao					
REV.											
1	ITEM NUMBER			E-108		QUANTITY	1				
2	SERVICE			Precalentador entrada columna 1							
3	OPERATING CASE										
4	TEMA Type			BEU	Units	TUBE SIDE		SHELL SIDE			
5	FLUID CIRCULATED			Mezcla salida hydrocracking							CW
6	FLOW	TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas				34447	5259					
8	Liquid				30785	59974	488459				
9	Steam										
10	Incondensables										
11	Vaporized or condensate										
12	Condensate										
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)			kg/m ³	560,44	604,3	1008	1000			
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)			cP	0,41	0,56	0,89	0,72			
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				144,9	144,9					
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)			kcal/kg °C	0,6	0,6	1,005	1,01			
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)			Gcal/h	24	28	368	377			
18	THERMAL CONDUCTIVITY			kcal/m h °C	0,04	0,08	0,52				
19	SURFACE TENSION			dyna/cm	15,51	11,6	72,1				
20	TEMPERATURE INLET			°C	194,36			25			
21	OUTLET			°C	120			35			
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)			barg	1			4,5			
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP			bar	0,3			0,2			
24	FOULING FACTOR			m ² °C/W	0,0003			0,0002			
25	DUTY			kW	6249						
26	SURFACE OVERDESIGN			%	10 (1)						
27	DESIGN CONDITIONS										
28	PRESSURE			barg	3,5/FV (2)			10			
29	TEMPERATURE			°C	200			70			
30	MATERIALS										
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS							
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS							
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS							
34	Wear plate	SS	Baffles	SS							
35	Joint type	SS	Gaskets								
36	CORROSION ALLOWANCE		Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES		Tube side	Inlet	6	inch	Outlet	18	inch		
38			Shell side	Inlet	6	inch	Outlet	6	inch		
39	CODE REQUIREMENTS			ASME VIII Div 1							
40	NOTES										
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.										
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).										
42											
43											
44											



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1			
DATE	20/06/24				UNIT	100			
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid			
APPR'V	LCM				LOCATION	Bilbao, España			
REV.									
1	ITEM NUMBER	E-109			QUANTITY	1			
2	SERVICE	Condensador de cabezas stripper ligeros							
3	OPERATING CASE								
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE		SHELL SIDE			
5	FLUID CIRCULATED			Vapor top stripper ligeros		CW			
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out		
7	Gas			32530	633				
8	Liquid				31897		248623		
9	Steam								
10	Incondensables								
11	Vaporized or condensate								
12	Condensate								
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m ³			1008	1000		
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP			0,89	0,72		
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)			64	64				
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,4	0,03	1,005	1,01		
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)		Gcal/h	5	2	368	377		
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,01	0,01		0,52		
19	SURFACE TENSION		dyna/cm				72,1		
20	TEMPERATURE INLET		°C	92		25			
21	OUTLET		°C	65		35			
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	1		4,5			
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3		0,2			
24	FOULING FACTOR		m ² °C/W	0,0003		0,0002			
25	DUTY		kW	3180					
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)					
27	DESIGN CONDITIONS								
28	PRESSURE		barg	3,5/FV (2)		10			
29	TEMPERATURE		°C	80		50			
30	MATERIALS								
31	Shell and cover	SS		Tubes	SS				
32	Floating head and cover	SS		Channel and cover	SS				
33	Fixed tubesheet	SS		Floating tubesheet	SS				
34	Wear plate	SS		Baffles	SS				
35	Joint type	SS	Gaskets						
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm				
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	26	inch	Outlet	26	inch	
38		Tube side	Inlet	4	inch	Outlet	4	inch	
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1							
40	NOTES								
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.								
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).								
42									
43									
44									



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LCM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-110			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Reboiler fondos stripper ligeros								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE			SHELL SIDE			
5	FLUID CIRCULATED				Fondo stripper ligeros			HPS		
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas				58900	10850				
8	Liquid			117800	58900		10850			
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m ³	571			1000			
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP	0,38			0,72			
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				64	18				
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,4	0,03	1,005	1,01			
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)		Gcal/h	5	2	368	377			
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,01	0,01		0,52			
19	SURFACE TENSION		dyna/cm				72,1			
20	TEMPERATURE INLET		°C	155			200			
21	OUTLET		°C	175			200			
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	1			10			
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3			0,2			
24	FOULING FACTOR		m ² °C/W	0,0003			0,0002			
25	DUTY		kW	5686						
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)						
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE		barg	3,5/FV (2)			11,8			
29	TEMPERATURE		°C	200			210			
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS		Tubes	SS					
32	Floating head and cover	SS		Channel and cover	SS					
33	Fixed tubesheet	SS		Floating tubesheet	SS					
34	Wear plate	SS		Baffles	SS					
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	2	inch	Outlet	26	2	inch	
38		Tube side	Inlet	4	inch	Outlet	4	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42										
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LCM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-111			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Condensador de cabezas columna de queroseno								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE			SHELL SIDE			
5	FLUID CIRCULATED				Cabeza columna queroseno			CW		
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas			64939						
8	Liquid				64939		543704			
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m ³		586		1000			
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP		0,25		0,72			
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)			147		18				
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,09	0,09	1,005	1,01			
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)		Gcal/h	19	14	368	377			
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,17	0,15		0,52			
19	SURFACE TENSION		dyna/cm		11,40		72,1			
20	TEMPERATURE INLET		°C	190			25			
21	OUTLET		°C	160			35			
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	1			10			
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3			0,2			
24	FOULING FACTOR		m ² °C/W	0,0003			0,0002			
25	DUTY		kW	6956						
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)						
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE		barg	3,5/FV (2)			11,8			
29	TEMPERATURE		°C	200			50			
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS		Tubes	SS					
32	Floating head and cover	SS		Channel and cover	SS					
33	Fixed tubesheet	SS		Floating tubesheet	SS					
34	Wear plate	SS		Baffles	SS					
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	2	inch	Outlet	26	2	inch	
38		Tube side	Inlet	4	inch	Outlet	4	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42										
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LCM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-112			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Reboiler fondos columna queroseno								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE			SHELL SIDE			
5	FLUID CIRCULATED				Fondos stripper ligeros			HPS		
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas				498	16721				
8	Liquid		621	123			16721			
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m³	517			1000			
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP	0,2			0,72			
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				211	18				
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,2	0,2	1,005	1,01			
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)			9	2	368	377			
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,01	0,01		0,52			
19	SURFACE TENSION		dyna/cm				72,1			
20	TEMPERATURE INLET		°C	250			290			
21	OUTLET		°C	260			290			
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	1			12			
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3			0,2			
24	FOULING FACTOR		m² °C/W	0,0003			0,0002			
25	DUTY		kW	8465						
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)						
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE		barg	3,5/FV (2)			13,8/FV (3)			
29	TEMPERATURE		°C	190			300			
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS						
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS						
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS						
34	Wear plate	SS	Baffles	SS						
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	1	inch	Outlet	1	inch		
38		Tube side	Inlet	2	inch	Outlet	2	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger shell side can be subjected to steam out using LPS (Td = 70°C, Pd = 2 barg).									
42										
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LvM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-113			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Cambiador de calor feed-effluent ATR								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE	SHELL SIDE					
5	FLUID CIRCULATED				Mezcla salida reactor ATR	Mezcla recirculación ATR				
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas			61548		24506				
8	Liquid									
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)				kg/m ³					
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)				cP					
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)					27	27	28,1	28,1	
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)				kcal/kg °C	0,4	0,4	0,3	0,3	
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)				Gcal/h	102	103	23	22	
18	THERMAL CONDUCTIVITY				kcal/m h °C	0,11	0,10	0,03	0,03	
19	SURFACE TENSION				dyna/cm					
20	TEMPERATURE INLET				°C	950		50		
21	OUTLET				°C	930		117		
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)				barg	5		35		
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP				bar	0,3		0,2		
24	FOULING FACTOR				m ² °C/W	0,0003		0,0002		
25	DUTY				kW			597		
26	SURFACE OVERDESIGN				%			10 (1)		
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE				barg	6,8/FV (2)		39/FV (3)		
29	TEMPERATURE				°C	970		150		
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS						
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS						
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS						
34	Wear plate	SS	Baffles	SS						
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	6	inch	Outlet	6	inch		
38		Tube side	Inlet	36	inch	Outlet	36	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger shell side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42	(3) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB Nº	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-114			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Generador de vapor de alta								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE	SHELL SIDE					
5	FLUID CIRCULATED				Mezcla salida reactor ATR			MPBFW/MPS		
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas				61548			22841		
8	Liquid						22841			
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)						1008			
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)						0,8			
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)				27		27		18	
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)				kcal/kg °C		0,01		0,01	
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)				Gcal/h		118		120	
18	THERMAL CONDUCTIVITY				kcal/m h °C		0,08		0,06	
19	SURFACE TENSION				dyna/cm					
20	TEMPERATURE INLET				°C		680		250	
21	OUTLET				°C		270		250	
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)				barg		5		10	
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP				bar		0,3		0,2	
24	FOULING FACTOR				m ² °C/W		0,0003		0,0002	
25	DUTY				kW		11195			
26	SURFACE OVERDESIGN				%		10 (1)			
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE				barg		6,8/FV (2)		11,8	
29	TEMPERATURE				°C		700		270	
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS						
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS						
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS						
34	Wear plate	SS	Baffles	SS						
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	24	inch	Outlet	22	inch		
38		Tube side	Inlet	2	inch	Outlet	20	inch		
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger shell side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42										
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB Nº	1				
DATE	20/06/24				UNIT	100				
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid				
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España				
REV.										
1	ITEM NUMBER	E-115			QUANTITY	1				
2	SERVICE	Generador de vapor de media								
3	OPERATING CASE									
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE	SHELL SIDE					
5	FLUID CIRCULATED				Mezcla salida reactor ATR		MPBFW/MPS			
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out			
7	Gas			61548						
8	Liquid					3920				
9	Steam									
10	Incondensables									
11	Vaporized or condensate									
12	Condensate									
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m ³			1008				
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP			0,8				
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)			27	27			18		
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,01	0,01	1,005	0,95			
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)		Gcal/h	118	120	103	109			
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,08	0,06	0,05	0,61			
19	SURFACE TENSION		dyna/cm							
20	TEMPERATURE INLET		°C	270		150				
21	OUTLET		°C	170		150				
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	5		5				
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3		0,2				
24	FOULING FACTOR		m ² °C/W	0,0003		0,0002				
25	DUTY		kW	2525						
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)						
27	DESIGN CONDITIONS									
28	PRESSURE		barg	6,8/FV (2)		6,8				
29	TEMPERATURE		°C	170		170				
30	MATERIALS									
31	Shell and cover	SS	Tubes	SS						
32	Floating head and cover	SS	Channel and cover	SS						
33	Fixed tubesheet	SS	Floating tubesheet	SS						
34	Wear plate	SS	Baffles	SS						
35	Joint type	SS	Gaskets							
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm					
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	2	inch	Outlet	20			inch
38		Tube side	Inlet	32	inch	Outlet	24			inch
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1								
40	NOTES									
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.									
41	(2) Heat exchanger shell side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).									
42										
43										
44										



Universidad de Valladolid

HEAT EXCHANGER PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1			
DATE	20/06/24				UNIT	100			
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid			
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España			
REV.									
1	ITEM NUMBER	E-116			QUANTITY	1			
2	SERVICE	Enfriador final salida ATR							
3	OPERATING CASE								
4	TEMA Type	BEU	Units	TUBE SIDE		SHELL SIDE			
5	FLUID CIRCULATED			Mezcla salida reactor ATR		CW			
6	FLOW TOTAL.	Normal (Máx.)	kg/h	In	Out	In	Out		
7	Gas			61548	51493				
8	Liquid				10055		804240		
9	Steam								
10	Incondensables								
11	Vaporized or condensate								
12	Condensate								
13	LIQUID DENSITY (Inlet/Outlet)		kg/m³		831,35	1008	100		
14	VISCOSITY-LIQUID (Inlet/Outlet)		cP		0,83	0,8	0,72		
15	MOLECULAR WEIGHT-GAS (Inlet/Outlet)			27	27		18		
16	SPECIFIC HEAT (Inlet/Outlet)		kcal/kg °C	0,01	0,01	1,01	1,01		
17	ENTHALPY (Inlet/Outlet)		Gcal/h	120	90	368	377		
18	THERMAL CONDUCTIVITY		kcal/m h °C	0,08	0,30		0,52		
19	SURFACE TENSION		dyna/cm		67,0		72,1		
20	TEMPERATURE INLET		°C	170			25		
21	OUTLET		°C	55			35		
22	OPERATING PRESSURE (Normal, Inlet)		barg	5			4,5		
23	ALLOWABLE PRESSURE DROP		bar	0,3			0,2		
24	FOULING FACTOR		m² °C/W	0,0003			0,0002		
25	DUTY		kW	10288					
26	SURFACE OVERDESIGN		%	10 (1)					
27	DESIGN CONDITIONS								
28	PRESSURE		barg	6,8/FV (2)			10		
29	TEMPERATURE		°C	170			70		
30	MATERIALS								
31	Shell and cover	SS		Tubes	SS				
32	Floating head and cover	SS		Channel and cover	SS				
33	Fixed tubesheet	SS		Floating tubesheet	SS				
34	Wear plate	SS		Baffles	SS				
35	Joint type	SS	Gaskets						
36	CORROSION ALLOWANCE	Shell side	mm	Tube side	mm				
37	NOZZLES	Shell side	Inlet	6	inch	Outlet	6	inch	
38		Tube side	Inlet	22	inch	Outlet	16	inch	
39	CODE REQUIREMENTS	ASME VIII Div 1							
40	NOTES								
41	(1) An additional 10% of overdesign in duty is required.								
41	(2) Heat exchanger tube side can be subjected to steam out using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).								
42									
43									
44									

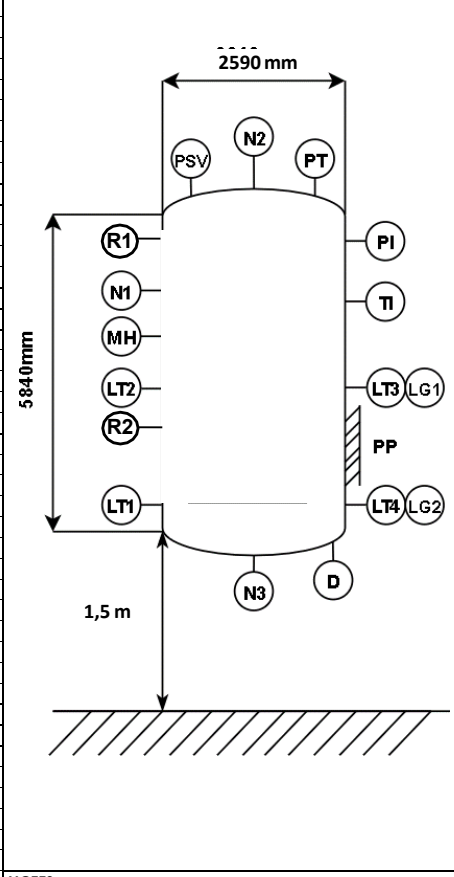


Universidad de Valladolid


VESSEL PROCESS DATA SHEET


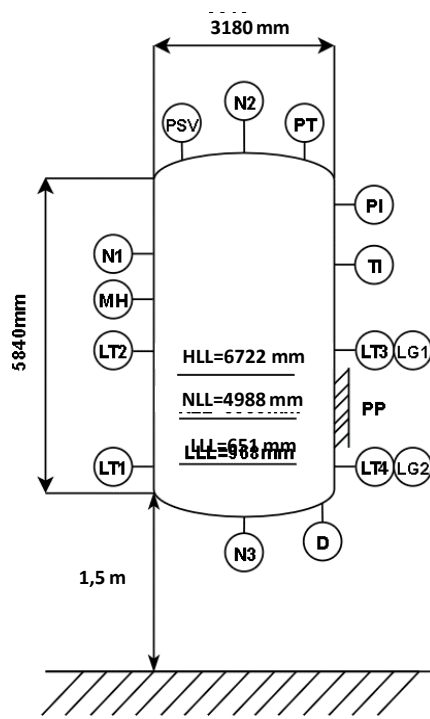
REV.	0	JOB Nº	1
DATE	22/06/24	UNIT	100
BY	MIP	CLIENT	Universidad de Valladolid
APPRV	LVM	LOCATION	Bilbao, España


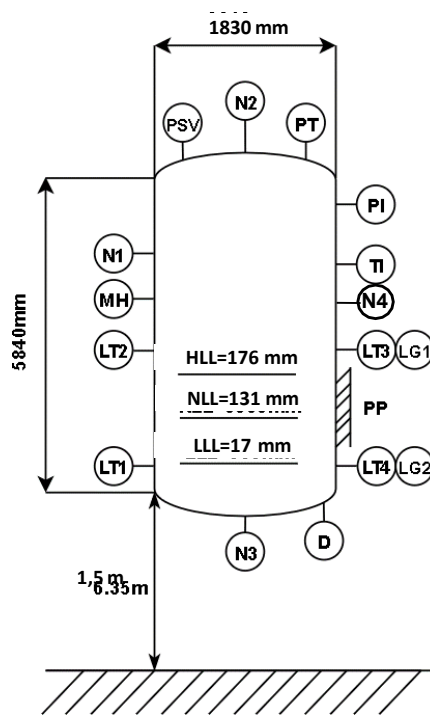
REV.	Item Number: D-101 Quantity: 1			
	Service: KO drum intercetapa compresor entrada CO ₂			
	Fluid: CO ₂			
	Volume	34,1 m ³		
	Diameter (ID)	2590 mm	Height (TL-TL)	6480 mm
	Horizontal or Vertical Vertical			
	Demister	Yes	0,05 bar	Thickness Note 1 mm
	PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C	
	Operating	Design	Operating	Design
11	Shell	1,7	3,5	50 85
12	Jacket	-	-	-
13	Coil	-	-	-
14				
	MATERIAL		CORR. ALLOW.	
16	Shell	SS	Note 1	mm
17	Heads	SS	Note 1	mm
18	Jacket	-	-	mm
19	Coil	-	-	mm
20	Demister	SS	Note 1	mm
21				
22	Internal liner	NO	Thickness:	- mm
23	Heads type 2:1 Ellipsoidal			
24	Code ASME VIII Div 1			
25	Liquid height	mm		
26	Specific Gravity	2,52	@	50 °C
27	Steam Out conditions	FV	bar g	@ 150 °C
28	Stress Relieve for Process Reasons NO			
29	Minimum Elevation (BTL to Grade) 1,5 m			
30	Insulation:	Type	PP	
31	Thickness Note 1 mm			
32	Radiograph NO			
33				
34	NOZZLES			
35	Mark Nº	Quantity	Size	Service
36	N1	1	38"	Fluid Inlet
37	R1	1	26"	Recirculation Inlet
38	R1	1	28"	Recirculation Inlet
39	N2	1	56"	Vapor Outlet
40	N3	1	2"	Liquid Outlet
41	PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter
42	PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator
43	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator
44	LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter
45	LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter
46	LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass
47	D	1	1"	Drain
48	MH	1	24"	Manhole
49	PSV	1	6"	PSV Inlet Line
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				


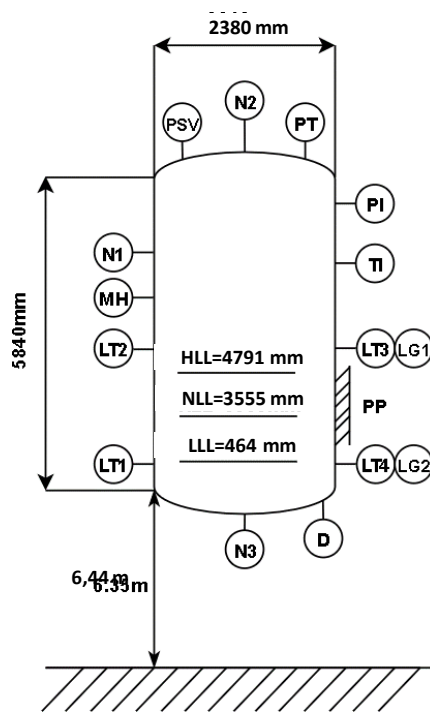



NOTES	
(1) To be confirmed in EPC stage.	
(2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).	

 Universidad de Valladolid					VESSEL PROCESS DATA SHEET																																																																																																																														
REV.	0				JOB Nº	1																																																																																																																													
DATE	22/06/24				UNIT	100																																																																																																																													
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid																																																																																																																													
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España																																																																																																																													
REV.	1 Item Number: D-102 Quantity: 1 2 Service: KO drum interetapa compresor H ₂ 3 Fluid: H ₂ 4 Volume: 9,3 m ³ 5 Diameter (ID) 1680 mm Height (TL-TL) 4190 mm 6 Horizontal or Vertical Vertical 7 Demister Yes } 0,05 bar Thickness Note 1 mm 8 9 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">PRESSURE bar g</th> <th colspan="2">TEMPERATURE °C</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Operating</th> <th>Design</th> <th>Operating</th> <th>Design</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11 Shell</td> <td>1,7</td> <td>3,5</td> <td>55</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>12 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>13 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">MATERIAL</th> <th colspan="2">CORR. ALLOW.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16 Shell</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17 Heads</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 Demister</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 21 22 Internal liner NO Thickness: - mm 23 Heads type 2:1 Ellipsoidal 24 Code ASME VIII Div 1 25 Liquid height mm 26 Specific Gravity 2,52 @ 55 °C 27 Steam Out conditions FV bar g @ 150 °C 28 Stress Relieve for Process Reasons NO 29 Minimum Elevation (BTL to Grade) 1,5 mm 30 Insulation: Type PP 31 Thickness Note 1 mm 32 Radiograph NO 33 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">NOZZLES</th> </tr> <tr> <th>Mark Nº</th> <th>Quantity</th> <th>Size</th> <th colspan="2">Service</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>36 N1</td> <td>1</td> <td>70"</td> <td colspan="2">Fluid Inlet</td> </tr> <tr> <td>37 N2</td> <td>1</td> <td>70"</td> <td colspan="2">Vapor Outlet</td> </tr> <tr> <td>38 N3</td> <td>1</td> <td>2"</td> <td colspan="2">Liquid Outlet</td> </tr> <tr> <td>39 PT</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Transmitter</td> </tr> <tr> <td>40 PI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Indicator</td> </tr> <tr> <td>41 TI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Temperature Indicator</td> </tr> <tr> <td>42 LT1, LT2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>43 LT3, LT4</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>44 LG1, LG2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Glass</td> </tr> <tr> <td>45 D</td> <td>1</td> <td>1"</td> <td colspan="2">Drain</td> </tr> <tr> <td>46 MH</td> <td>1</td> <td>24"</td> <td colspan="2">Manhole</td> </tr> <tr> <td>47 PSV</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">PSV Inlet Line</td> </tr> </tbody> </table> 48 49 50 51 52 53 54 55 56						PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C			Operating	Design	Operating	Design	11 Shell	1,7	3,5	55	108	12 Jacket	-	-	-	-	13 Coil	-	-	-	-		MATERIAL		CORR. ALLOW.		16 Shell	SS	Note 1	mm		17 Heads	SS	Note 1	mm		18 Jacket	-	-	mm		19 Coil	-	-	mm		20 Demister	SS	Note 1	mm		NOZZLES					Mark Nº	Quantity	Size	Service		36 N1	1	70"	Fluid Inlet		37 N2	1	70"	Vapor Outlet		38 N3	1	2"	Liquid Outlet		39 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter		40 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator		41 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator		42 LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter		43 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter		44 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass		45 D	1	1"	Drain		46 MH	1	24"	Manhole		47 PSV	1	6"	PSV Inlet Line		
	PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C																																																																																																																																
	Operating	Design	Operating	Design																																																																																																																															
11 Shell	1,7	3,5	55	108																																																																																																																															
12 Jacket	-	-	-	-																																																																																																																															
13 Coil	-	-	-	-																																																																																																																															
	MATERIAL		CORR. ALLOW.																																																																																																																																
16 Shell	SS	Note 1	mm																																																																																																																																
17 Heads	SS	Note 1	mm																																																																																																																																
18 Jacket	-	-	mm																																																																																																																																
19 Coil	-	-	mm																																																																																																																																
20 Demister	SS	Note 1	mm																																																																																																																																
NOZZLES																																																																																																																																			
Mark Nº	Quantity	Size	Service																																																																																																																																
36 N1	1	70"	Fluid Inlet																																																																																																																																
37 N2	1	70"	Vapor Outlet																																																																																																																																
38 N3	1	2"	Liquid Outlet																																																																																																																																
39 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter																																																																																																																																
40 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator																																																																																																																																
41 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator																																																																																																																																
42 LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																
43 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																
44 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass																																																																																																																																
45 D	1	1"	Drain																																																																																																																																
46 MH	1	24"	Manhole																																																																																																																																
47 PSV	1	6"	PSV Inlet Line																																																																																																																																
					NOTES (1) To be confirmed in EPC stage. (2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).																																																																																																																														


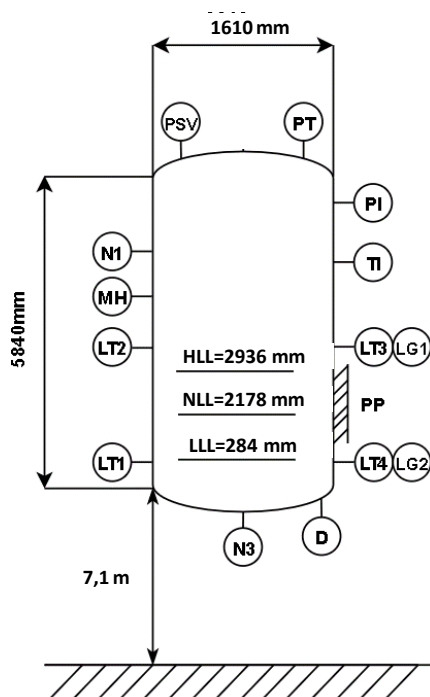
 Universidad de Valladolid					VESSEL PROCESS DATA SHEET																																																																																																																														
REV.	0				JOB Nº	1																																																																																																																													
DATE	22/06/24				UNIT	100																																																																																																																													
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid																																																																																																																													
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España																																																																																																																													
REV.	1 Item Number: D-103 Quantity: 1 2 Service: Flash effluente reactor rWGS 3 Fluid: Mezcla de CO & H ₂ O 4 Volume: 63 m ³ 5 Diameter (ID) 3180 mm Height (TL-TL) 7940 mm 6 Horizontal or Vertical Vertical 7 Demister Yes } 0,05 bar Thickness Note 1 mm 8 9 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">PRESSURE bar g</th> <th colspan="2">TEMPERATURE °C</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Operating</th> <th>Design</th> <th>Operating</th> <th>Design</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11 Shell</td> <td>4,4</td> <td>6,2</td> <td>35</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>12 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>13 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">MATERIAL</th> <th colspan="2">CORR. ALLOW.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16 Shell</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17 Heads</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 Demister</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 21 22 Internal liner NO Thickness: - mm 23 Heads type 2:1 Ellipsoidal 24 Code ASME VIII Div 1 25 Liquid height 6939 mm 26 Specific Gravity 0,840 @ 55 °C 27 Steam Out conditions FV bar g @ 150 °C 28 Stress Relieve for Process Reasons NO 29 Minimum Elevation (BTL to Grade) 1,5 m 30 Insulation: Type PP 31 Thickness Note 1 mm 32 Radiograph NO 33 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">NOZZLES</th> </tr> <tr> <th>Mark Nº</th> <th>Quantity</th> <th>Size</th> <th colspan="2">Service</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>36 N1</td> <td>1</td> <td>50"</td> <td colspan="2">Fluid Inlet</td> </tr> <tr> <td>37 N2</td> <td>1</td> <td>50"</td> <td colspan="2">Vapor Outlet</td> </tr> <tr> <td>38 N3</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">Liquid Outlet</td> </tr> <tr> <td>39 PT</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Transmitter</td> </tr> <tr> <td>40 PI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Indicator</td> </tr> <tr> <td>41 TI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Temperature Indicator</td> </tr> <tr> <td>42 LT1, LT2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>43 LT3, LT4</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>44 LG1, LG2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Glass</td> </tr> <tr> <td>45 D</td> <td>1</td> <td>1"</td> <td colspan="2">Drain</td> </tr> <tr> <td>46 MH</td> <td>1</td> <td>24"</td> <td colspan="2">Manhole</td> </tr> <tr> <td>47 PSV</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">PSV Inlet Line</td> </tr> </tbody> </table> 48 49 50 51 52 53 54 55 56						PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C			Operating	Design	Operating	Design	11 Shell	4,4	6,2	35	150	12 Jacket	-	-	-	-	13 Coil	-	-	-	-		MATERIAL		CORR. ALLOW.		16 Shell	SS	Note 1	mm		17 Heads	SS	Note 1	mm		18 Jacket	-	-	mm		19 Coil	-	-	mm		20 Demister	SS	Note 1	mm		NOZZLES					Mark Nº	Quantity	Size	Service		36 N1	1	50"	Fluid Inlet		37 N2	1	50"	Vapor Outlet		38 N3	1	6"	Liquid Outlet		39 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter		40 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator		41 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator		42 LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter		43 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter		44 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass		45 D	1	1"	Drain		46 MH	1	24"	Manhole		47 PSV	1	6"	PSV Inlet Line		
	PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C																																																																																																																																
	Operating	Design	Operating	Design																																																																																																																															
11 Shell	4,4	6,2	35	150																																																																																																																															
12 Jacket	-	-	-	-																																																																																																																															
13 Coil	-	-	-	-																																																																																																																															
	MATERIAL		CORR. ALLOW.																																																																																																																																
16 Shell	SS	Note 1	mm																																																																																																																																
17 Heads	SS	Note 1	mm																																																																																																																																
18 Jacket	-	-	mm																																																																																																																																
19 Coil	-	-	mm																																																																																																																																
20 Demister	SS	Note 1	mm																																																																																																																																
NOZZLES																																																																																																																																			
Mark Nº	Quantity	Size	Service																																																																																																																																
36 N1	1	50"	Fluid Inlet																																																																																																																																
37 N2	1	50"	Vapor Outlet																																																																																																																																
38 N3	1	6"	Liquid Outlet																																																																																																																																
39 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter																																																																																																																																
40 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator																																																																																																																																
41 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator																																																																																																																																
42 LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																
43 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																
44 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass																																																																																																																																
45 D	1	1"	Drain																																																																																																																																
46 MH	1	24"	Manhole																																																																																																																																
47 PSV	1	6"	PSV Inlet Line																																																																																																																																
					NOTES (1) To be confirmed in EPC stage. (2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 5 barg).																																																																																																																														

 Universidad de Valladolid					VESSEL PROCESS DATA SHEET																																																																																																																																				
REV.	0				JOB Nº	1																																																																																																																																			
DATE	22/06/24				UNIT	100																																																																																																																																			
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid																																																																																																																																			
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España																																																																																																																																			
REV.	1 Item Number: D-104 Quantity: 1 2 Service: Flash entrada hydrocracking 3 Fluid: Mezcla de hidrocarburos 4 Volume: 12 m ³ 5 Diameter (ID) 1830 mm Height (TL-TL) 4572 mm 6 Horizontal or Vertical Vertical 7 Demister Yes } 0,05 bar Thickness Note 1 mm 8 9 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">PRESSURE bar g</th> <th colspan="2">TEMPERATURE °C</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Operating</th> <th>Design</th> <th>Operating</th> <th>Design</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11 Shell</td> <td>34,7</td> <td>38,5</td> <td>50</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>12 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>13 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">MATERIAL</th> <th colspan="2">CORR. ALLOW.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16 Shell</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17 Heads</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 Demister</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 21 22 Internal liner NO Thickness: - mm 23 Heads type 2:1 Ellipsoidal 24 Code ASME VIII Div 1 25 Liquid height 324 mm 26 Specific Gravity 0,840 @ 50 °C 27 Steam Out conditions FV bar g @ 150 °C 28 Stress Relieve for Process Reasons NO 29 Minimum Elevation (BTL to Grade) 1,5 m 30 Insulation: Type PP 31 Thickness Note 1 mm 32 Radiograph NO 33 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">NOZZLES</th> </tr> <tr> <th>Mark Nº</th> <th>Quantity</th> <th>Size</th> <th colspan="2">Service</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>36 N1</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">Fluid Inlet</td> </tr> <tr> <td>37 N2</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">Vapor Outlet</td> </tr> <tr> <td>38 N3</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">Liquid Outlet</td> </tr> <tr> <td>39 N4</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">Vapor Outlet</td> </tr> <tr> <td>40 PT</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Transmitter</td> </tr> <tr> <td>41 PI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Indicator</td> </tr> <tr> <td>42 TI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Temperature Indicator</td> </tr> <tr> <td>43 LT1, LT2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>44 LT3, LT4</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>45 LG1, LG2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Glass</td> </tr> <tr> <td>46 D</td> <td>1</td> <td>1"</td> <td colspan="2">Drain</td> </tr> <tr> <td>47 MH</td> <td>1</td> <td>24"</td> <td colspan="2">Manhole</td> </tr> <tr> <td>48 PSV</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">PSV Inlet Line</td> </tr> </tbody> </table> 49 50 51 52 53 54 55 56						PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C			Operating	Design	Operating	Design	11 Shell	34,7	38,5	50	150	12 Jacket	-	-	-	-	13 Coil	-	-	-	-		MATERIAL		CORR. ALLOW.		16 Shell	SS	Note 1	mm		17 Heads	SS	Note 1	mm		18 Jacket	-	-	mm		19 Coil	-	-	mm		20 Demister	SS	Note 1	mm		NOZZLES					Mark Nº	Quantity	Size	Service		36 N1	1	6"	Fluid Inlet		37 N2	1	6"	Vapor Outlet		38 N3	1	6"	Liquid Outlet		39 N4	1	6"	Vapor Outlet		40 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter		41 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator		42 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator		43 LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter		44 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter		45 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass		46 D	1	1"	Drain		47 MH	1	24"	Manhole		48 PSV	1	6"	PSV Inlet Line			
	PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C																																																																																																																																						
	Operating	Design	Operating	Design																																																																																																																																					
11 Shell	34,7	38,5	50	150																																																																																																																																					
12 Jacket	-	-	-	-																																																																																																																																					
13 Coil	-	-	-	-																																																																																																																																					
	MATERIAL		CORR. ALLOW.																																																																																																																																						
16 Shell	SS	Note 1	mm																																																																																																																																						
17 Heads	SS	Note 1	mm																																																																																																																																						
18 Jacket	-	-	mm																																																																																																																																						
19 Coil	-	-	mm																																																																																																																																						
20 Demister	SS	Note 1	mm																																																																																																																																						
NOZZLES																																																																																																																																									
Mark Nº	Quantity	Size	Service																																																																																																																																						
36 N1	1	6"	Fluid Inlet																																																																																																																																						
37 N2	1	6"	Vapor Outlet																																																																																																																																						
38 N3	1	6"	Liquid Outlet																																																																																																																																						
39 N4	1	6"	Vapor Outlet																																																																																																																																						
40 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter																																																																																																																																						
41 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator																																																																																																																																						
42 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator																																																																																																																																						
43 LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																						
44 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																						
45 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass																																																																																																																																						
46 D	1	1"	Drain																																																																																																																																						
47 MH	1	24"	Manhole																																																																																																																																						
48 PSV	1	6"	PSV Inlet Line																																																																																																																																						
					NOTES (1) To be confirmed in EPC stage. (2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 5 barg).																																																																																																																																				

 Universidad de Valladolid					VESSEL PROCESS DATA SHEET	
REV.	0				JOB Nº	1
DATE	22/06/24				UNIT	100
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España
REV.						
1	Item Number: D-105		Quantity: 1			
2	Service: Condensador cabezas columna stripper ligeros					
3	Fluid: Mezcla de hidrocarburos ligeros					
4	Volume: 26.4 m ³					
5	Diameter (ID): 2380 mm		Height (TL-TL): 5946 mm			
6	Horizontal or Vertical: Vertical					
7	Demister: Yes } 0.05 bar Thickness Note 1 mm					
8						
9		PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C		
10		Operating	Design	Operating	Design	
11	Shell	1	3.5	65	80	
12	Jacket	-	-	-	-	
13	Coil	-	-	-	-	
14						
15		MATERIAL		CORR. ALLOW.		
16	Shell	SS		Note 1 mm		
17	Heads	SS		Note 1 mm		
18	Jacket	-		- mm		
19	Coil	-		- mm		
20	Demister	SS		Note 1 mm		
21						
22	Internal liner	NO		Thickness: - mm		
23	Heads type	2:1 Ellipsoidal				
24	Code	ASME VIII Div 1				
25	Liquid height	324 mm				
26	Specific Gravity	0.630		@ 80 °C		
27	Steam Out conditions	FV bar g		@ 150 °C		
28	Stress Relieve for Process Reasons	NO				
29	Minimum Elevation (BTL to Grade)	6.44 m				
30	Insulation: Type	PP				
31	Thickness	Note 1 mm				
32	Radiograph	NO				
33						
34	NOZZLES					
35	Mark Nº	Quantity	Size	Service		
36	N1	1	14	Fluid Inlet		
37	N2	1	10	Vapor Outlet		
38	N3	1	4	Liquid Outlet		
39	PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter		
40	PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator		
41	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator		
42	LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter		
43	LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter		
44	LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass		
45	D	1	1"	Drain		
46	MH	1	24"	Manhole		
47	PSV	1	6"	PSV Inlet Line		
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
					NOTES (1) To be confirmed in EPC stage. (2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 5 barg).	

 Universidad de Valladolid						VESSEL PROCESS DATA SHEET																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
REV.	0					JOB Nº	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
DATE	22/06/24					UNIT	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
BY	MIP					CLIENT	Universidad de Valladolid																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
APPRV	LVM					LOCATION	Bilbao, España																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
REV.	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Item Number: D-106</td> <td>Quantity:</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Service:</td> <td colspan="6">Pote de condensado reboiler stripper ligeros</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Fluid:</td> <td colspan="6">Vapor condensado</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Volume:</td> <td colspan="6">7,7 m³</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Diameter (ID):</td> <td>1580 mm</td> <td>Height (TL-TL):</td> <td colspan="4">3950 mm</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Horizontal or Vertical:</td> <td colspan="6">Vertica</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Demister:</td> <td>Yes</td> <td>Pressure:</td> <td colspan="4">0,05 bar Thickness Note 1 mm</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td colspan="2">PRESSURE bar g</td> <td colspan="4">TEMPERATURE °C</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td>Operating</td> <td>Design</td> <td>Operating</td> <td colspan="3">Design</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Shell</td> <td>16</td> <td>17,8</td> <td>200</td> <td colspan="3">210</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td colspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td colspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> <td colspan="2">MATERIAL</td> <td colspan="4">CORR. ALLOW.</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>Shell</td> <td colspan="2">SS</td> <td colspan="4">Note 1 mm</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>Heads</td> <td colspan="2">SS</td> <td colspan="4">Note 1 mm</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>Jacket</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="4">- mm</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>Coil</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="4">- mm</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Demister</td> <td colspan="2">SS</td> <td colspan="4">Note 1 mm</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>Internal liner:</td> <td colspan="2">NO</td> <td colspan="4">Thickness: - mm</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Heads type:</td> <td colspan="6">2:1 Ellipsoidal</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Code:</td> <td colspan="6">ASME VIII Div 1</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Liquid height:</td> <td colspan="6">1630 mm</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Specific Gravity:</td> <td colspan="2">1,000</td> <td>@</td> <td colspan="3">210 °C</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Steam Out conditions:</td> <td colspan="2"></td> <td>bar g</td> <td colspan="3">@ °C</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Stress Relieve for Process Reasons:</td> <td colspan="6">NO</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Minimum Elevation (BTL to Grade):</td> <td colspan="6">1,5 m</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Insulation:</td> <td colspan="2">Type</td> <td colspan="4">PP</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td></td> <td colspan="2">Thickness</td> <td colspan="4">Note 1 mm</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>Radiograph:</td> <td colspan="6">NO</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>34</td> <td colspan="7">NOZZLES</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>Mark Nº</td> <td>Quantity</td> <td>Size</td> <td colspan="4">Service</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>N1</td> <td>1</td> <td>2"</td> <td colspan="4">Fluid Inlet</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>N2</td> <td>1</td> <td>1"</td> <td colspan="4">Vapor Outlet</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>N3</td> <td>1</td> <td>1"</td> <td colspan="4">Liquid Outlet</td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>PT</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="4">Pressure Transmitter</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>PI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="4">Pressure Indicator</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>TI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="4">Temperature Indicator</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>LT1, LT2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="4">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>LT3, LT4</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="4">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>LG1, LG2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="4">Level Glass</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>D</td> <td>1</td> <td>1"</td> <td colspan="4">Drain</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>MH</td> <td>1</td> <td>24"</td> <td colspan="4">Manhole</td> </tr> <tr> <td>47</td> <td>PSV</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="4">PSV Inlet Line</td> </tr> <tr> <td>48</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>49</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>51</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>52</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>53</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>54</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>55</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>56</td> <td colspan="7"></td> </tr> </table>							1	Item Number: D-106	Quantity:	1					2	Service:	Pote de condensado reboiler stripper ligeros						3	Fluid:	Vapor condensado						4	Volume:	7,7 m ³						5	Diameter (ID):	1580 mm	Height (TL-TL):	3950 mm				6	Horizontal or Vertical:	Vertica						7	Demister:	Yes	Pressure:	0,05 bar Thickness Note 1 mm				8								9		PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C				10		Operating	Design	Operating	Design			11	Shell	16	17,8	200	210			12	Jacket	-	-	-	-			13	Coil	-	-	-	-			14								15		MATERIAL		CORR. ALLOW.				16	Shell	SS		Note 1 mm				17	Heads	SS		Note 1 mm				18	Jacket	-		- mm				19	Coil	-		- mm				20	Demister	SS		Note 1 mm				21								22	Internal liner:	NO		Thickness: - mm				23	Heads type:	2:1 Ellipsoidal						24	Code:	ASME VIII Div 1						25	Liquid height:	1630 mm						26	Specific Gravity:	1,000		@	210 °C			27	Steam Out conditions:			bar g	@ °C			28	Stress Relieve for Process Reasons:	NO						29	Minimum Elevation (BTL to Grade):	1,5 m						30	Insulation:	Type		PP				31		Thickness		Note 1 mm				32	Radiograph:	NO						33								34	NOZZLES							35	Mark Nº	Quantity	Size	Service				36	N1	1	2"	Fluid Inlet				37	N2	1	1"	Vapor Outlet				38	N3	1	1"	Liquid Outlet				39	PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter				40	PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator				41	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator				42	LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter				43	LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter				44	LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass				45	D	1	1"	Drain				46	MH	1	24"	Manhole				47	PSV	1	6"	PSV Inlet Line				48								49								50								51								52								53								54								55								56							
1	Item Number: D-106	Quantity:	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2	Service:	Pote de condensado reboiler stripper ligeros																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
3	Fluid:	Vapor condensado																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
4	Volume:	7,7 m ³																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
5	Diameter (ID):	1580 mm	Height (TL-TL):	3950 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6	Horizontal or Vertical:	Vertica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
7	Demister:	Yes	Pressure:	0,05 bar Thickness Note 1 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9		PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10		Operating	Design	Operating	Design																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11	Shell	16	17,8	200	210																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12	Jacket	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13	Coil	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
15		MATERIAL		CORR. ALLOW.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16	Shell	SS		Note 1 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
17	Heads	SS		Note 1 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
18	Jacket	-		- mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
19	Coil	-		- mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
20	Demister	SS		Note 1 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
22	Internal liner:	NO		Thickness: - mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
23	Heads type:	2:1 Ellipsoidal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
24	Code:	ASME VIII Div 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
25	Liquid height:	1630 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
26	Specific Gravity:	1,000		@	210 °C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
27	Steam Out conditions:			bar g	@ °C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
28	Stress Relieve for Process Reasons:	NO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
29	Minimum Elevation (BTL to Grade):	1,5 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
30	Insulation:	Type		PP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
31		Thickness		Note 1 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
32	Radiograph:	NO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
34	NOZZLES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
35	Mark Nº	Quantity	Size	Service																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
36	N1	1	2"	Fluid Inlet																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
37	N2	1	1"	Vapor Outlet																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
38	N3	1	1"	Liquid Outlet																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
39	PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
40	PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
41	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
42	LT1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
43	LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
44	LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
45	D	1	1"	Drain																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
46	MH	1	24"	Manhole																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
47	PSV	1	6"	PSV Inlet Line																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
49																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

| | | | | | | | |
| **NOTES** (1) To be confirmed in EPC stage. | | | | | | | |

 Universidad de Valladolid					VESSEL PROCESS DATA SHEET																																																																																																																									
REV.	0				JOB Nº	1																																																																																																																								
DATE	22/06/24				UNIT	100																																																																																																																								
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid																																																																																																																								
APPRV	LVM				LOCATION	Bilbao, España																																																																																																																								
REV.	1 Item Number: D-107 Quantity: 1 2 Service: Depósito de condensado columna queroseno diésel 3 Fluid: Vapor condensado 4 Volume 8.2 m ³ 5 Diameter (ID) 1610 mm Height (TL-TL) 4031 mm 6 Horizontal or Vertical Vertical 7 Demister Yes } 0.05 bar Thickness Note 1 mm 8 9 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">PRESSURE bar g</th> <th colspan="2">TEMPERATURE °C</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Operating</th> <th>Design</th> <th>Operating</th> <th>Design</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11 Shell</td> <td>1</td> <td>3.5</td> <td>190</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>12 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>13 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">MATERIAL</th> <th colspan="2">CORR. ALLOW.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16 Shell</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17 Heads</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18 Jacket</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19 Coil</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 Demister</td> <td>SS</td> <td>Note 1</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 21 22 Internal liner NO Thickness: - mm 23 Heads type 2:1 Ellipsoidal 24 Code ASME VIII Div 1 25 Liquid height 2936 mm 26 Specific Gravity 0.59 @ 210 °C 27 Steam Out conditions bar g @ °C 28 Stress Relieve for Process Reasons NO 29 Minimum Elevation (BTL to Grade) 7100 mm 30 Insulation: Type PP 31 Thickness Note 1 mm 32 Radiograph NO 33 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="5">NOZZLES</th> </tr> <tr> <th>Mark Nº</th> <th>Quantity</th> <th>Size</th> <th colspan="2">Service</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>36 N1</td> <td>1</td> <td>8"</td> <td colspan="2">Fluid Inlet</td> </tr> <tr> <td>37 N3</td> <td>1</td> <td>4"</td> <td colspan="2">Liquid Outlet</td> </tr> <tr> <td>38 PT</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Transmitter</td> </tr> <tr> <td>39 PI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Pressure Indicator</td> </tr> <tr> <td>40 TI</td> <td>1</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Temperature Indicator</td> </tr> <tr> <td>41 LT 1, LT2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>42 LT3, LT4</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Transmitter</td> </tr> <tr> <td>43 LG1, LG2</td> <td>2</td> <td>1-1/2"</td> <td colspan="2">Level Glass</td> </tr> <tr> <td>44 D</td> <td>1</td> <td>1"</td> <td colspan="2">Drain</td> </tr> <tr> <td>45 MH</td> <td>1</td> <td>24"</td> <td colspan="2">Manhole</td> </tr> <tr> <td>46 PSV</td> <td>1</td> <td>6"</td> <td colspan="2">PSV Inlet Line</td> </tr> </tbody> </table>						PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C			Operating	Design	Operating	Design	11 Shell	1	3.5	190	210	12 Jacket	-	-	-	-	13 Coil	-	-	-	-		MATERIAL		CORR. ALLOW.		16 Shell	SS	Note 1	mm		17 Heads	SS	Note 1	mm		18 Jacket	-	-	mm		19 Coil	-	-	mm		20 Demister	SS	Note 1	mm		NOZZLES					Mark Nº	Quantity	Size	Service		36 N1	1	8"	Fluid Inlet		37 N3	1	4"	Liquid Outlet		38 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter		39 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator		40 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator		41 LT 1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter		42 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter		43 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass		44 D	1	1"	Drain		45 MH	1	24"	Manhole		46 PSV	1	6"	PSV Inlet Line		 <p>Diagram showing a vertical vessel with a diameter of 1610 mm and a total height of 5840 mm. The vessel has a 2:1 ellipsoidal head. Key levels are indicated: HLL=2936 mm, NLL=2178 mm, and LLL=284 mm. The vessel is mounted on a base 7.1 m above ground level. Various instruments are attached: PSV (top), PT (top), PI (side), TI (side), N1 (side), MH (side), LT2 (side), LT3 (side), LG1 (side), LT1 (side), LT4 (side), LG2 (side), N3 (bottom), and D (bottom). A demister is located at the bottom of the vessel.</p>
	PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C																																																																																																																											
	Operating	Design	Operating	Design																																																																																																																										
11 Shell	1	3.5	190	210																																																																																																																										
12 Jacket	-	-	-	-																																																																																																																										
13 Coil	-	-	-	-																																																																																																																										
	MATERIAL		CORR. ALLOW.																																																																																																																											
16 Shell	SS	Note 1	mm																																																																																																																											
17 Heads	SS	Note 1	mm																																																																																																																											
18 Jacket	-	-	mm																																																																																																																											
19 Coil	-	-	mm																																																																																																																											
20 Demister	SS	Note 1	mm																																																																																																																											
NOZZLES																																																																																																																														
Mark Nº	Quantity	Size	Service																																																																																																																											
36 N1	1	8"	Fluid Inlet																																																																																																																											
37 N3	1	4"	Liquid Outlet																																																																																																																											
38 PT	1	1-1/2"	Pressure Transmitter																																																																																																																											
39 PI	1	1-1/2"	Pressure Indicator																																																																																																																											
40 TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator																																																																																																																											
41 LT 1, LT2	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																											
42 LT3, LT4	2	1-1/2"	Level Transmitter																																																																																																																											
43 LG1, LG2	2	1-1/2"	Level Glass																																																																																																																											
44 D	1	1"	Drain																																																																																																																											
45 MH	1	24"	Manhole																																																																																																																											
46 PSV	1	6"	PSV Inlet Line																																																																																																																											
34						NOTES	(1) To be confirmed in EPC stage.																																																																																																																							
35																																																																																																																														
36																																																																																																																														
37																																																																																																																														
38																																																																																																																														
39																																																																																																																														
40																																																																																																																														
41																																																																																																																														
42																																																																																																																														
43																																																																																																																														
44																																																																																																																														
45																																																																																																																														
46																																																																																																																														
47																																																																																																																														
48																																																																																																																														
49																																																																																																																														
50																																																																																																																														
51																																																																																																																														
52																																																																																																																														
53																																																																																																																														
54																																																																																																																														
55																																																																																																																														
56																																																																																																																														

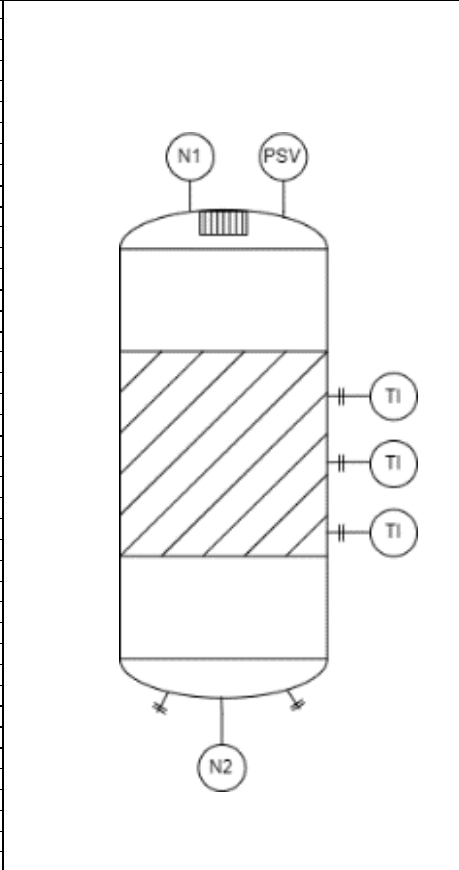


Universidad de Valladolid

VESSEL PROCESS DATA SHEET

REV.	0					JOB Nº	1
DATE	22/06/24					UNIT	100
BY	MIP					CLIENT	Universidad de Valladolid
APPRV	LVM					LOCATION	Bilbao, España

REV.	1 Item Number: R-101 Quantity: 1				
2	Service: Reactor de Rwgs				
3	Fluid: CO ₂ y H ₂				
4	Volume m ³				
5	Diameter (ID) mm		Height (TL-TL) mm		
6	Horizontal or Vertical Vertical				
7	Demister Yes } 0.05 bar Thickness Note 1 mm				
8					
9		PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C	
10		Operating	Design	Operating	Design
11	Shell	5	6.8	900	910
12	Jacket	-	-	-	-
13	Coil	-	-	-	-
14					
15		MATERIAL		CORR. ALLOW.	
16	Shell	SS		Note 1	mm
17	Heads	SS		Note 1	mm
18	Jacket	-		-	mm
19	Coil	-		-	mm
20	Demister	SS		Note 1	mm
21					
22	Internal liner	NO		Thickness:	- mm
23	Heads type	2:1 Ellipsoidal			
24	Code	ASME VIII Div 1			
25	Liquid height	mm			
26	Specific Gravity	0.73	@	900	°C
27	Steam Out conditions	FV	bar g	@	150 °C
28	Stress Relieve for Process Reasons	NO			
29	Minimum Elevation (BTL to Grade)	1.5 m			
30	Insulation: Type	PP			
31	Thickness	Note 1 mm			
32	Radiograph	NO			
33					
34	NOZZLES				
35	Mark Nº	Quantity	Size	Service	
36	N1	1	108	Fluid Inlet	
37	N2	2	110	Fluid Outlet	
38	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator	
39	PSV	1	6"	PSV Inlet Line	
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					



43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					

NOTES
 (1) To be confirmed in EPC stage.
 (2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).

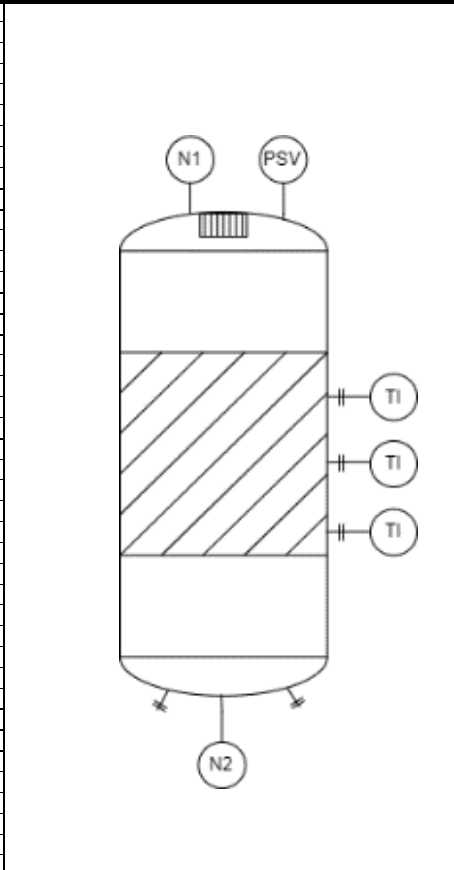


Universidad de Valladolid

REACTOR PROCESS DATA SHEET

REV.	0					JOB Nº	1
DATE	22/06/24					UNIT	100
BY	MIP					CLIENT	Universidad de Valladolid
APPRV	LVM					LOCATION	Bilbao, España

REV.					
1	Item Number: R-102		Quantity: 1		
2	Service: Reactor de Fisher-Tropsch				
3	Fluid: CO y H ₂ O				
4	Volume	Note 1	m ³		
5	Diameter (ID)	Note 1	Height (TL-TL)	Note 1	mm
6	Horizontal or Vertical		Vertical		
7	Demister	Yes	0,05	bar	Thickness Note 1 mm
8					
9		PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C	
10		Operating	Design	Operating	Design
11	Shell	35	38,5	240	500
12	Jacket	-	-	-	-
13	Coil	-	-	-	-
14					
15		MATERIAL		CORR. ALLOW.	
16	Shell	SS		Note 1	mm
17	Heads	SS		Note 1	mm
18	Jacket	-		-	mm
19	Coil	-		-	mm
20	Demister	SS		Note 1	mm
21					
22	Internal liner	NO		Thickness:	- mm
23	Heads type	2:1 Ellipsoidal			
24	Code	ASME VIII Div 1			
25	Liquid height	mm			
26	Specific Gravity	8,70	@	240	°C
27	Steam Out conditions	FV	bar g	@	150 °C
28	Stress Relieve for Process Reasons	NO			
29	Minimum Elevation (BTL to Grade)	1,5 m			
30	Insulation: Type	PP			
31	Thickness	Note 1 mm			
32	Radiograph	NO			
33					
34	NOZZLES				
35	Mark Nº	Quantity	Size	Service	
36	N1	1	6"	Fluid Inlet	
37	N2	2	6"	Fluid Outlet	
38	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator	
39	PSV	1	6"	PSV Inlet Line	
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					



NOTES

(1) To be confirmed in by Licensor

(2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).

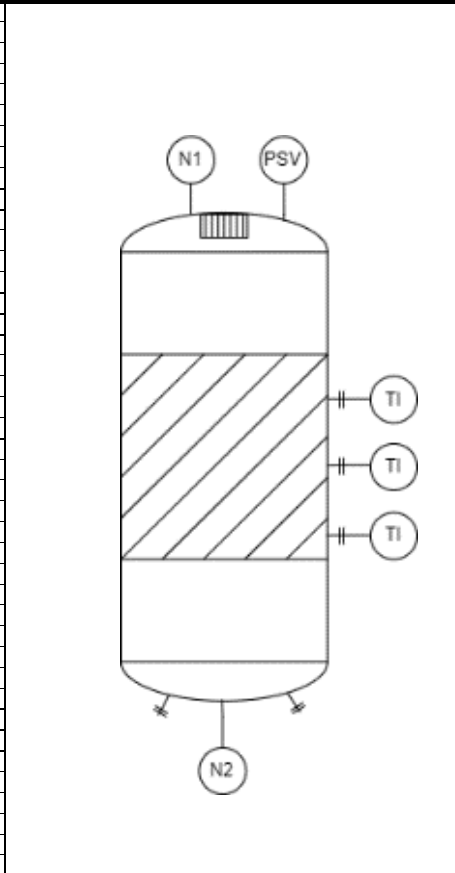


Universidad de Valladolid

REACTOR PROCESS DATA SHEET

REV.	0	JOB Nº	1
DATE	22/06/24	UNIT	100
BY	MIP	CLIENT	Universidad de Valladolid
APPRV	LVM	LOCATION	Bilbao, España

REV.	1 Item Number: R-103 Quantity: 1			
2	Service: Reactor hydrocracking			
3	Fluid: Mezcla de hidrocarburos			
4	Volume Note 1 m ³			
5	Diameter (ID) Note 1 mm		Height (TL-TL) Note 1 mm	
6	Horizontal or Vertical Vertical			
7	Demister Yes } 0,05 bar Thickness Note 1 mm			
8				
9		PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C
10		Operating	Design	Operating Design
11	Shell	35	38,5	240 500
12	Jacket	-	-	-
13	Coil	-	-	-
14				
15		MATERIAL		CORR. ALLOW.
16	Shell	SS		Note 1 mm
17	Heads	SS		Note 1 mm
18	Jacket	-		- mm
19	Coil	-		- mm
20	Demister	SS		Note 1 mm
21				
22	Internal liner	NO		Thickness: - mm
23	Heads type	2:1 Ellipsoidal		
24	Code	ASME VIII Div 1		
25	Liquid height	mm		
26	Specific Gravity	0,21	@	240 °C
27	Steam Out conditions	FV	bar g	@ 150 °C
28	Stress Relieve for Process Reasons	NO		
29	Minimum Elevation (BTL to Grade)	1,5 m		
30	Insulation: Type	PP		
31	Thickness	Note 1 mm		
32	Radiograph	NO		
33				
34	NOZZLES			
35	Mark Nº	Quantity	Size	Service
36	N1	1	4"	Fluid Inlet
37	N2	2	6"	Fluid Outlet
38	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator
39	PSV	1	6"	PSV Inlet Line
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				



NOTES

(1) To be confirmed by Licensor.

(2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).

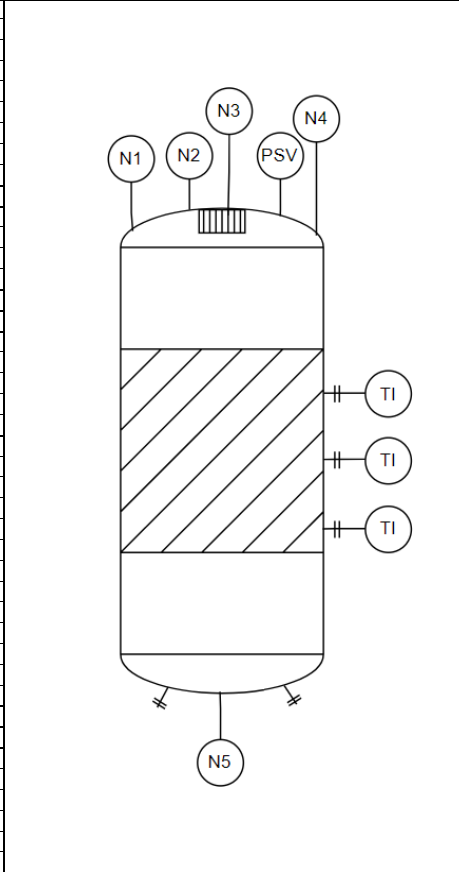


Universidad de Valladolid

REACTOR PROCESS DATA SHEET

REV.	0	JOB Nº	1
DATE	22/06/24	UNIT	100
BY	MIP	CLIENT	Universidad de Valladolid
APPRV	LVM	LOCATION	Bilbao, España

REV.	1 Item Number: R-104 Quantity: 1			
2	Service: Reactor ATR			
3	Fluid: Mezcla de hidrocarburos ligeros			
4	Volume Note 1 m ³			
5	Diameter (ID) Note 1 mm		Height (TL-TL) Note 1 mm	
6	Horizontal or Vertical Vertical			
7	Demister Yes } 0,05 bar Thickness Note 1 mm			
8				
9		PRESSURE bar g		TEMPERATURE °C
10		Operating	Design	Operating Design
11	Shell	5	6,8	900 1000
12	Jacket	-	-	-
13	Coil	-	-	-
14				
15		MATERIAL		CORR. ALLOW.
16	Shell	SS		Note 1 mm
17	Heads	SS		Note 1 mm
18	Jacket	-		- mm
19	Coil	-		- mm
20	Demister	SS		Note 1 mm
21				
22	Internal liner	NO		Thickness: - mm
23	Heads type	2:1 Ellipsoidal		
24	Code	ASME VIII Div 1		
25	Liquid height	mm		
26	Specific Gravity	0,81	@	900 °C
27	Steam Out conditions	FV	bar g	@ 150 °C
28	Stress Relieve for Process Reasons	NO		
29	Minimum Elevation (BTL to Grade)	1,5 m		
30	Insulation: Type	PP		
31	Thickness	Note 1 mm		
32	Radiograph	NO		
33				
34	NOZZLES			
35	Mark Nº	Quantity	Size	Service
36	N1	1	2"	Fluid Inlet
37	N2	2	12"	Fluid Outlet
38	N3	3	4"	Fluid Inlet
39	N4	4	8"	Fluid Outlet
40	N5	5	36"	Fluid Outlet
41	TI	1	1-1/2"	Temperature Indicator
42	PSV	1	6"	PSV Inlet Line
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				



NOTES

(1) To be confirmed by Licensor.

(2) The vessel can be subjected to steam out (150°C/FV) using LPS (Td = 150°C, Pd = 2 barg).



Universidad de Valladolid

**PUMP
PROCESS DATA SHEET**

REV.	0				JOB N°	1		
DATE	03/07/24				UNIT	100		
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España		
REV.								
1	ITEM NUMBER	P-101 A/B						
2	SERVICE	Bomba reflujo columna stripper ligeros						
3	TYPE	Centrifugal						
4	NO. OF PUMPS	2						
5	IN OPERATION	1						
6	SPARE	1						
7	DRIVER	MOTOR	X					
8		TURBINE						
9		OTHERS						
10	LIQUID PUMPED	Naphta						
11	OPERATING CASE	Minimum	Normal	Rated				
12	PUMPING TEMPERATURE (T)	°C	65	65	65			
13	VISCOSITY (@ T)	cP	0,37	0,37	0,37			
14	VAPOR PRESSURE (@ T)	bara	1,01	1,01	1,01			
15	DENSITY (@ T)	kg/m³	630	630	630			
16								
17	NORMAL CAPACITY	m³/h	21	42				
18	DESIGN CAPACITY	m³/h			46			
19	DISCHARGE PRESSURE	barg	3,11	2,82	2,68			
20	SUCTION PRESSURE	barg	1,46	1,31	1,26			
21	DIFFERENTIAL PRESSURE	Bar	1,7	1,5	1,4			
22	DIFFERENTIAL HEAD	m	26,7	24,5	23,0			
23	NPSH MINIMUM AVAILABLE	m			2,1 (Note 2)			
24	MAXIMUM SUCTION PRESSURE	barg	4,14					
25	SHUT-OFF PRESSURE	barg	5,91 (Note 3)					
26	DUTY (Continuous/Intermittent)	Continuous						
27	MINIMUM CIRCULATION FLOW	18,3						
28	CORROSION OR EROSION DUE TO	Note 1						
29	SOLIDS IN SUSPENSION	-						
30	LOCATION (Indoors/Outdoors)	Outdoors						
31	HIDRAULIC POWER @ Design flow	kw	1,8					
32	CONSTRUCTION MATERIALS	CASE	SS					
33		IMPELLER	SS					
34		SHAFT	SS					
35	NOTES							
36	(1) Maximum H ₂ S content 3ppmwt.							
37	(2) To be confirmed later.							
38	(3) To be confirmed by Pump Vendor.							
39								
40								
41								
42								
43								
44								



Universidad de Valladolid

PUMP PROCESS DATA SHEET

REV.	0				JOB N°	1		
DATE	03/07/24				UNIT	100		
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España		
REV.								
1	ITEM NUMBER	P-102 A/B						
2	SERVICE	Bomba reflujo columna queroseno-diésel						
3	TYPE	Centrifugal						
4	NO. OF PUMPS	2						
5	IN OPERATION	1						
6	SPARE	1						
7	DRIVER	MOTOR	X					
8		TURBINE						
9		OTHERS						
10	LIQUID PUMPED	Queroseno						
11	OPERATING CASE	Minimum	Normal	Rated				
12	PUMPING TEMPERATURE (T)	°C	160	160	160			
13	VISCOSITY (@ T)	cP	0,2	0,2	0,2			
14	VAPOR PRESSURE (@ T)	bara	2,01	2,01	2,01			
15	DENSITY (@ T)	kg/m³	517	517	517			
16								
17	NORMAL CAPACITY	m³/h	6	11,6				
18	DESIGN CAPACITY	m³/h			13			
19	DISCHARGE PRESSURE	bar g	3,06	2,76	2,62			
20	SUCTION PRESSURE	bar g	1,44	1,28	1,24			
21	DIFFERENTIAL PRESSURE	Bar	1,6	1,5	1,4			
22	DIFFERENTIAL HEAD	m	32,0	29,2	27,2			
23	NPSH MINIMUM AVAILABLE	m			2,1 (Note 2)			
24	MAXIMUM SUCTION PRESSURE	bar g	4,11					
25	SHUT-OFF PRESSURE	bar g	5,84 (Note 3)					
26	DUTY (Continuous/Intermittent)	Continuous						
27	MINIMUM CIRCULATION FLOW	5,1						
28	CORROSION OR EROSION DUE TO	Note 1						
29	SOLIDS IN SUSPENSION	-						
30	LOCATION (Indoors/Outdoors)	Outdoors						
31	HIDRAULIC POWER @ Design flow	kw	0,5					
32	CONSTRUCTION MATERIALS	CASE	SS					
33		IMPELLER	SS					
34		SHAFT	SS					
35	NOTES							
36	(1) Maximum H ₂ S content 3ppmw.							
37	(2) To be confirmed later.							
38	(3) To be confirmed by Pump Vendor.							
39								
40								
41								
42								
43								
44								



Universidad de Valladolid

**PUMP
PROCESS DATA SHEET**

REV.	0				JOB N°	1		
DATE	03/07/24				UNIT	100		
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España		
REV.								
1	ITEM NUMBER	P-103 A/B						
2	SERVICE	Bomba fondos columna stripper ligeros						
3	TYPE	Centrifugal						
4	NO. OF PUMPS	2						
5	IN OPERATION	1						
6	SPARE	1						
7	DRIVER	MOTOR	X					
8		TURBINE						
9		OTHERS						
10	LIQUID PUMPED	HC mixture						
11	OPERATING CASE	Minimum	Normal	Rated				
12	PUMPING TEMPERATURE (T)	°C	175	175	175			
13	VISCOSITY (@ T)	cP	0,37	0,37	0,37			
14	VAPOR PRESSURE (@ T)	bara	2,01	2,01	2,01			
15	DENSITY (@ T)	kg/m³	571,3	571,3	571,3			
16								
17	NORMAL CAPACITY	m³/h	52	103				
18	DESIGN CAPACITY	m³/h			113			
19	DISCHARGE PRESSURE	bar g	3,02	2,73	2,59			
20	SUCTION PRESSURE	bar g	1,41	1,25	1,21			
21	DIFFERENTIAL PRESSURE	Bar	1,6	1,5	1,4			
22	DIFFERENTIAL HEAD	m	28,8	26,4	24,6			
23	NPSH MINIMUM AVAILABLE	m			2.1 (Note 2)			
24	MAXIMUM SUCTION PRESSURE	bar g	4,05					
25	SHUT-OFF PRESSURE	bar g	5,78 (Note 3)					
26	DUTY (Continuous/Intermittent)	Continuous						
27	MINIMUM CIRCULATION FLOW	452						
28	CORROSION OR EROSION DUE TO	Note 1						
29	SOLIDS IN SUSPENSION	-						
30	LOCATION (Indoors/Outdoors)	Outdoors						
31	HIDRAULIC POWER @ Design flow	kw	4,3					
32	CONSTRUCTION MATERIALS	CASE	SS					
33		IMPELLER	SS					
34		SHAFT	SS					
35	NOTES							
36	(1) Maximum H ₂ S content 3ppmwt.							
37	(2) To be confirmed later.							
38	(3) To be confirmed by Pump Vendor.							
39								
40								
41								
42								
43								
44								



Universidad de Valladolid

**PUMP
PROCESS DATA SHEET**

REV.	0				JOB N°	1		
DATE	03/07/24				UNIT	100		
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España		
REV.								
1	ITEM NUMBER				P-104 A/B			
2	SERVICE				Bomba diésel			
3	TYPE				Centrifugal			
4	NO. OF PUMPS				2			
5	IN OPERATION				1			
6	SPARE				1			
7	DRIVER				MOTOR	X		
8					TURBINE			
9					OTHERS			
10	LIQUID PUMPED				Diésel			
11	OPERATING CASE				Minimum	Normal	Rated	
12	PUMPING TEMPERATURE (T)	°C	260	260	260			
13	VISCOSITY (@ T)	cP	0,2	0,2	0,2			
14	VAPOR PRESSURE (@ T)	bara	2,01	2,01	2,01			
15	DENSITY (@ T)	kg/m³	517,15	517,15	517,15			
16								
17	NORMAL CAPACITY	m³/h	26	51				
18	DESIGN CAPACITY	m³/h			56			
19	DISCHARGE PRESSURE	barg	3	2,71	2,57			
20	SUCTION PRESSURE	barg	1,41	1,26	1,21			
21	DIFFERENTIAL PRESSURE	Bar	1,6	1,5	1,4			
22	DIFFERENTIAL HEAD	m	31,4	28,6	26,8			
23	NPSH MINIMUM AVAILABLE	m			2.1 (Note 2)			
24	MAXIMUM SUCTION PRESSURE	barg	4,07					
25	SHUT-OFF PRESSURE	barg	5,77 (Note 3)					
26	DUTY (Continuous/Intermittent)	Continuous						
27	MINIMUM CIRCULATION FLOW	22,2						
28	CORROSION OR EROSION DUE TO	Note 1						
29	SOLIDS IN SUSPENSION	-						
30	LOCATION (Indoors/Outdoors)	Outdoors						
31	HIDRAULIC POWER @ Design flow	kw	2,1					
32	CONSTRUCTION MATERIALS				CASE	SS		
33				IMPELLER	SS			
34				SHAFT	SS			
35	NOTES							
36	(1) Maximum H ₂ S content 3ppmwt.							
37	(2) To be confirmed later.							
38	(3) To be confirmed by Pump Vendor.							
39								
40								
41								
42								
43								
44								

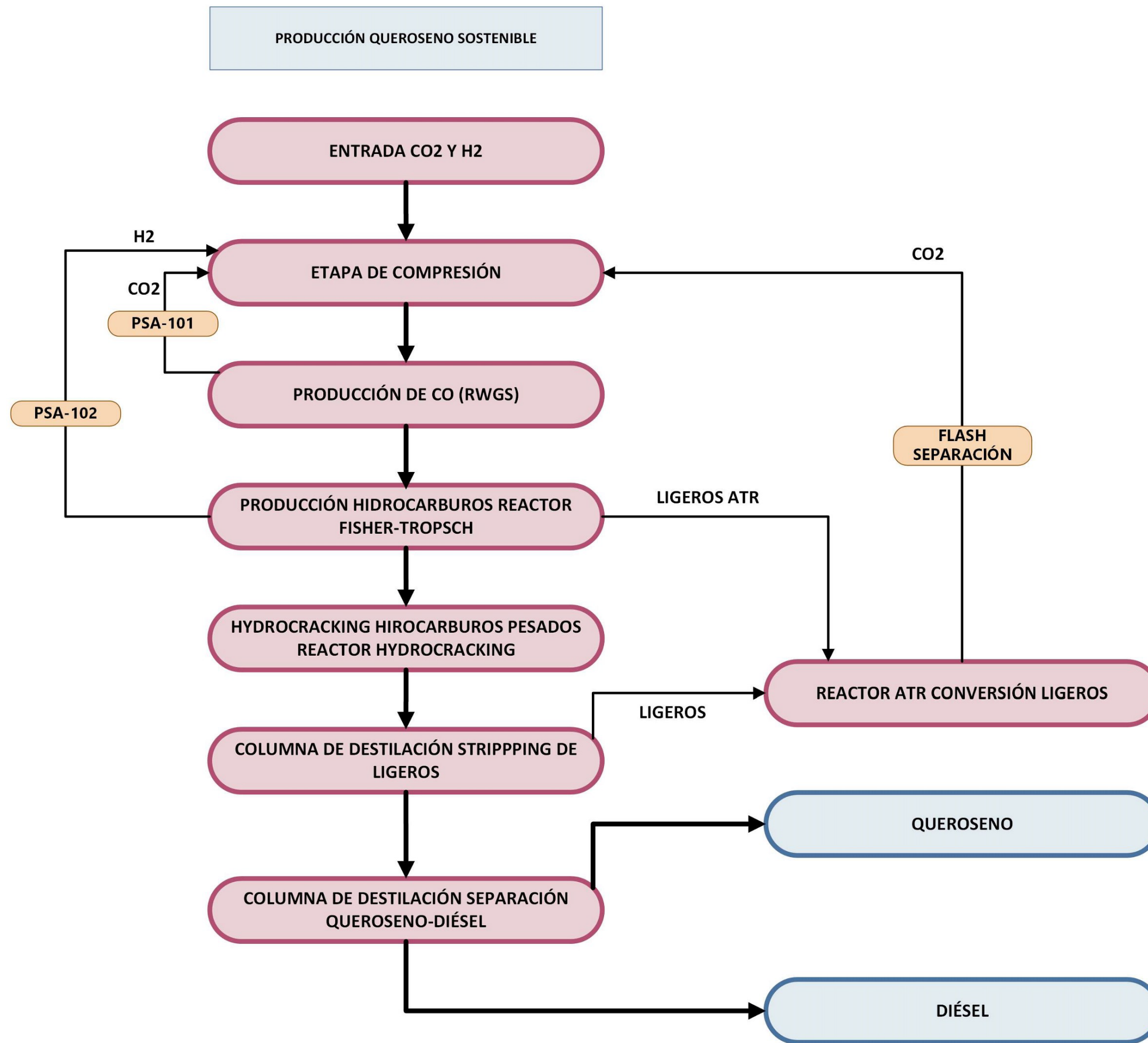


Universidad de Valladolid

**PUMP
PROCESS DATA SHEET**

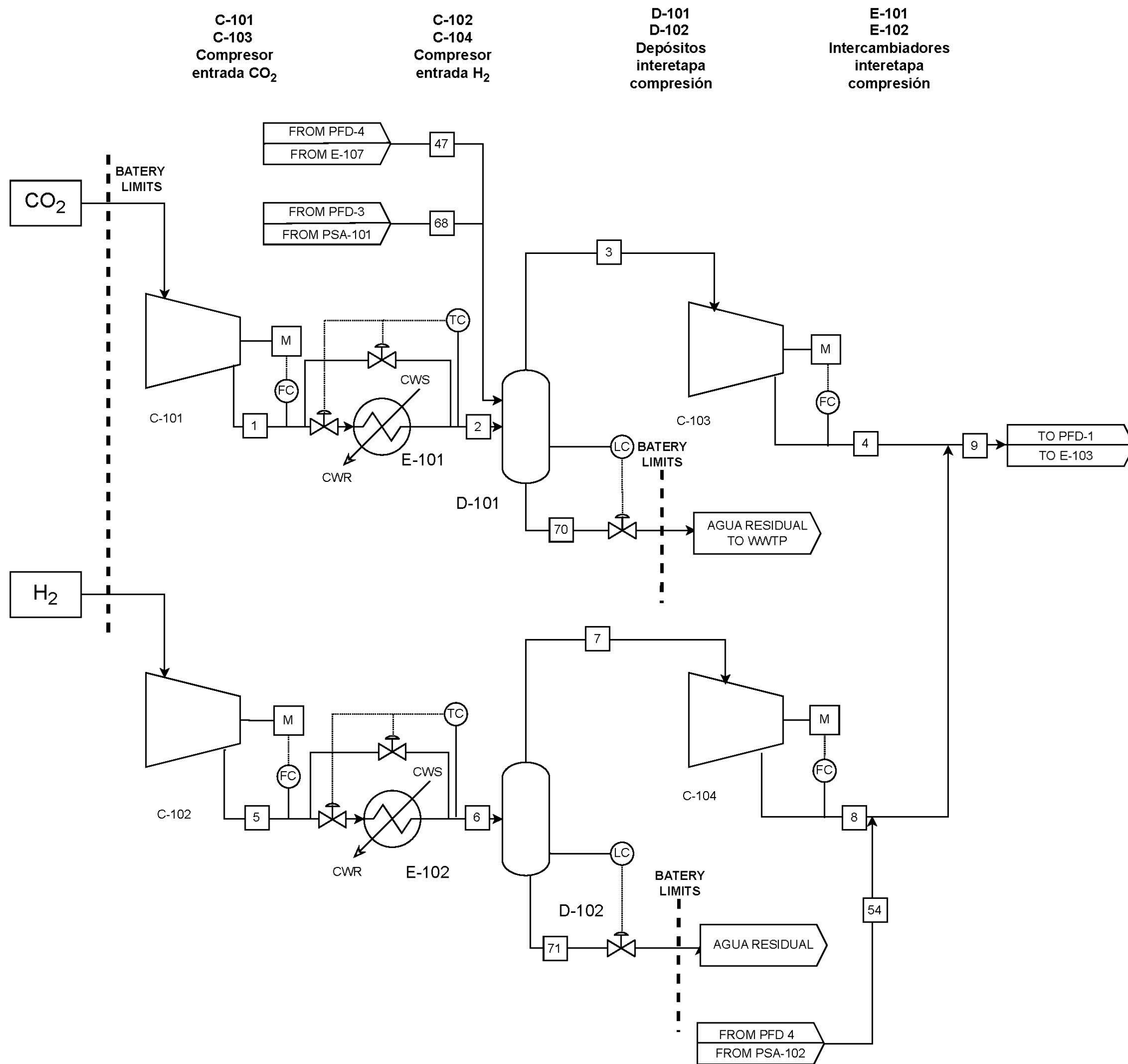
REV.	0				JOB N°	1		
DATE	03/07/24				UNIT	100		
BY	MIP				CLIENT	Universidad de Valladolid		
APPR'V	LVM				LOCATION	Bilbao, España		
REV.								
1	ITEM NUMBER	P-105 A/B						
2	SERVICE	Bomba hidrocarburos ligeros entrada ATR						
3	TYPE	Centrifugal						
4	NO. OF PUMPS	2						
5	IN OPERATION	1						
6	SPARE	1						
7	DRIVER	MOTOR	X					
8		TURBINE						
9		OTHERS						
10	LIQUID PUMPED	HC mixture						
11	OPERATING CASE	Minimum	Normal	Rated				
12	PUMPING TEMPERATURE (T)	°C	55	55	55			
13	VISCOSITY (@ T)	cP	0,6	0,6	0,6			
14	VAPOR PRESSURE (@ T)	bara	2,01	2,01	2,01			
15	DENSITY (@ T)	kg/m³	643,2	643,2	643,2			
16								
17	NORMAL CAPACITY	m³/h	1	2,7				
18	DESIGN CAPACITY	m³/h			3			
19	DISCHARGE PRESSURE	bar g	3,12	2,82	2,68			
20	SUCTION PRESSURE	bar g	1,47	1,31	1,27			
21	DIFFERENTIAL PRESSURE	Bar	1,7	1,5	1,4			
22	DIFFERENTIAL HEAD	m	26,2	24,0	22,4			
23	NPSH MINIMUM AVAILABLE	m			2,1 (Note 2)			
24	MAXIMUM SUCTION PRESSURE	bar g	4,16					
25	SHUT-OFF PRESSURE	bar g	5,92 (Note 3)					
26	DUTY (Continuous/Intermittent)	Continuous						
27	MINIMUM CIRCULATION FLOW	1,2						
28	CORROSION OR EROSION DUE TO	Note 1						
29	SOLIDS IN SUSPENSION	-						
30	LOCATION (Indoors/Outdoors)	Outdoors						
31	HIDRAULIC POWER @ Design flow	kw	0,1					
32	CONSTRUCTION MATERIALS	CASE	SS					
33		IMPELLER	SS					
34		SHAFT	SS					
35	NOTES							
36	(1) Maximum H ₂ S content 3ppmwt.							
37	(2) To be confirmed later.							
38	(3) To be confirmed by Pump Vendor.							
39								
40								
41								
42								
43								
44								

Diagrama de bloques

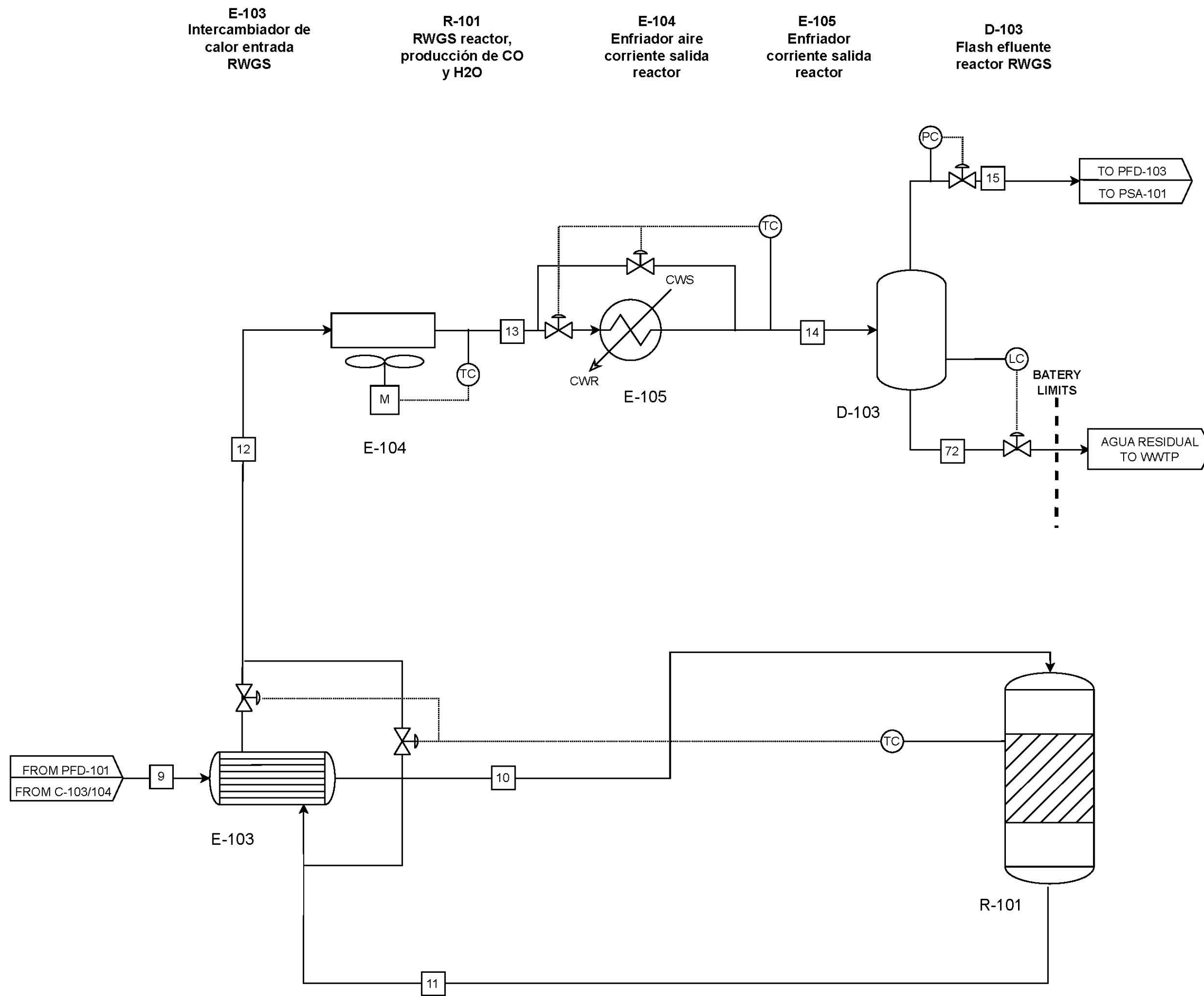


DESCRIPCIÓN		REVSOR LVM	FECHA 20/06/24	APRBOR
CLIENTE	Universidad de Valladolid			
TÍTULO DEL PROYECTO	Planta de queroseno sostenible			
TÍTULO DE DIAGRAMA	Diagrama de bloques			
GRUPO DE TRABAJO				
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE	NÚMERO PLANO DE CLIENTE			
100	1			
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD	PÁGINA	REV
		100	1	

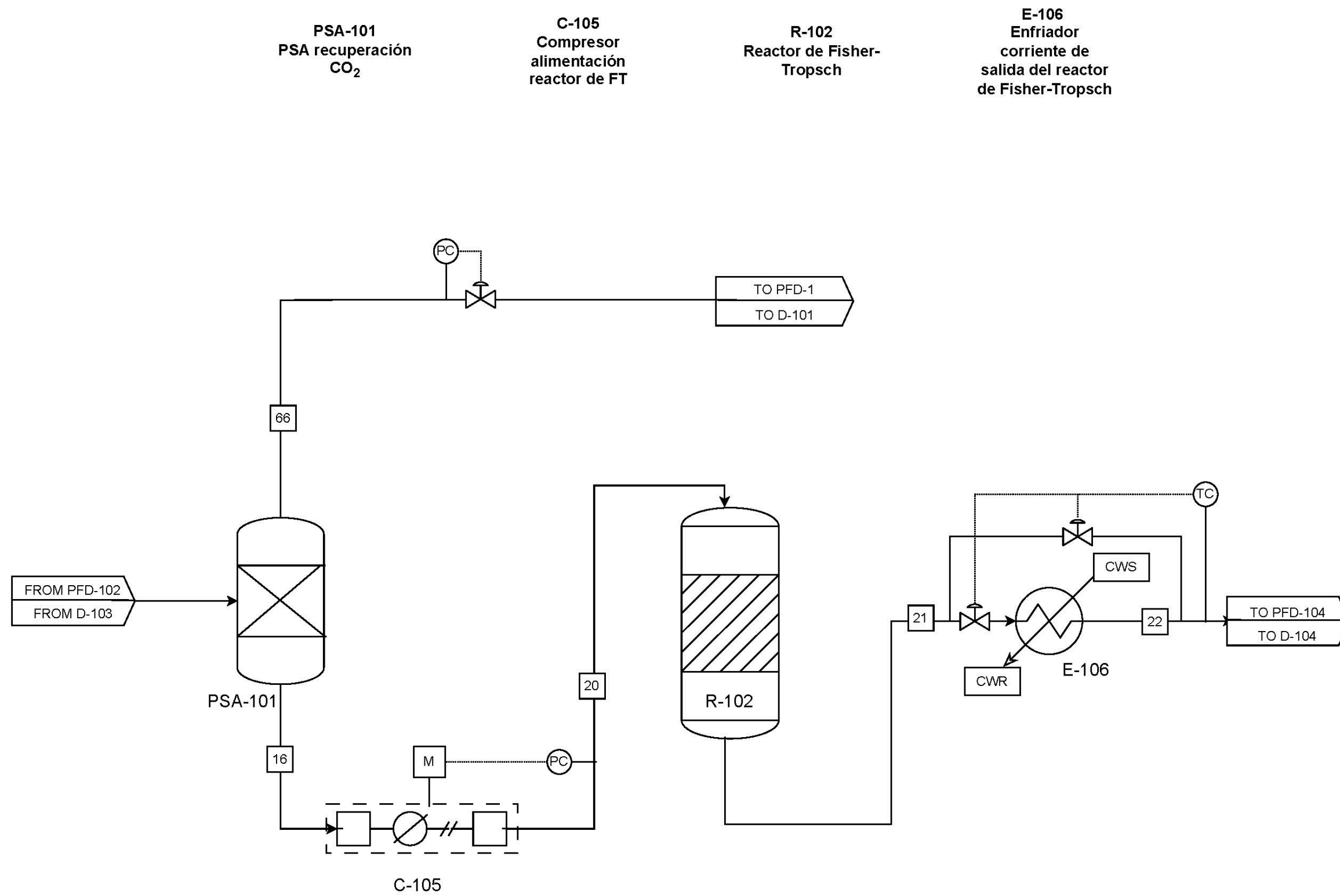
Diagrama de flujo del proceso (PFD)



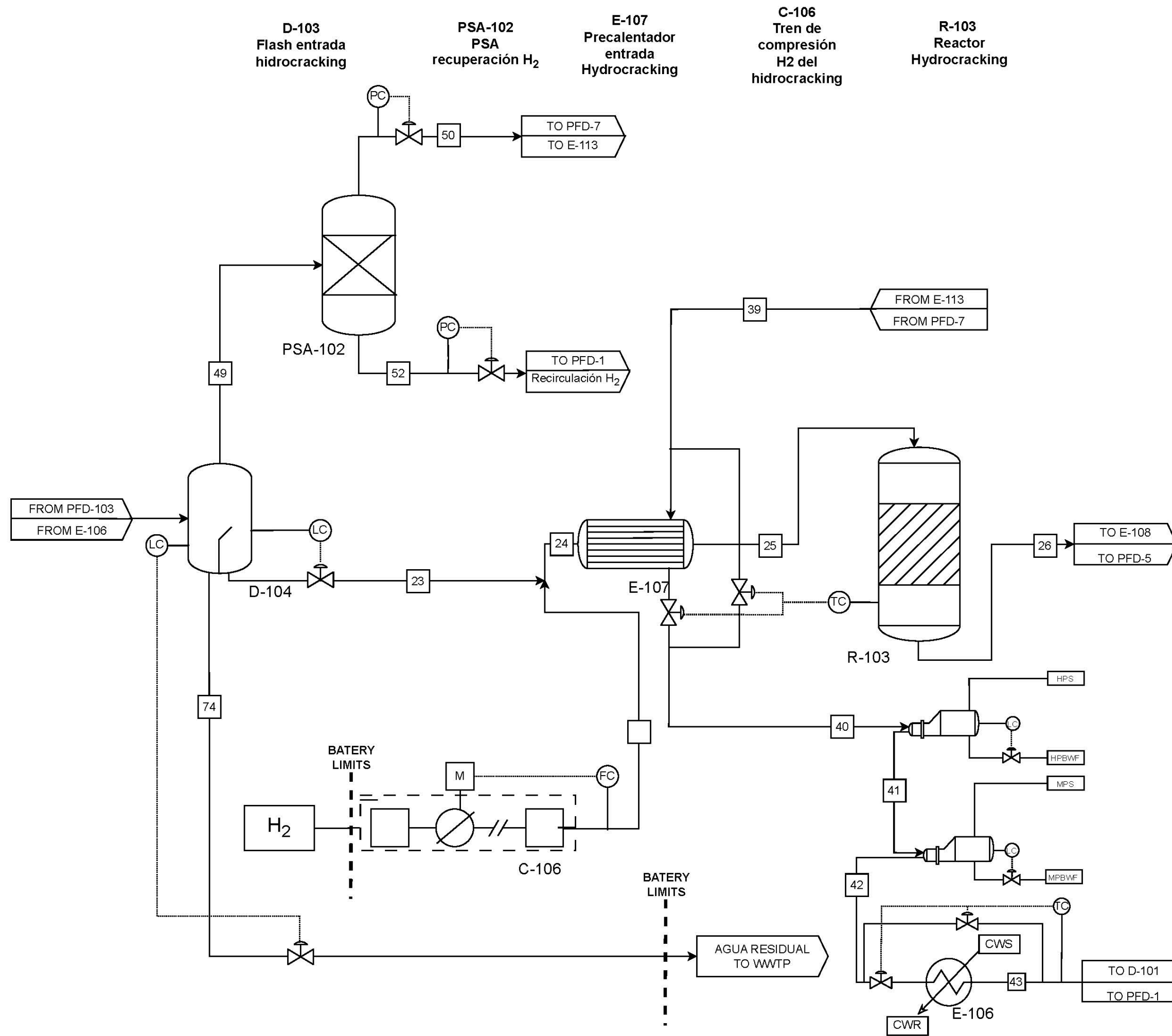
DESCRIPCIÓN	REVSOR LVM	FECHA 20/06/24	APRBOR
CLIENTE	Universidad de Valladolid		
TÍTULO DEL PROYECTO	Planta de queroseno sostenible		
TÍTULO DE DIAGRAMA	PFD-101		
GRUPO DE TRABAJO			
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE 100	NÚMERO PLANO DE CLIENTE 1		
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD 100	PÁGINA 1
			REV



DESCRIPCIÓN	REVSOR LVM	FECHA 20/06/24	APRBOR
CLIENTE	Universidad de Valladolid		
TÍTULO DEL PROYECTO	Planta de queroseno sostenible		
TÍTULO DE DIAGRAMA	PFD-102		
GRUPO DE TRABAJO			
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE 100	NÚMERO PLANO DE CLIENTE 2		
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD 100	PÁGINA 2
			REV



DESCRIPCIÓN	REVSOR	FECHA	APRBOR
	LVM	20/06/24	
CLIENTE	Universidad de Valladolid		
TITULO DEL PROYECTO	Planta de queroseno sostenible		
TITULO DE DIAGRAMA	PFD-103		
GRUPO DE TRABAJO			
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE	NÚMERO PLANO DE CLIENTE		
100	3		
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD	PÁGINA
		100	3
			REV



DESCRIPCIÓN	REVSOR	FECHA	APRBOR
CLIENTE	LVM	20/06/24	
Universidad de Valladolid			
TÍTULO DEL PROYECTO			
Planta de queroseno sostenible			
TÍTULO DE DIAGRAMA			
PFD-104			
GRUPO DE TRABAJO			
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE		NÚMERO PLANO DE CLIENTE	
100		4	
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD	PÁGINA
		100	4
			REV

T-101
Torre de
destilación
Stripper de
ligeros

E-108
Precalentador
entrada columna
stripper de
ligeros

E-109
Condensador
de cabeza de
columna
stripper de
ligeros

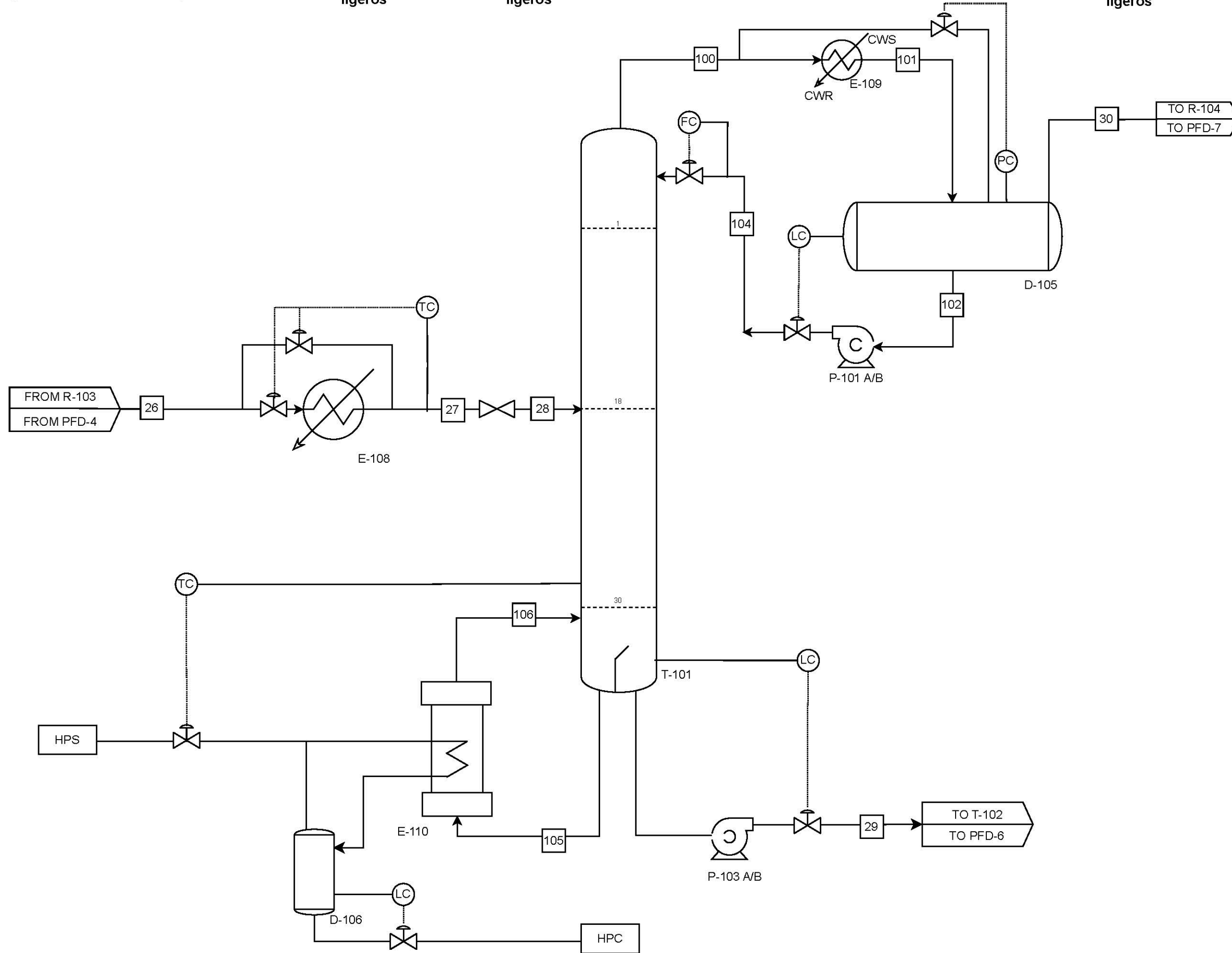
D-105
Acumulador
de cabeza de
columna
stripper de
ligeros

P101 A/B
Bomba de
reflujo

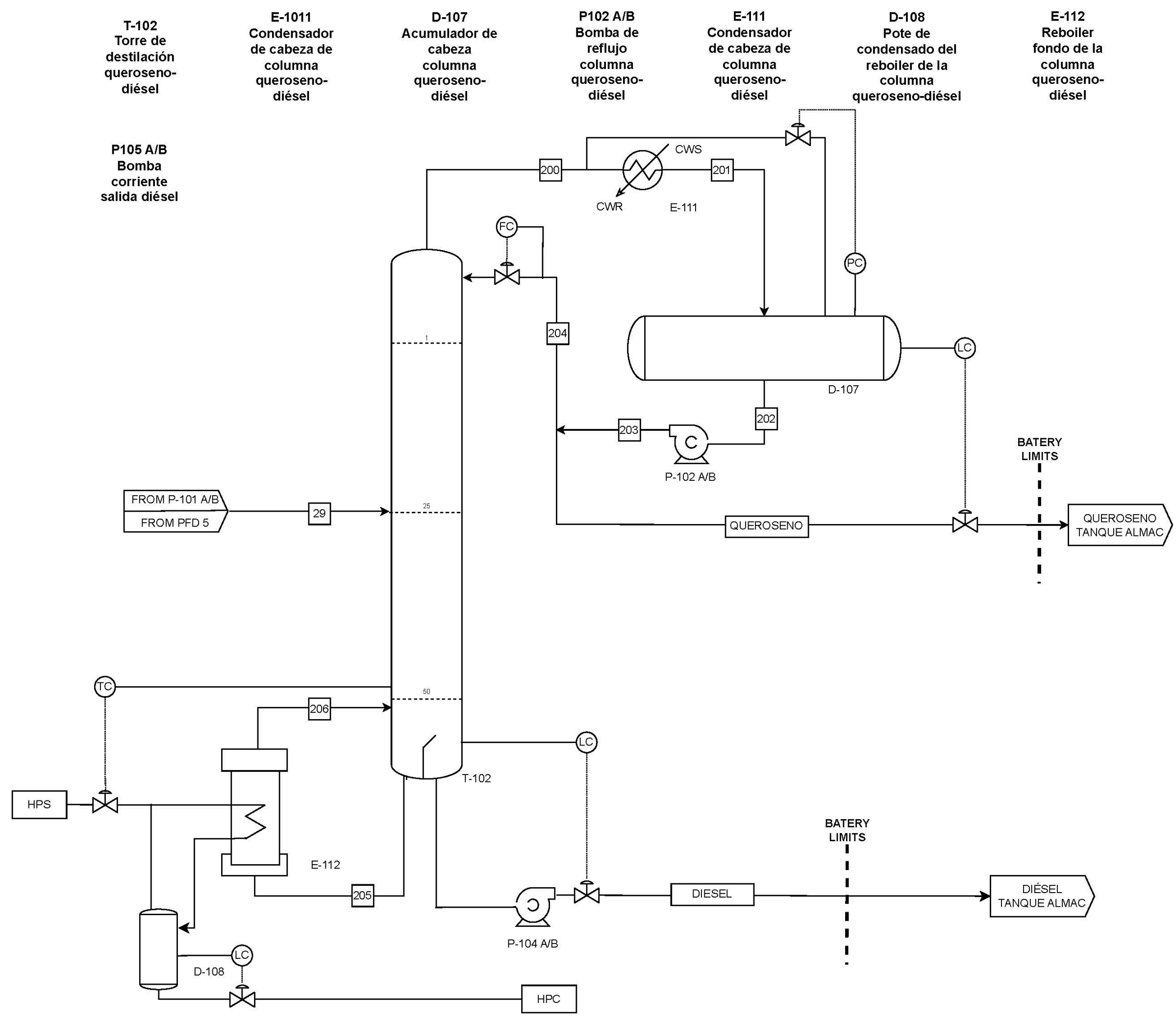
D-106
Pote de condensado
del reboiler E-110

E-110
Reboiler fondo de la
columna stripper de
ligeros

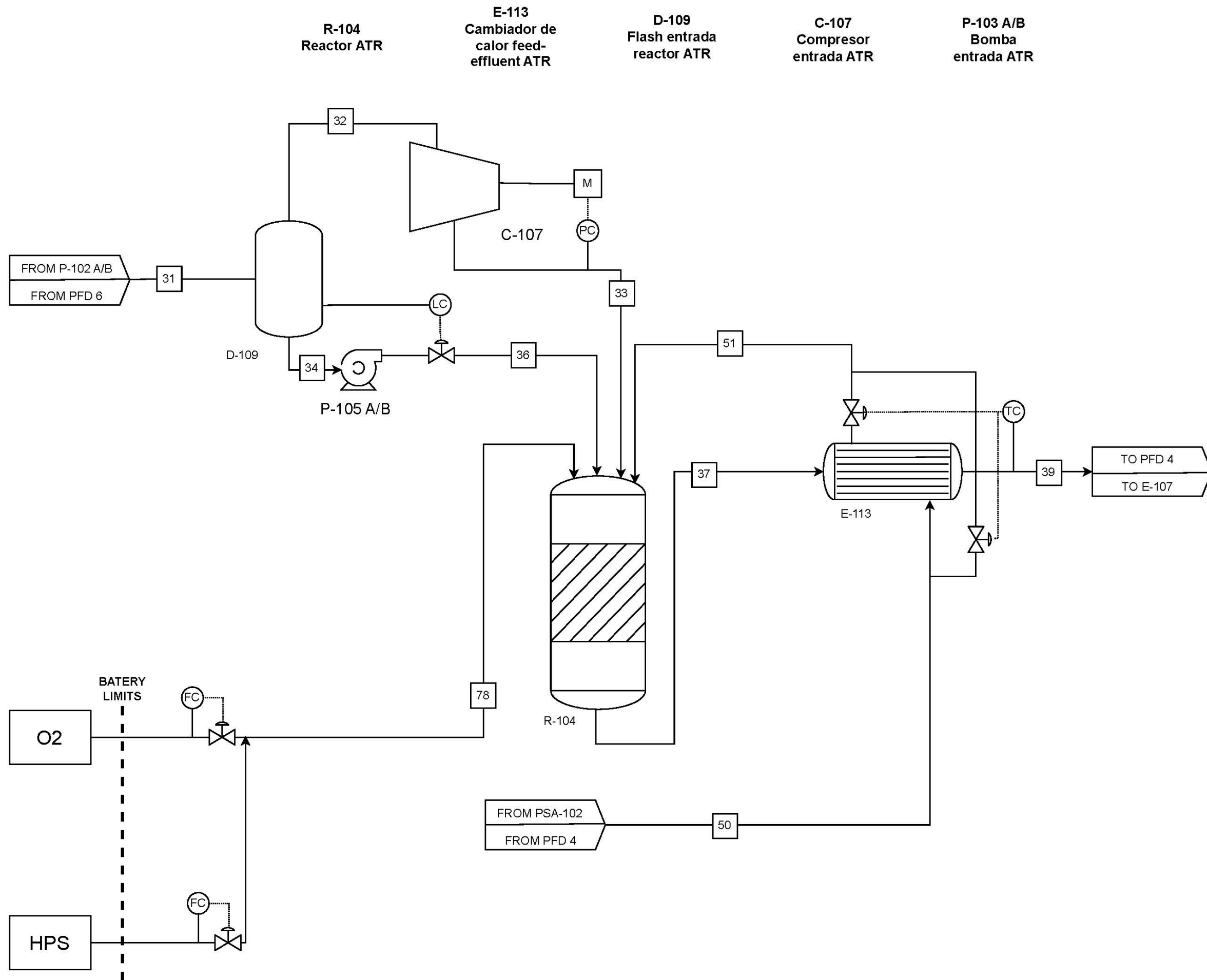
P-103 A/B
bomba salida
fondos
columna
stripping de
ligeros



DESCRIPCIÓN	REVSOR	FECHA	APRBOR
	LVM	20/06/24	
CLIENTE	Universidad de Valladolid		
TITULO DEL PROYECTO	Planta de queroseno sostenible		
TITULO DE DIAGRAMA	PFD-105		
GRUPO DE TRABAJO			
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE	NÚMERO PLANO DE CLIENTE		
100	5		
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD	PÁGINA
		100	5
			REV



DESCRIPCIÓN	REVSOR LVM	FECHA 20/06/24	APRBOR
CLIENTE	Universidad de Valladolid		
TÍTULO DEL PROYECTO	Planta de queroseno sostenible		
TÍTULO DE DIAGRAMA	PFD-106		
GRUPO DE TRABAJO			
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE	NÚMERO PLANO DE CLIENTE		
100	6		
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD	PÁGINA
		100	6
			REV



DESCRIPCIÓN	REVSOR LVM	FECHA 20/06/24	APRBOR
CLIENTE	Universidad de Valladolid		
TÍTULO DEL PROYECTO	Planta de queroseno sostenible		
TÍTULO DE DIAGRAMA	PFD-107		
GRUPO DE TRABAJO			
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE 100	NÚMERO PLANO DE CLIENTE 7		
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD 100	PÁGINA 7 REV

Balance de materia y energía

	CO ₂	H ₂	HIDROGENO	O2	STEAM	QUEROSENO	DIÉSEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P(barg)	1,00	20,00	20,00	100,00	151,90	158,00	261,80	2,24	2,24	2,00	5,00	2,24	2,24	2,24	5,00	5,00	5,00
T (°C)	20,00	1,00	1,00	5,00	5,00	1,00	1,00	85,11	55,00	48,12	130,05	108,12	55,00	55,00	152,70	141,84	820,00
f_vap	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MW (kg/kmol)	44,01	2,00	2,00	32,00	18,00	142,27	215,07	44,01	44,01	41,05	41,05	2,02	2,02	2,02	2,02	16,00	16,00
Density (kg/m3)	1,82	0,08	0,08	5,16	2,67	586,64	517,14	3,33	3,65	3,10	6,17	0,14	0,17	0,17	0,28	2,32	0,88
Viscosity (cP)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,41	0,24	0,23	0,22	0,21	0,22	0,24	3,46	3,44	3,44	3,46	0,50	0,57
Cp (kcal/kg/°C)	0,20	3,44	3,44	0,22	1,12	0,64	0,73	0,22	0,21	0,22	0,24	3,46	3,44	3,44	3,46	0,50	0,57
H (kcal/h)	-3,9E+08	-5,0E+05	-4,7E+03	4,2E+05	-1,8E+07	-1,4E+07	-8,8E+06	-3,9E+08	-3,9E+08	-6,9E+08	-6,8E+08	8,3E+06	3,0E+06	3,0E+06	1,3E+07	-6,7E+08	-5,4E+08
kmol/h	4170,56	13762,85	132,13	785,73	261,91	219,58	118,23	4170,56	4170,56	8080,56	8080,56	14338,15	14338,15	14338,15	14338,15	22558,70	22558,70
kg/h	183545,48	27744,24	266,36	25142,51	4718,40	31281,87	25446,93	183545,48	183545,48	331738,31	331738,31	28903,99	28903,99	28903,99	28903,99	360924,51	360924,51

	11	12	13	14	15	16	20	21	22	23	24	25	26	27	28	27	28
P(barg)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	1,00	1,00	1,00	1,00
T (°C)	900,00	188,09	55,00	35,00	35,00	37,45	169,37	240,00	35,00	49,86	52,08	200,00	240,00	194,36	120,00	194,36	120,00
f_vap	1,00	1,00	0,80	0,79	1,00	1,00	1,00	0,97	0,22	0,00	0,33	0,37	0,00	0,64	0,18	0,64	0,18
MW (kg/kmol)	16,05	16,05	16,05	16,05	15,51	11,42	11,40	28,60	28,60	207,35	144,91	144,91	144,91	144,91	144,91	144,91	144,91
Density (kg/m3)	0,82	2,10	3,67	3,99	3,03	2,21	10,73	26,42	210,88	558,94	282,21	208,10	500,95	5,96	24,44	5,96	24,44
Viscosity (cP)	0,55	0,48	0,60	0,61	0,47	0,61	0,62	0,57	0,70	0,50	0,52	0,67	0,73	0,61	0,58	0,61	0,58
Cp (kcal/kg/°C)	0,55	0,48	0,60	0,61	0,47	0,61	0,62	0,57	0,70	0,50	0,52	0,67	0,73	0,61	0,58	0,61	0,58
H (kcal/h)	-4,8E+08	-6,1E+08	-6,8E+08	-6,9E+08	-3,6E+08	-1,5E+08	-1,4E+08	-3,1E+08	-3,8E+08	-3,0E+07	-3,0E+07	-2,4E+07	-2,4E+07	-2,4E+07	-2,9E+07	-2,4E+07	-2,9E+07
kmol/h	22491,52	22491,52	22491,52	22491,52	17667,30	15450,14	15408,71	6143,45	6143,45	313,27	450,15	450,15	450,15	450,15	450,15	450,15	450,15
kg/h	360924,36	360924,36	360924,36	360924,36	274013,53	176436,81	175690,52	175690,52	175690,52	64956,61	65232,54	65232,54	65232,52	65232,52	65232,52	65232,52	65232,52

	29	30	31	32	33	36	37	39	40	41	42	43	47	49	50	51	52
P(barg)	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,00	35,00	35,00	35,00	35,00
T (°C)	175,59	65,24	55,00	55,00	110,21	117,00	950,00	930,47	678,47	270,00	125,00	55,00	53,56	49,86	49,86	117,00	49,86
f_vap	0,00	1,00	0,81	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MW (kg/kmol)	167,75	63,95	63,95	57,38	57,38	92,56	27,03	27,03	27,03	27,03	27,03	27,03	29,96	23,37	28,06	28,06	2,02
Density (kg/m3)	571,30	2,32	2,93	2,14	9,49	577,36	1,33	1,35	1,71	3,00	4,12	6,60	2,21	30,62	37,01	30,19	2,60
Viscosity (cP)	0,65	0,43	0,45	0,41	0,47	0,64	0,39	0,39	0,37	0,33	0,31	0,40	0,27	0,33	0,28	0,28	3,46
Cp (kcal/kg/°C)	0,65	0,43	0,45	0,41	0,47	0,64	0,39	0,39	0,37	0,33	0,31	0,40	0,27	0,33	0,28	0,28	3,46
H (kcal/h)	-2,4E+07	-3,2E+06	-3,4E+06	-2,5E+06	-2,4E+06	-8,4E+05	-1,0E+08	-1,0E+08	-1,1E+08	-1,2E+08	-1,2E+08	-1,3E+08	-8,9E+07	-2,3E+07	-2,3E+07	-2,2E+07	3,3E+04
kmol/h	351,11	99,03	99,03	80,54	80,54	18,49	2276,84	2276,84	2276,84	2276,84	2276,84	2276,84	1700,00	1065,34	873,27	873,27	192,06
kg/h	58899,55	6332,97	6332,97	4621,19	4621,19	1711,78	61547,81	61547,81	61547,81	61547,81	61547,81	61547,81	50931,17	24893,52	24506,35	24506,35	387,18

	54	66	68	70	71	72	74	78	100	101	102	104	105	106	200	201	202
P(barg)	5,00	5,00	2,00	2,00	22,00	5,00	35,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,00	1,00	186,41	163,31	163,31
T (°C)	49,79	35,00	31,84	120,00	120,00	35,00	49,86	69,86	91,27	65,24	65,24	65,24	154,32	175,59	1,00	1,00	1,00
f_vap	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	1,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00
MW (kg/kmol)	2,02	44,01	44,01	18,00	18,00	18,02	18,02	28,50	87,75	87,75	96,42	96,42	148,49	148,49	145,81	145,81	145,81
Density (kg/m3)	0,37	8,81	3,51	942,94	942,94	843,28	834,86	6,29	3,00	11,74	635,91	635,91	342,34	8,24	5,07	583,85	583,85
Viscosity (cP)	3,44	0,21	0,21	0,23	0,23	1,08	1,08	0,34	0,01	0,01	0,31	0,31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cp (kcal/kg/°C)	3,44	0,21	0,21	1,01	1,01	1,08	1,08	0,34	0,47	0,47	0,09	0,09	0,28	10,98	16,90	0,16	0,16
H (kcal/h)	2,4E+04	-2,1E+08	-2,1E+08	-	-	-3,3E+08	-3,2E+08	-1,7E+07	-1,4E+07	-1,7E+07	-1,3E+07	-1,3E+07	-2,2E+07	-2,0E+07	-5,2E+04	-6,1E+04	-6,1E+04
kmol/h	140,00	2217,16	2210,00	0,00	0,00	4824,22	4764,85	1077,38	370,72	370,72	271,69	271,69	351,12	351,12	456,45	456,45	456,45
kg/h	282,22	97576,65	97261,66	0,00	0,00	86910,83	85840,39	30708,48	32529,86	32529,86	26196,87	26196,87	52135,92	52135,92	66556,26	66556,26	66556,26

	203	204	205	206
P(barg)	163,31	163,31	1,00	1,00
T (°C)	1,00	1,20	186,41	261,81
f_vap	0,00	0,00	0,00	0,80
MW (kg/kmol)	145,81	145,81	203,15	203,15
Density (kg/m3)	583,85	583,85	568,01	6,09
Viscosity (cP)	0,01	0,01	0,01	0,01
Cp (kcal/kg/°C)	0,16	0,16	0,23	21,71
H (kcal/h)	-6,1E+04	-6,1E+04	-9,7E+06	-7,3E+06
kmol/h	456,45	236,87	122,89	122,89
kg/h	66556,26	35274,39	24965,33	24965,33

kmol/kmol	CO ₂	H ₂	HIDROGENO	O2	STEAM	QUEROSENO	DIÉSEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0	0	0,03	0,03
CO2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0,88	0,88	0	0	0	0	0,32	0,32
H2O	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0,00	0,00
H2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,04	0,04	1	1	1	1	0,66	0,66
METHA-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ETHAN-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROPA-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-BUT-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-PEN-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-01	0	0	0	0	0	1,42E-10	6,13E-41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEP-01	0	0	0	0	0	1,01E-05	4,92E-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-OCT-01	0	0	0	0	0	2,47E-01	1,14E-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-NON-01	0	0	0	0	0	2,04E-01	6,49E-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-DEC-01	0	0	0	0	0	1,62E-01	4,27E-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-UND-01	0	0	0	0	0	6,12E-02	8,48E-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C12	0	0	0	0	0	3,24E-01	3,80E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TRI-01	0	0	0	0	0	6,68E-04	9,51E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TET-01	0	0	0	0	0	5,24E-08	4,34E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-PEN-02	0	0	0	0	0	2,20E-13	8,16E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-02	0	0	0	0	0	6,78E-18	1,07E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEP-02	0	0	0	0	0	2,72E-22	6,90E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-OCT-02	0	0	0	0	0	4,63E-27	6,35E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-NON-02	0	0	0	0	0	8,34E-31	5,84E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-EIC-01	0	0	0	0	0	2,79E-35	5,38E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEN-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-DOC-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TRI-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-PEN-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEP-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-NON-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TRI-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TET-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCTAT-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HEXAP-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TETRA-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ETHYL-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROPY-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-BUT-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGE-01	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

32	33	36	37	39	40	41	42	43	47	49	50	51	52	54	66	68	70
0,26	0,26	4,83E-04	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,34	0,75	0,91	0,91	0	0	0	0	0
0,01	0,01	5,67E-05	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,44	0,00	3,26E-03	3,26E-03	0	0	1	1	0
0,04	0,04	0,01	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,03	0,00	4,69E-03	4,69E-03	0	0	0	0	0
0,04	0,04	2,90E-05	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,19	0,18	0	0	1	1	0	0	0
0,03	0,03	1,41E-04	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,05	0,05	0	0	0	0	0
0,01	0,01	1,52E-04	0	0	0	0	0	0	0	2,54E-03	3,10E-03	3,10E-03	0	0	0	0	0
0,01	0,01	9,29E-04	0	0	0	0	0	0	0	1,95E-03	2,38E-03	2,38E-03	0	0	0	0	0
0,02	0,02	4,64E-03	0	0	0	0	0	0	0	1,21E-03	1,48E-03	1,48E-03	0	0	0	0	0
0,20	0,20	0,11	0	0	0	0	0	0	0	4,25E-03	0,01	0,01	0	0	0	0	0
0,18	0,18	0,28	0	0	0	0	0	0	0	1,73E-03	2,11E-03	2,11E-03	0	0	0	0	0
0,12	0,12	0,50	0	0	0	0	0	0	0	6,71E-04	8,19E-04	8,19E-04	0	0	0	0	0
0,01	0,01	0,08	0	0	0	0	0	0	0	2,51E-04	3,06E-04	3,06E-04	0	0	0	0	0
2,04E-09	2,04E-09	6,26E-08	0	0	0	0	0	0	0	9,42E-05	1,15E-04	1,15E-04	0	0	0	0	0
1,23E-15	1,23E-15	9,91E-14	0	0	0	0	0	0	0	3,57E-05	4,36E-05	4,36E-05	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,34E-05	1,63E-05	1,63E-05	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,24E-06	6,40E-06	6,40E-06	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,15E-06	2,63E-06	2,63E-06	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,09E-07	9,87E-07	9,87E-07	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,12E-07	3,81E-07	3,81E-07	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,23E-07	1,50E-07	1,50E-07	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,57E-08	6,79E-08	6,79E-08	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,06E-08	2,51E-08	2,51E-08	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,50E-09	1,16E-08	1,16E-08	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,01E-09	4,89E-09	4,89E-09	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,73E-10	8,21E-10	8,21E-10	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,56E-11	1,90E-11	1,90E-11	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,82E-12	2,2207E-12	2,2207E-12	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,73E-13	3,3299E-13	3,3299E-13	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,55E-15	7,9936E-15	7,9936E-15	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,33E-16	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,26E-18	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,02E-19	0	0	0	0	0	0	0
2,7E-04	2,7E-04	4,0E-06	0	0	0	0	0	0	0	1,33E-04	1,62E-04	1,62E-04	0	0	0	0	0
0,03	0,03	1,5E-03	0	0	0	0	0	0	0	4,09E-03	4,98E-03	4,98E-03	0	0	0	0	0
0,05	0,05	0,01	0	0	0	0	0	0	0	2,33E-03	2,84E-03	2,84E-03	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

71	72	74	78	100	101	102	104	105	106	200	201	202	203	204	205	206
0	0	8,20E-06	0	0,057	0,057	4,12E-04	4,12E-04	1,98E-42	1,98E-42	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,54E-06	0	0,001	0,001	4,35E-05	4,35E-05	1,49E-34	1,49E-34	0	0	0	0	0	0	0
0	1,0E+00	1,00E+00	0,25	0,009	0,009	4,13E-04	4,13E-04	3,29E-30	3,29E-30	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3,82E-06	0	0,009	0,009	4,23E-05	4,23E-05	1,21E-44	1,21E-44	0	0	0	0	0	0	0
0	0	4,09E-08	0	0,007	0,007	1,05E-04	1,05E-04	3,17E-39	3,17E-39	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2,24E-11	0	0,002	0,002	1,10E-04	1,10E-04	3,27E-32	3,27E-32	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,30E-13	0	0,004	0,004	6,52E-04	6,52E-04	2,90E-26	2,90E-26	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,25E-16	0	0,008	0,008	3,09E-03	3,09E-03	9,02E-21	9,02E-21	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,30E-17	0	0,105	0,105	0,08	0,08	8,16E-15	8,16E-15	0	0	0	0	0	0	0
0	0	6,99E-20	0	0,217	0,217	0,22	0,22	5,06E-10	5,06E-10	9,02E-11	9,02E-11	9,02E-11	9,02E-11	9,02E-11	1,3139E-39	1,3139E-39
0	0	3,97E-23	0	0,445	0,445	0,54	0,54	2,21E-05	2,21E-05	7,49E-06	7,49E-06	7,49E-06	7,49E-06	7,49E-06	7,2166E-30	7,2166E-30
0	0	1,70E-26	0	0,115	0,115	0,15	0,15	0,34	0,34	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	1,12E-20	1,12E-20
0	0	1,03E-29	0	1,75E-07	1,75E-07	2,34E-07	2,34E-07	1,86E-01	1,86E-01	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184	4,37E-16	4,37E-16
0	0	1,14E-33	0	6,15E-13	6,15E-13	8,33E-13	8,33E-13	1,08E-01	1,08E-01	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	2,01E-11	2,01E-11
0	0	2,57E-36	0	1,15E-18	1,15E-18	0	0	0,03	0,03	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	2,88E-07	2,88E-07
0	0	7,36E-41	0	7,21E-23	7,21E-23	0	0	0,15	0,15	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,090	0,090
0	0	5,13E-28	0	2,78E-28	2,78E-28	0	0	0,02	0,02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,153	0,153
0	0	1,23E-31	0	1,06E-32	1,06E-32	0	0	0,09	0,09	6,74E-08	6,74E-08	6,74E-08	6,74E-08	6,74E-08	0,505	0,505
0	0	3,62E-34	0	2,19E-38	2,19E-38	0	0	0,02	0,02	3,01E-13	3,01E-13	3,01E-13	3,01E-13	3,01E-13	0,072	0,072
0	0	8,44E-35	0	2,29E-43	2,29E-43	0	0	0,02	0,02	9,81E-18	9,81E-18	9,81E-18	9,81E-18	9,81E-18	0,074	0,074
0	0	7,51E-40	0	2,03E-47	2,03E-47	0	0	0,01	0,01	4,16E-22	4,16E-22	4,16E-22	4,16E-22	4,16E-22	0,038	0,038
0	0	2,00E-41	0	1,03E-52	1,03E-52	0	0	0,01	0,01	7,42E-27	7,42E-27	7,42E-27	7,42E-27	7,42E-27	0,029	0,029
0	0	2,13E-47	0	3,20E-56	3,20E-56	0	0	0,01	0,01	1,41E-30	1,41E-30	1,41E-30	1,41E-30	1,41E-30	0,023	0,023
0	0	4,69E-53	0	2,01E-60	2,01E-60	0	0	0,01	0,01	4,93E-35	4,93E-35	4,93E-35	4,93E-35	4,93E-35	0,018	0,018
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,6196E-58	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	3,76E-60	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	4,38E-61	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	6,57E-62	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,58E-63	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	5,62E-65	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,75E-66	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	9,68E-68	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,28E-08	0	6,16E-05	6,16E-05	3,00E-06	3,00E-06	3,07E-35	3,07E-35	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,44E-07	0	0,007	0,007	0,001	0,001	1,04E-26	1,04E-26	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,74E-08	0	0,016	0,016	0,007	0,007	3,58E-20	3,58E-20	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,75	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

kg/kg	CO ₂	H ₂	HIDROGENO	O ₂	STEAM	QUEROSENO	DIÉSEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0	0	0,04	0,04
CO ₂	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0,95	0,95	0	0	0	0	0,87	0,87
H ₂ O	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00
H ₂	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1	1	1	1	0,08	0,08
METHA-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ETHAN-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROPA-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-BUT-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-PEN-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-01	0	0	0	0	0	8,59E-11	2,46E-41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEP-01	0	0	0	0	0	7,13E-06	2,29E-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-OCT-01	0	0	0	0	0	1,98E-01	6,04E-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-NON-01	0	0	0	0	0	1,84E-01	3,87E-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-DEC-01	0	0	0	0	0	1,62E-01	2,82E-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-UND-01	0	0	0	0	0	6,72E-02	6,16E-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₂	0	0	0	0	0	3,88E-01	3,00E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TRI-01	0	0	0	0	0	8,64E-04	8,15E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TET-01	0	0	0	0	0	7,29E-08	4,00E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-PEN-02	0	0	0	0	0	3,28E-13	8,05E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-02	0	0	0	0	0	1,08E-17	1,12E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEP-02	0	0	0	0	0	4,59E-22	7,71E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-OCT-02	0	0	0	0	0	8,27E-27	7,51E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-NON-02	0	0	0	0	0	1,57E-30	7,29E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-EIC-01	0	0	0	0	0	5,54E-35	7,06E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEN-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-DOC-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TRI-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₂₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-PEN-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEP-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₂₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-NON-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TRI-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₃₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-HEX-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-TET-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCTAT-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HEXAP-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TETRA-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ETHYL-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROPY-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-BUT-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGE-01	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

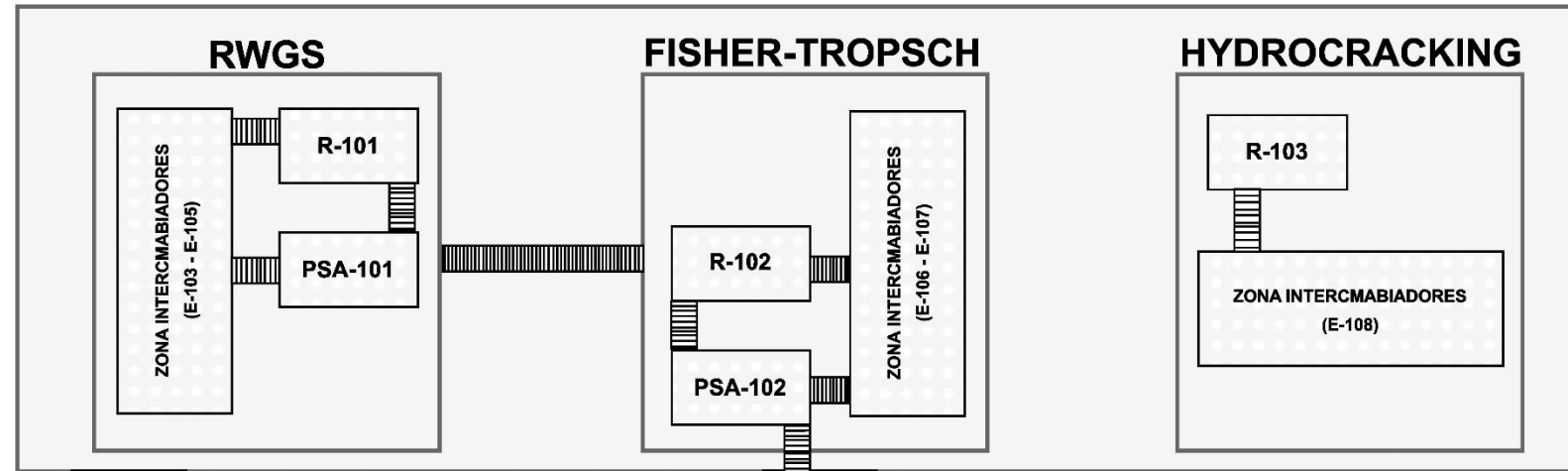
32	33	36	37	39	40	41	42	43	47	49	50	51	52	54	66	68	70
0,13	0,13	1,46E-04	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,32	0,90	0,91	0,91	0	0	0	0	0
0,00	0,00	2,70E-05	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,01	5,11E-03	5,11E-03	0	0	1	1	0
0,01	0,01	0,00	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,02	0,00	3,01E-03	3,01E-03	0	0	0	0	0
0,00	0,00	6,32E-07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0	0	1	1	0	0	0
0,01	0,01	2,44E-05	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0,03	0	0	0	0	0
0,00	0,00	4,95E-05	0	0	0	0	0	0	0	3,27E-03	3,32E-03	3,32E-03	0	0	0	0	0
0,01	0,01	4,43E-04	0	0	0	0	0	0	0	3,68E-03	3,73E-03	3,73E-03	0	0	0	0	0
0,02	0,02	2,92E-03	0	0	0	0	0	0	0	3,01E-03	3,06E-03	3,06E-03	0	0	0	0	0
0,26	0,26	0,09	0	0	0	0	0	0	0	1,31E-02	0,01	0,01	0	0	0	0	0
0,27	0,27	0,26	0	0	0	0	0	0	0	6,38E-03	6,49E-03	6,49E-03	0	0	0	0	0
0,21	0,21	0,54	0	0	0	0	0	0	0	2,88E-03	2,92E-03	2,92E-03	0	0	0	0	0
0,01	0,01	0,10	0	0	0	0	0	0	0	1,23E-03	1,25E-03	1,25E-03	0	0	0	0	0
4,56E-09	4,56E-09	8,67E-08	0	0	0	0	0	0	0	5,17E-04	5,25E-04	5,25E-04	0	0	0	0	0
3,06E-15	3,06E-15	1,52E-13	0	0	0	0	0	0	0	2,17E-04	2,21E-04	2,21E-04	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,95E-05	9,10E-05	9,10E-05	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,82E-05	3,88E-05	3,88E-05	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,70E-05	1,73E-05	1,73E-05	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,87E-06	6,98E-06	6,98E-06	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,84E-06	2,88E-06	2,88E-06	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,19E-06	1,21E-06	1,21E-06	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,73E-07	5,82E-07	5,82E-07	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,24E-07	2,28E-07	2,28E-07	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,09E-07	1,11E-07	1,11E-07	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,85E-08	4,92E-08	4,92E-08	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,75E-09	9,91E-09	9,91E-09	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,51E-11	3,5679E-11	3,5679E-11	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,92E-12	6,0159E-12	6,0159E-12	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,58E-13	1,604E-13	1,604E-13	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,75E-15	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,45E-16	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,55E-17	0	0	0	0	0	0	0
1,3E-04	1,3E-04	1,2E-06	0	0	0	0	0	0	0	1,60E-04	1,62E-04	1,62E-04	0	0	0	0	0
0,02	0,02	6,9E-04	0	0	0	0	0	0	0	7,36E-03	7,47E-03	7,47E-03	0	0	0	0	0
0,05	0,05	0,01	0	0	0	0	0	0	0	5,59E-03	5,68E-03	5,68E-03	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0

71	72	74	78	100	101	102	104	105	106	200	201	202	203	204	205	206
0	4,7916E-07	1,27E-05	0	0,0180378	0,0180378	0,00011975	0,00011975	3,7408E-43	3,7408E-43	0	0	0	0	0	0	0
0	2,292E-05	3,76E-06	0	0,00058434	0,00058434	1,98E-05	1,98E-05	4,405E-35	4,405E-35	0	0	0	0	0	0	0
0	1,0E+00	1,00E+00	0,15801258	0,00194521	0,00194521	7,72E-05	7,72E-05	3,9893E-31	3,9893E-31	0	0	0	0	0	0	0
0	1,0915E-07	4,27E-07	0	0,00019583	0,00019583	8,84E-07	8,84E-07	1,644E-46	1,644E-46	0	0	0	0	0	0	0
0	1,0891E-10	3,64E-08	0	0,00127339	0,00127339	1,74E-05	1,74E-05	3,423E-40	3,423E-40	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3,74E-11	0	0,00055545	0,00055545	3,42E-05	3,42E-05	6,6221E-33	6,6221E-33	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3,19E-13	0	0,00186629	0,00186629	0,00029808	2,98E-04	8,6055E-27	8,6055E-27	0	0	0	0	0	0	0
0	0	4,03E-16	0	0,00504362	0,00504362	0,00186053	1,86E-03	3,5303E-21	3,5303E-21	0	0	0	0	0	0	0
0	0	5,21E-17	0	0,08620978	0,08620978	0,0561773	0,06	3,9655E-15	3,9655E-15	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3,34E-19	0	0,21300395	0,21300395	0,20097174	0,20	2,9346E-10	2,9346E-10	5,33E-11	5,33E-11	5,33E-11	5,33E-11	5,33E-11	5,58E-40	5,58E-40
0	0	2,21E-22	0	0,50775389	0,50775389	0,55879775	0,56	1,4912E-05	1,4912E-05	5,15E-06	5,15E-06	5,15E-06	5,15E-06	5,15E-06	3,56E-30	3,56E-30
0	0	1,07E-25	0	0,15005597	0,15005597	0,17715868	0,18	0,258	0,258	0,158	0,158	0,158	0,158	0,158	0,000	0,000
0	0	7,30E-29	0	2,56E-07	2,56E-07	3,11E-07	3,11E-07	0,161	0,161	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162	0,000	0,000
0	0	9,00E-33	0	9,98E-13	9,98E-13	1,23E-12	1,23E-12	0,103	0,103	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157	0,000	0,000
0	0	2,23E-35	0	2,05E-18	2,05E-18	0	0	0,034	0,034	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,000	0,000
0	0	6,96E-40	0	1,40E-22	1,40E-22	0	0	0,175	0,175	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,075	0,075
0	0	5,25E-27	0	5,85E-28	5,85E-28	0	0	0,026	0,026	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,139	0,139
0	0	1,36E-30	0	2,39E-32	2,39E-32	0	0	0,11	0,11	9,17E-08	9,17E-08	9,17E-08	9,17E-08	9,17E-08	4,93E-01	4,93E-01
0	0	4,27E-33	0	5,31E-38	5,31E-38	0	0	0,02	0,02	4,38E-13	4,38E-13	4,38E-13	4,38E-13	4,38E-13	7,55E-02	7,55E-02
0	0	1,06E-33	0	5,91E-43	5,91E-43	0	0	0,03	0,03	1,52E-17	1,52E-17	1,52E-17	1,52E-17	1,52E-17	8,25E-02	8,25E-02
0	0	1,00E-38	0	5,57E-47	5,57E-47	0	0	0,02	0,02	6,86E-22	6,86E-22	6,86E-22	6,86E-22	6,86E-22	4,50E-02	4,50E-02
0	0	2,83E-40	0	2,98E-52	2,98E-52	0	0	0,02	0,02	1,30E-26	1,30E-26	1,30E-26	1,30E-26	1,30E-26	3,58E-02	3,58E-02
0	0	3,18E-46	0	9,79E-56	9,79E-56	0	0	0,02	0,02	2,60E-30	2,60E-30	2,60E-30	2,60E-30	2,60E-30	2,98E-02	2,98E-02
0	0	7,36E-52	0	6,47E-60	6,47E-60	0	0	0,02	0,02	9,55E-35	9,55E-35	9,55E-35	9,55E-35	9,55E-35	2,46E-02	2,46E-02
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3,0446E-57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	8,23E-59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,10E-59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,85E-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	4,93E-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2,11E-63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	7,64E-65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	4,84E-66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,99E-08	0	1,97E-05	1,97E-05	8,72E-07	8,72E-07	5,7945E-36	5,7945E-36	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3,37E-07	0	0,003	0,003	4,71E-04	4,71E-04	2,9493E-27	2,9493E-27	0	0	0	0	0	0	0
0	0	5,43E-08	0	0,010	0,010	0,004	0,004	1,3515E-20	1,3515E-20	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,842	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

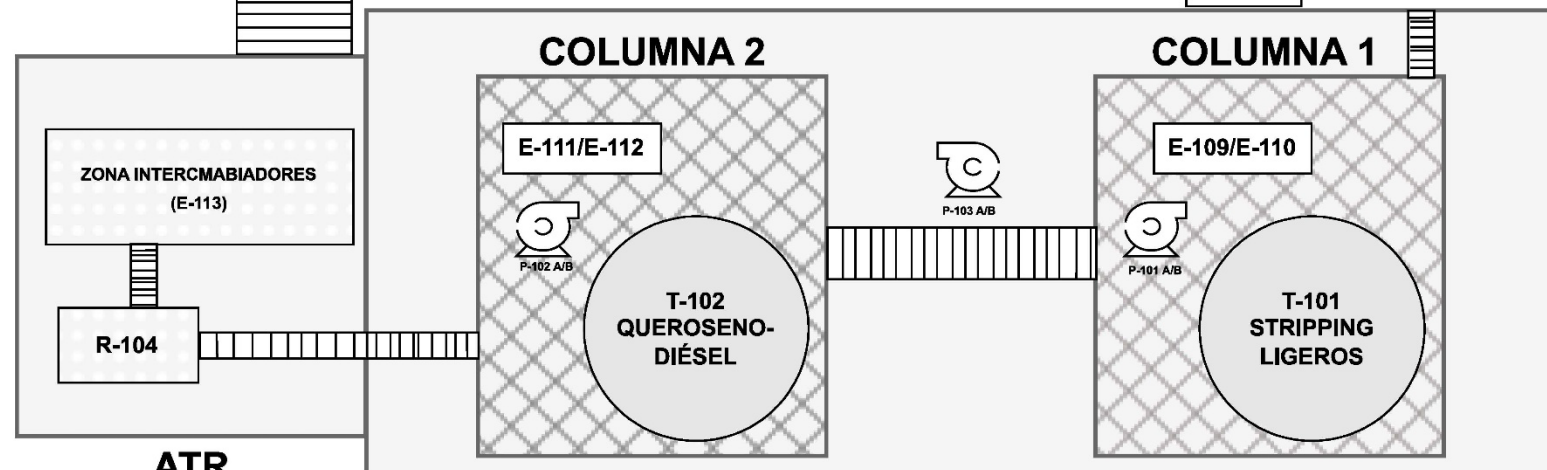
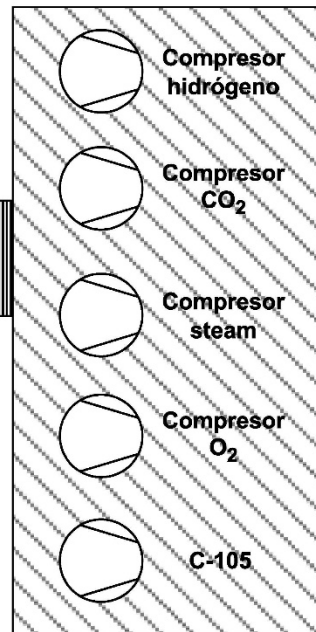
Diagrama de implantación

CONTOL ROOM

REACCIÓN




ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS



ATR

DESTILACIÓN

BATTERY LIMIT

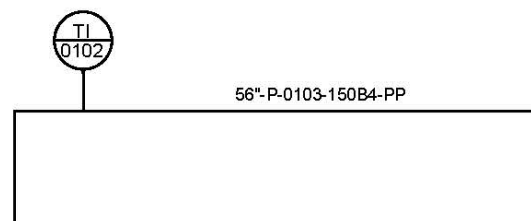
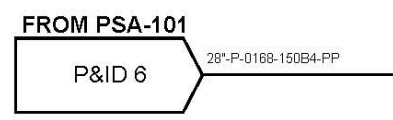
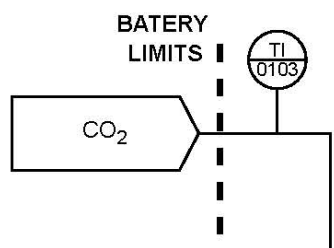
DESCRIPCIÓN	REVSOR	FECHA	APRBOR	
CLIENTE	LVM	20/06/24		
Universidad de Valladolid 				
TÍTULO DEL PROYECTO Planta de queroseno sostenible				
TÍTULO DE DIAGRAMA Diagrama de emplazamiento				
GRUPO DE TRABAJO				
NÚMERO PROYECTO DE CLIENTE 100	NÚMERO PLANO DE CLIENTE 1			
NÚMERO DE TRABAJO	NOMBRE DE ARCHIVO	UNIDAD	PÁGINA	REV
		100	1	1

Piping and instrument diagrams (P&IDs)

C-101 C-102	
COMPRESOR ENTRADA CO ₂	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	6,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	140

E-101	
ENFRIADOR INTERETAPA COMPRESOR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	4
DESIGN TEMPERATURE, °C	150

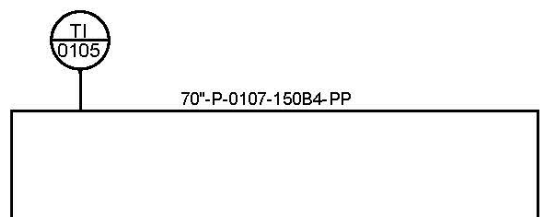
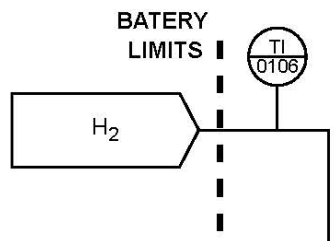
D-101	
KO DRUM INTERETAPA COMPRESOR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	85



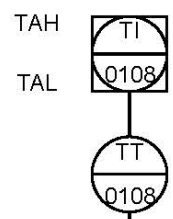
C-103 C-104	
COMPRESOR ENTRADA H ₂	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	6,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	153

E-102	
ENFRIADOR INTERETAPA COMPRESOR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	110

D-102	
KO DRUM INTERETAPA COMPRESOR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	108

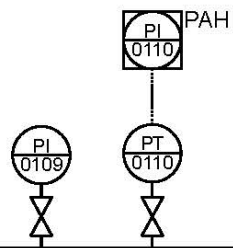


E-103	
INTERCAMBIADOR DE CALOR ENTRADA RWGS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	6,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	900



FROM E-103

P&ID 103

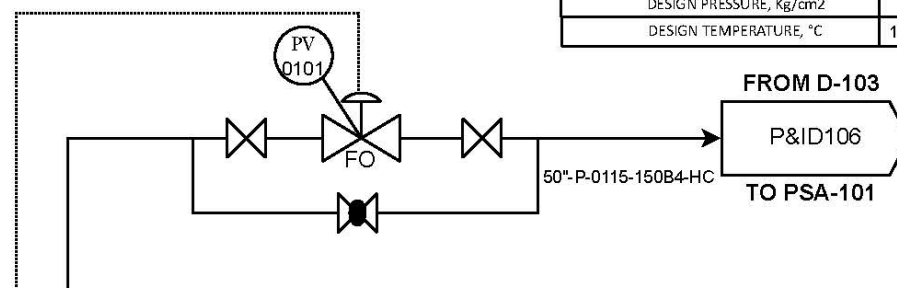


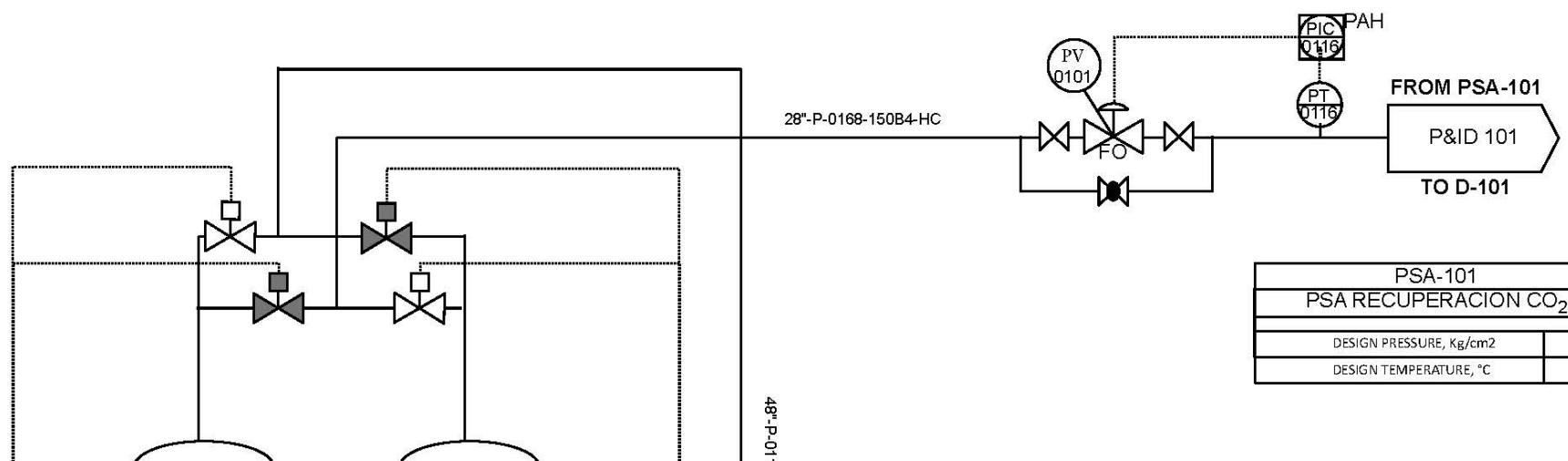
R-101	
REACTOR RWGS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	6.8
DESIGN TEMPERATURE, °C	900

E-104	
ENFRIADOR AIRE SALIDA RWGS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	6.8
DESIGN TEMPERATURE, °C	250

E-105	
ENFRIADOR SALIDA RWGS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	6.8
DESIGN TEMPERATURE, °C	150

D-103	
FLASH EFLUENTES RWGS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	6
DESIGN TEMPERATURE, °C	150





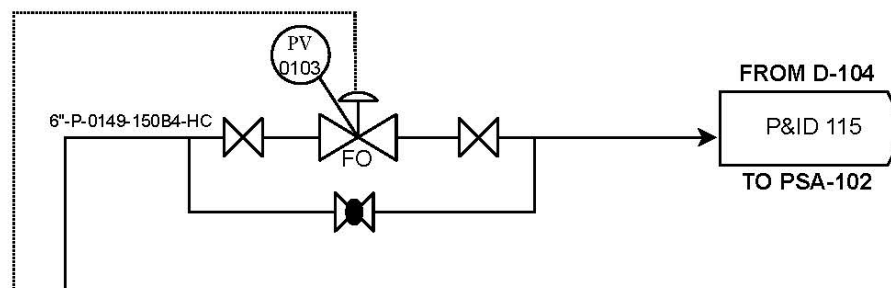
PSA-101	
PSA RECUPERACION CO ₂	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	6,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	150

C-105	
COMPRESOR ALIMENTACIÓN REACTOR FT	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	36,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	180

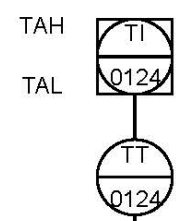
48-P-01

E-106	
ENFRIADOR SALIDA FISHER-TROPSCH	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	39
DESIGN TEMPERATURE, °C	250

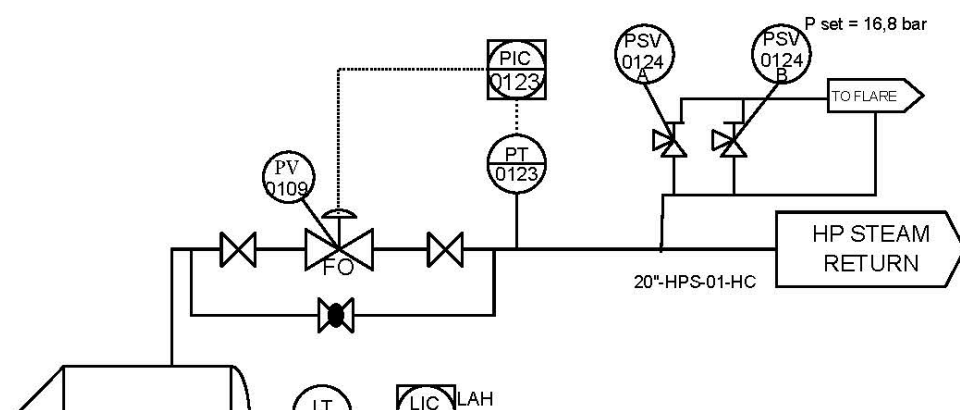
D-104	
FLASH ENTRADA HYDROCRACKING	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	39
DESIGN TEMPERATURE, °C	150



E-107	
PRECALENTADOR ENTRADA HYDROCRACKING	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	39
DESIGN TEMPERATURE, °C	250



FROM E-107



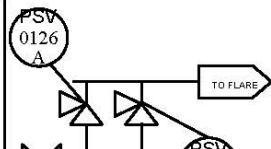
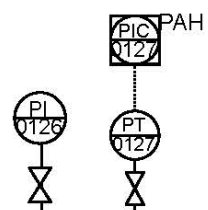
E-114	
GENERADOR VAPOR DE ALTA	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	16,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	700

E-115	
GENERADOR VAPOR DE MEDIA	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	11,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	270

E-116	
ENFRIADOR RECIRCULACIÓN CO ₂	

FROM E-107
P&ID 108
TO R-103

4"-P-0125-1504B-HC



E-108	
PRECALENTADOR ENTRADA STRIPPER LIGEROS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	35
DESIGN TEMPERATURE, °C	200

R-103	
REACTOR HYDROCRACKING	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	35
DESIGN TEMPERATURE, °C	240

T-301	
COLUMNA STRIPPER LIGEROS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	200

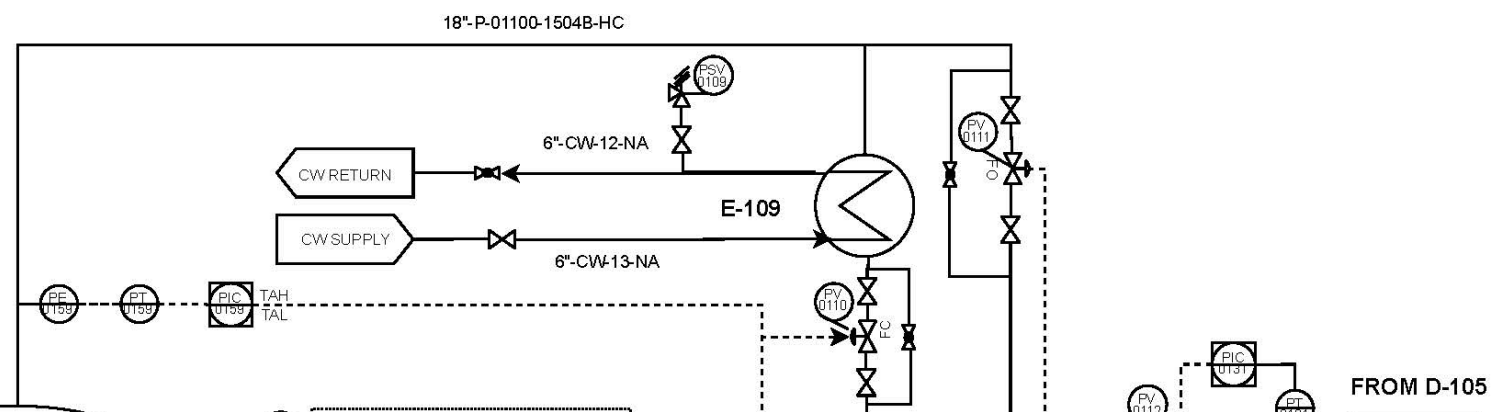
E-109	
CONDENSADOR DE CABEZAS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	80

P-101 A/B	
BOMBA RECIRCULACIÓN	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	5,9
DESIGN TEMPERATURE, °C	65

D-105	
TANQUE RECIRCULACIÓN CABEZAS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	80

E-110	
REBOILER FONDOS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	200

D-106	
POTE CONDENSADO REBOILER	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	17,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	210



T-102	
COLUMNA DIÉSEL-QUEROSENO	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	300

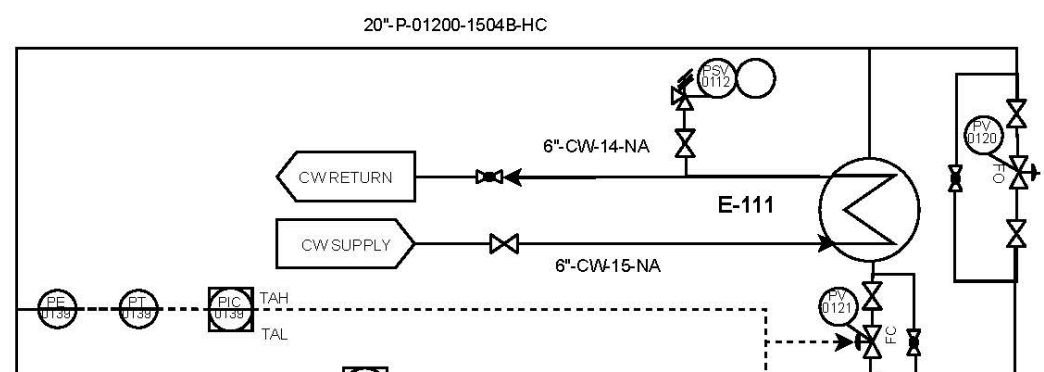
E-111	
CONDENSADOR CABEZAS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	200

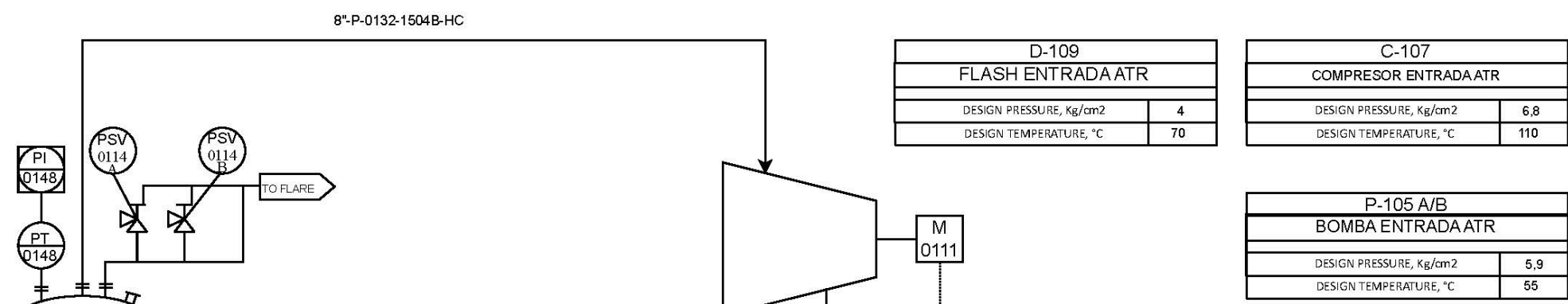
P-102 A/B	
BOMBA REFLUJO CONDENSADO	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	5,84
DESIGN TEMPERATURE, °C	160

D-107	
DEPOSITO CONDENSADO CABEZAS	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	210

E-112	
REBOILER COLUMNA	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	3,5
DESIGN TEMPERATURE, °C	300

D-108	
POTE CONDENSADO REBOILER	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	18,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	275





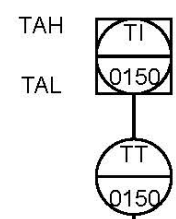
D-109	
FLASH ENTRADA ATR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	4
DESIGN TEMPERATURE, °C	70

C-107	
COMPRESOR ENTRADA ATR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	6,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	110

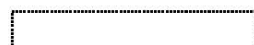
P-105 A/B	
BOMBA ENTRADA ATR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	5,9
DESIGN TEMPERATURE, °C	55

M
0111

E-113	
CAMBIADOR CALOR FLEED-EFFLUENT ATR	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm2	6.8
DESIGN TEMPERATURE, °C	970



PSA-102	
PSA RECUPERACION H ₂	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	36,8
DESIGN TEMPERATURE, °C	900



P&ID 111

P&ID 111

6"-P-0129-1504B-HC

P-103 A/B	
BOMBA FONDOS COLUMA 1	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	5,78
DESIGN TEMPERATURE, °C	175

P-104 A/B	
BOMBA DIÉSEL	
DESIGN PRESSURE, Kg/cm ²	5,77
DESIGN TEMPERATURE, °C	260

LV
0114

FO

FROM P-103 A/B

P&ID 112

6"-P-0129-1504B-HC

Hazop

PROJECT NO		100			PROJECT TITLE		Planta de producción de queroseno sintético									
Plant		Producción de queroseno sintético			HAZOP REPORT		100-HZP-01									
Location		Bilbao, España			Unit		100									
Node		Reactor de Fischer-Tropsch			P&ID Numbers		A3-P&ID-106									
Parameter	Deviation	Cause	Consequence	Severity (No Safeguards)			Overall Severity	Existing Safeguards	Likelihood (with existing safeguards)	Overall Risk	Recommendation	Responsible	Likelihood (with recommendations)	Overall Risk		
				Health & Safety	Environment	Financial										
Pressure	More/High	1) Mal funcionamiento del compresor a la entrada	Si el compresor a la entrada se desajusta y comprime más la corriente de entrada al compresor, puede aumentar de manera importante la presión de esta.	4	3	3	4	1) PSV-0120 A/B. 2) Alarma de presión alta PAH-0116.	Improbable (B)	4B	1) Mandar a analisis LOPA	HAZOP / LOPA	Improbable (B)	4B		
		2) Cierres de la válvula de salida PSA.									1) Mandar a analisis LOPA				Improbable (B)	4B
		3) Fuego									1) Mandar a analisis LOPA				Improbable (B)	4B
	Less/Low	1) Parada del compresor a la entarda	La parada del compresor a la entrada provoca que la presión de entrada al reactor no sea la necesaria para la operación del mismo, lo que implica que el resultado no sea el óptimo. No se considera una situación de riesgo.	NA												
	No	NA														
	Reverse	NA														
	Other	NA														
Temperature	More/High	1) Runaway en el reactor	La temperatura aumenta. La reacción es exotérmica y puede existir un riesgo de explosión.	4	3	3	4	Alarma de alta presión TI 0116, 0117 y 0118 PSV-0120	Improbable (B)	4B	1) Mandar a analisis LOPA 2) Mantenimiento periódico de la instrumentación del reactor	HAZOP / LOPA	Improbable (B)	4B		
	Less/Low	NA														
	No	NA														
	Reverse	NA														
	Other	NA														
Flow	More/High	1) Apertura de la válvula on/off de la PSA 2) Fallo compresor C-105 con más flujo	La presión en el reactor aumenta, pudiendo desencadenar en una explosión.	4	3	3	4	Alarma de alta presión PAH-0116 PSV-0120 A/B	Improbable (B)	4B	1) Mantenimiento periódico de la instrumentación del reactor	HAZOP	Improbable (B)	4B		
	Less/Low	1) Cierre parcial de la válvula on/off de la PSA-101	Presión del reactor decrece. No es peligroso pero no se alcanzan las condiciones de trabajo del reactor, lo que implica que el resultado no sea el esperado.	NA												
	No	Cierre total de la válvula de la PSA	Noo peligroso	NA												
	Reverse	NA														
	Other	NA														
Level	More/High	NA														
	Less/Low	NA														
	No	NA														
	Reverse	NA														
	Other	NA														
Composition	More/High	NA														
	Less/Low	NA														
	No	NA														
	Reverse	NA														
	Other	NA														
Other	More/High	NA														
	Less/Low	NA														
	No	NA														
	Reverse	NA														
	Other	NA														