

ESTUDIO COMPARATIVO DE RESULTADOS DE LOS SIMULADORES UNISIM Y PROII MEDIANTE LA SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DESBUTANIZADORA.

Grado en Ingeniería Química Industrial

07/06/2019

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Municipio: La Laguna

Peticionario: Universidad de La Laguna

Autor: Daniel Baquero Álvarez

Tutor: José Juan Macías Hernández

ÍNDICE:

1.- RESUMEN	3
1.- ABSTRACT	4
2.- OBJETIVOS	5
3.-PETICIONARIO	5
4.- HISTORIA DE LA SIMULACIÓN	5
5.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DESBUTANIZADORA	6
6.- DESARROLLO	9
6.1.- APRENDIZAJE DEL SIMULADOR PROII	9
6.2.- CONVERSIÓN DE UNISIM A PROII	12
6.3.- ESPECIFICACIÓN DE LA SIMULACIÓN	14
7.- PUESTA EN MARCHA DE LA SIMULACIÓN	45
8.- COMPARACIÓN DE RESULTADOS	48
9.- CONCLUSIONES	67
9.- CONCLUSIONS	67
10.- BIBLIOGRAFÍA	68

1.- RESUMEN.

En la actualidad, la industria química tiene la ventaja de poder simular la planta que quieren instalar, pudiendo analizar si cumple los objetivos supuestos y si es rentable o no.

Para ello, se puede contratar una empresa externa especializada en simulaciones de plantas químicas o que lo desarrollen los ingenieros de procesos de la propia empresa, cualificados para desempeñar dicho trabajo.

Para ambos casos, existen diversos simuladores con los que se puede trabajar, surgiendo así, la siguiente cuestión:

¿Influye, en el resultado final, el simulador con el que se trabaje?

Esta cuestión es el resultado de este proyecto, denominado, *Estudio comparativo de resultados de los simuladores UNISIM y PROII*, en el que se toma como referencia estos dos simuladores.

Es necesario e imprescindible poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de los cuatro cursos del Grado, Ingeniería Química Industrial, tanto teóricos como prácticos para poder entender las distintas fases que se desarrollan en la planta que se va a simular, para llevar a cabo su cometido, ser capaz de plasmarlas en un programa de simulación y solucionar los problemas que se presentan a lo largo de la elaboración del proyecto y finalmente, responder a dicha cuestión.

Esta elaboración se puede descomponer en distintas fases:

1. Estudio previo de una Planta Desbutanizadora.
2. Aprendizaje del simulador PROII.
3. Conversión de UNISIM a PROII.
4. Comparación de resultados UNISIM y PROII.

Las fases serán explicadas de una forma más concreta y detallada más adelante.

1.ABSTRACT:

Currently, the chemical industry has the advantage of being able to simulate the plant that they want to install, being able to analyze and achieve with the supposed objectives and whether it is profitable or not.

For this, an external company specialized in simulations of the chemical plants can be contracted or processes engineers of the own company development them, those who qualified to carry out the work.

For both cases diverse simulators exist with which it is possible to work, emerging in this way the following question:

Does the simulator with which you work affect the final result?

This question is the consequence of this project, whose name, comparative study of the results of the UNISIM and PROII simulators, in which these two simulators are taken as a reference.

It is necessary and essential to put into practice the knowledge acquired throughout the four courses of the Degree, Industrial Chemical Engineering, both theoretical and practical to understand the different phases that are in the plant that is going to simulate, to accomplish the aim, to be able to express them into a simulation program and solve the problems that are present in the elaboration of the project and finally respond to the question.

This elaboration can be classify into different phases:

- 1- Previous study of a stabilized naphtha plant.
- 2- Learn have to use the PROII simulator.
- 3- Conversion of UNISIM to PROII.
- 4- Comparison of UNISIM and PROII results.

These phases will be explained in a more specific way later.

2. OBJETIVO:

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado tiene como fin ampliar los conocimientos del mundo de la simulación adquiridos a lo largo del Grado, utilización del UNISIM de Honeywell, además de aprender a manejar nuevos programas como lo es el PRO II de SIMSCI.

Una vez se aprende a utilizar este simulador, se pone en práctica dichos conocimientos para ver si es posible la conversión de una simulación en estado dinámico de Unisim a PRO II, pudiendo comparar, los resultados de ambos, teniendo que dar igual o semejantes, resolviendo así la pregunta de si influye el simulador con el que se trabaje.

3. PETICIONARIO:

Este proyecto es encargado por la Universidad de La Laguna, concretamente por el Departamento de Ingeniería Química Industrial.

4. HISTORIA DE LA SIMULACIÓN:

A día de hoy, los simuladores de procesos químicos son muy importantes, ya que, gracias a ellos, se puede comprobar de manera visual cómo una idea se podría extrapolar a la realidad, viendo si se asemeja a los estudios previos y a lo que se quiere obtener.

De esta manera, la industria química puede obtener una idea de cómo va a trabajar la unidad, qué productos se obtienen con una determinada alimentación y en qué condiciones debe hacerlo, estimando costes y beneficios, con el fin de conocer si es rentable o no.

Hay diversos simuladores, pero con los que se van a trabajar son el Unisim Design 390 y el PROII 10.0.

En 2004 una empresa llamada Honeywell fundada en 1885, la cual trabaja a día de hoy con productos de consumo, servicios de ingeniería y sistemas aeroespaciales, compra el código de Aspentech a Honeywell, dando lugar así a Unisim Design, programa que facilita licencia para universidad, un claro ejemplo son los alumnos de Ingeniería Química Industrial de la Universidad de La Laguna que han aprendido a

trabajar con un programa de simulación en distintas asignaturas: Fluidomecánica, Operaciones de Separación y Simulación de procesos químicos.

Sin embargo PROII proviene de la evolución del primer simulador comercial que salió a la venta en 1966 creado por SimSci llamado PROCESS que a día de hoy es propiedad de Schneider Electric.

Ambos son unos simuladores creados para diseñar y analizar procesos industriales químicos, pero existen unas diferencias entre ellos, las cuáles son que Unisim Design trabaja de forma bidireccional, es decir, para llevar a cabo los cálculos del diagrama de flujo, lo hace tanto de izquierda a derecha como viceversa, además de poder hacerlo en estado estacionario y en dinámico, sin embargo el PROII, estos cálculos los realiza en una sola dirección, la dirección en la que se desarrolla el diagrama, de izquierda a derecha, y sólo trabaja en régimen estacionario.

5. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DESBUTANIZADORA.

En este estudio se toma como referencia la simulación de una Planta Desbutanizadora en Unisim, en estado dinámico, desarrollada por Meroi Bianconi, Lautaro, *DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA QUÍMICA EN CONTINUO MEDIANTE INTERPRETACIÓN DE ROLES.*

Gracias a esta referencia, se puede comparar el mismo diagrama de flujo, elaborado esta vez, por un simulador diferente, PRO II, el cual va a trabajar en régimen estacionario.

Para ello, primero es necesario entender cómo funciona este.

El objetivo principal de una Planta Desbutanizadora es estabilizar las naftas, separando el LPG que contiene, para ello su fuente de alimentación son las naftas.

Estas son unos compuestos derivados del refino del petróleo, formadas por hidrocarburos desde tres hasta once átomos de carbono, y existen dos tipos principales con los que, en este caso, se van a trabajar:

Por un lado, las naftas ligeras están formadas por hidrocarburos de entre tres y ocho átomos de carbonos con un punto inicial de ebullición de 30°C y uno final de 145°C.

Por otro, las naftas pesadas, formadas por hidrocarburos de entre ocho y once átomos de carbono y con un punto inicial de ebullición de 145°C y un punto final de 200°C.

La Planta Desbutanizadora, para poder obtener una fracción de LPG, es necesaria una buena estabilización de la nafta mediante una columna de destilación, obteniendo por cabeza LPG, compuesto por propano, i-butano, n-butano e i-buteno y por fondo, nafta estabilizada, compuesta por i-pentano, n-pentano, n-hexano, n-heptano y n-octano.

Para ello, la columna es alimentada por dos corrientes, FEED1, procedente del tanque 100, con una carga de nafta intermedia que entra por el plato número ocho, con un número de entre cuatro y ocho átomos de carbono y una segunda, FEED2, que proviene del tanque 200, siendo una carga de nafta ligera y entrando por el plato número cuatro, con un número de átomos de carbono entre tres y cuatro.

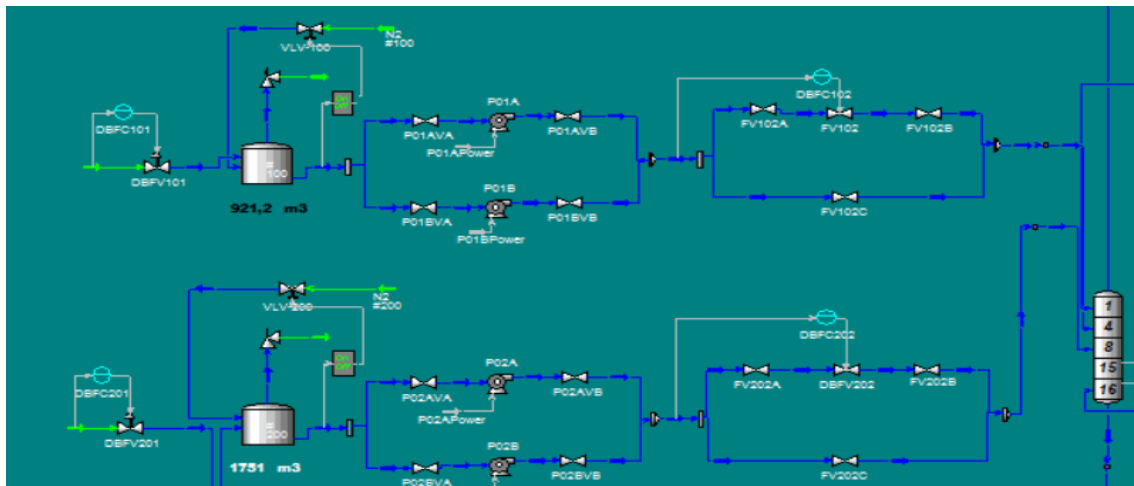


Figura 1.1 Alimentación de la columna.

De la columna se obtiene un producto por cabeza, LPG, que se enfría y se condensa mediante una corriente de propano líquido, tras esto una parte de esta corriente se recircula a la torre por el plato número uno y la otra se vuelve a enfriar pero esta vez con agua y se almacena en una esfera.

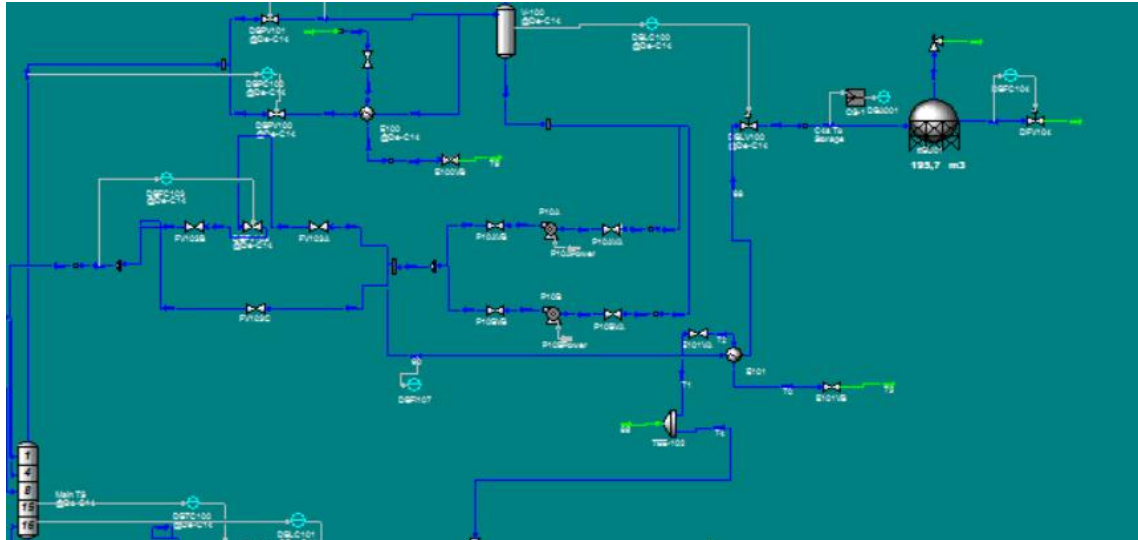


Figura 1.2 Producto de cabeza de la columna.

Además se obtiene un producto por el fondo, nafta estabilizada, y este va al reboiler, calentando este y recirculando una fracción nuevamente a la columna por el fondo, plato dieciséis, y la otra es enfriada previamente con agua antes de almacenarla en un tanque.

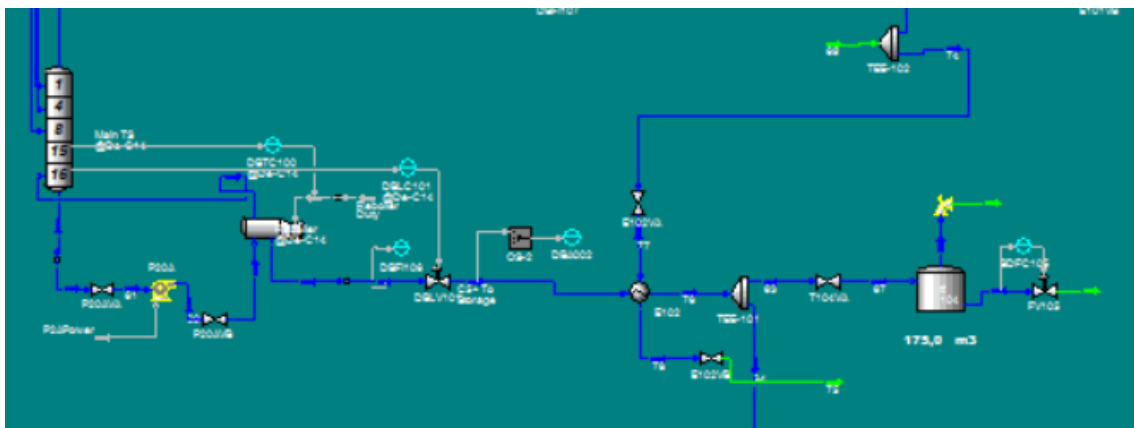


Figura 1.3 Producto de fondo de la columna.

6. DESARROLLO:

6.1. Aprendizaje del simulador PROII.

En este proyecto ha sido fundamental aprender a utilizar un nuevo simulador, este ha sido el PROII, para poder comparar la simulación que se ha creado con la ya existente, para ello, se ha utilizado los tutoriales del programa, siguiendo los diferentes pasos y lecciones hasta aprender a manejarlo para poder lograr el objetivo.

Comenzando a utilizar la barra de herramientas y la palette:

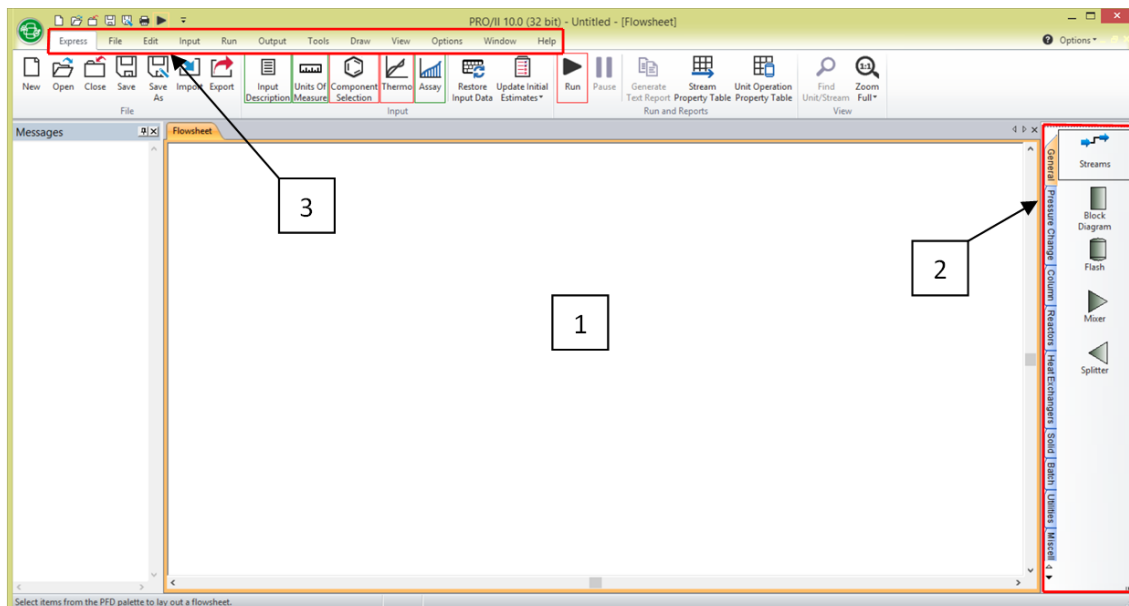


Figura 2.1 Vista inicial de una simulación en PROII.

En el cuadro número uno se puede observar la hoja en la que se construirá el diagrama de flujo.

El cuadro número dos hace referencia a la Palette, en la que se encuentran los equipos con los que se construirá el diagrama de flujo.

El cuadro número tres señala the toolbar, el menú de este simulador.

Del toolbar, las pestañas que más se utilizan en este trabajo son Express, Input y Run.

En la pestaña Express se encuentra un resumen de las opciones que más se usan.

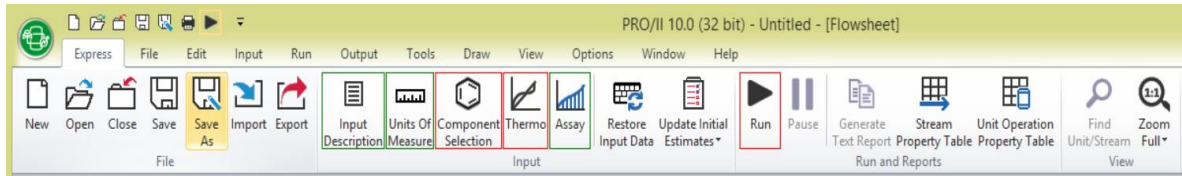


Figura 2.2 Pestaña Express.

En la pestaña Input se dispone de las herramientas para introducir y si es necesario, restaurar los datos de la simulación.

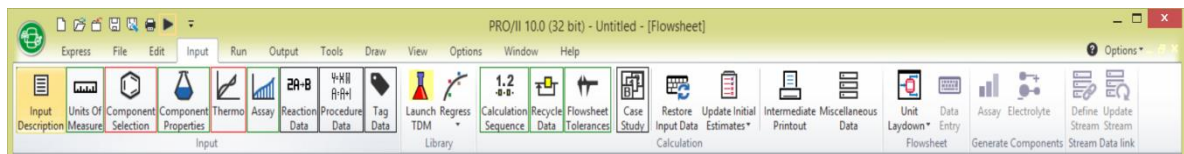


Figura 2.3 Pestaña Input.

En la pestaña Run se podrán encontrar las herramientas con las que poner en marcha la simulación.

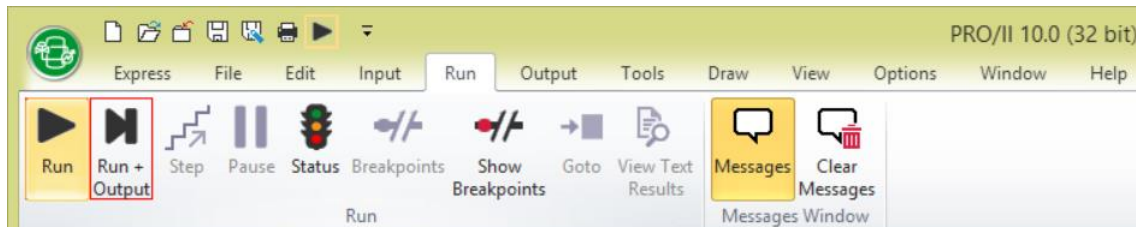


Figura 2.4 Pestaña Run.

Estas son las pestañas que más se utilizan, pero en Tools se encuentra una herramienta que es muy importante para poder desempeñar el proyecto, con la que se tiene la posibilidad de importar una simulación creada por otro simulador, HYSYS o en este caso Unisim, cuyo archivo se encuentre en formato XML.

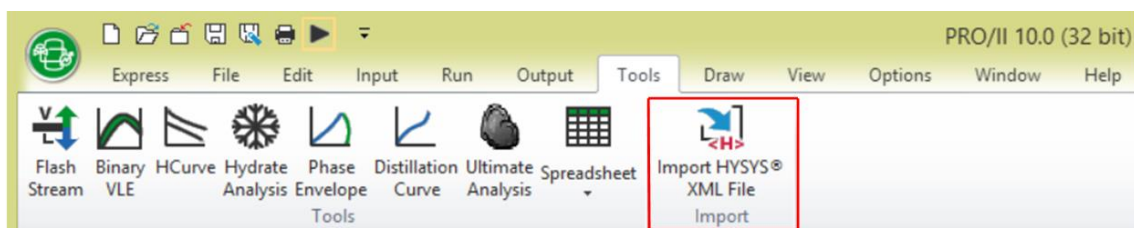


Figura 2.5 Importar archivo XML.

Una vez conocidas estas herramientas el siguiente paso es aplicarlas para elaborar un diagrama de flujo y con ello una correcta simulación, para ello se realizan los ejemplos que se pueden encontrar en los distintos tutoriales desde los más simples a los más complejos, conociendo las distintas variables y cómo trabajan cada uno de los equipos que se encuentran en la palette para poder llevar a cabo nuestro proyecto. En la Figura 2.6 y Figura 2.7 se van a poder ver dos ejemplos de tutoriales realizados.

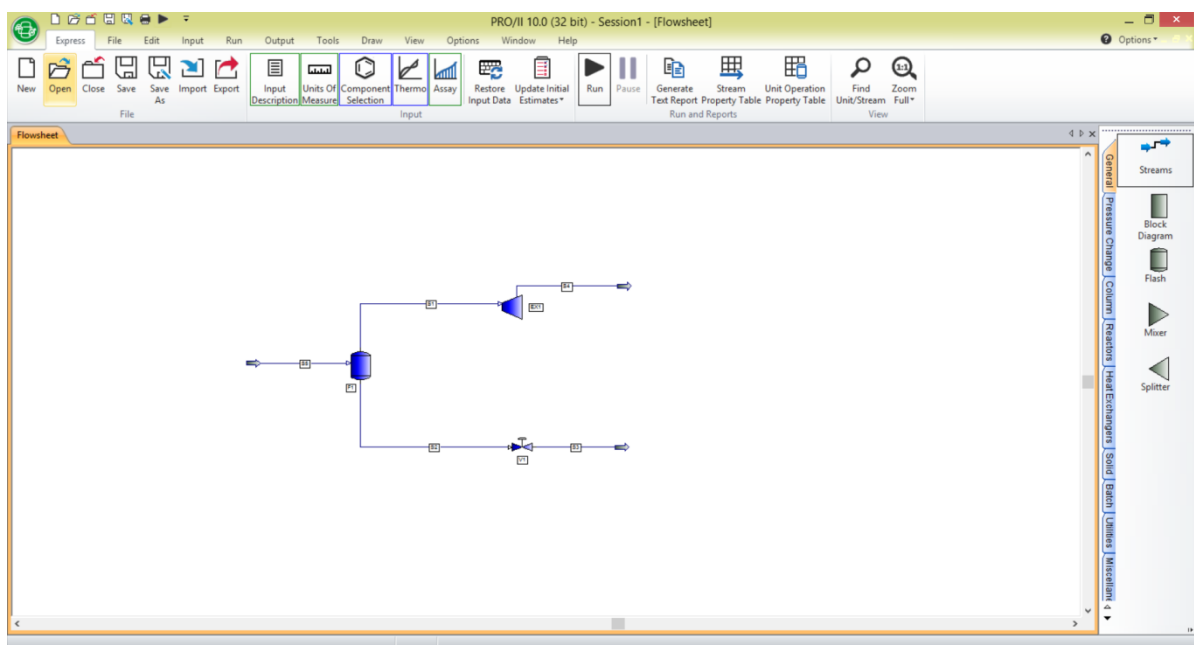


Figura 2.6 Ejemplo realizado.

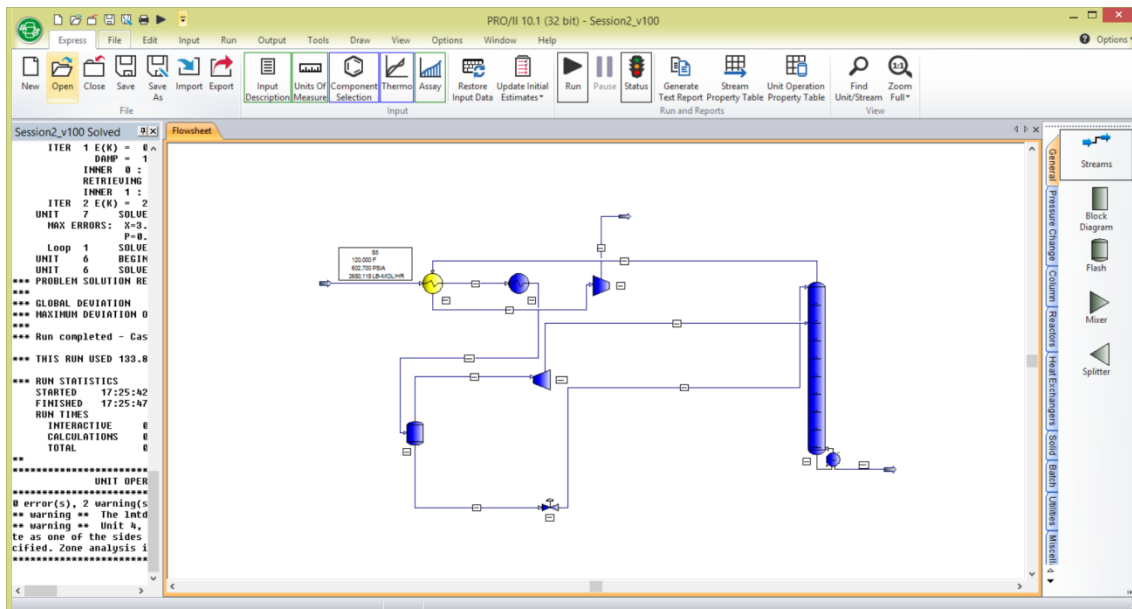


Figura 2.7 Ejemplo realizado.

6.2. Conversión de Unisim a PROII.

Para poder comparar la simulación de una Planta Desbutanizadora en Unisim con una en PROII, para ello, se utiliza la herramienta de conversión de un archivo XML a PROII, la cual se puede visualizar en la Figura 2.5.

Con esta, se vuelcan los datos iniciales de la simulación, corrientes, equipos y sistema termodinámico con el que trabaja, procediendo posteriormente a correr la simulación en el nuevo simulador, PROII, de manera distinta a la del Unisim, ya que como se explica anteriormente, en el apartado cuatro, el primero trabaja de forma unidireccional, a diferencia del segundo que lo hace de forma bidireccional.

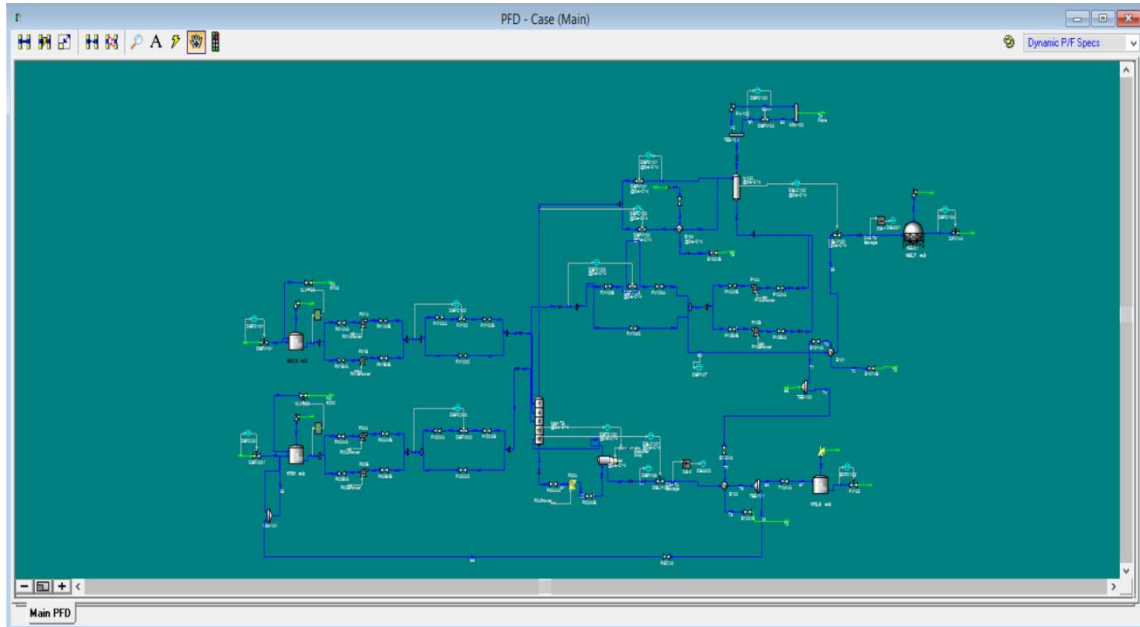


Figura 3.1 Planta Desbutanizadora Unisim.

Antes de utilizar dicha herramienta, como la simulación en Unisim está en estado dinámico, se pone en marcha hasta que llegue al estado estacionario, para poder convertirla a PROII, ya que este es un simulador que trabaja únicamente en régimen estacionario. El tiempo que necesita para estabilizarse en este caso es de una hora y cuarenta y cuatro minutos.

Una vez, en estado estacionario, se abre el simulador PROII y se utiliza la herramienta importar archivo XML, mostrada en la Figura 2.5, se selecciona el archivo, llamado *DesbutaXML*, y convirtiéndose así la simulación, pudiendo trabajar con ella en PROII.

Una vez se realiza esto, se abre el simulador PROII, se crea una nueva plantilla y se abre el archivo convertido, pudiendo observar, que todos los equipos y corrientes se encuentran desordenados.

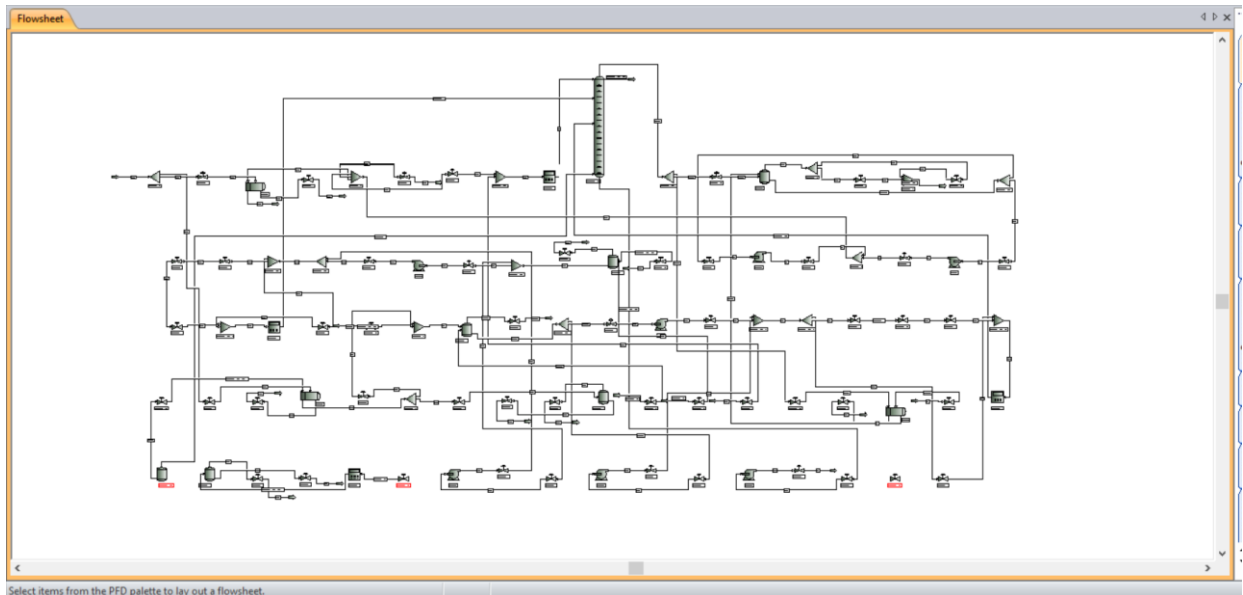
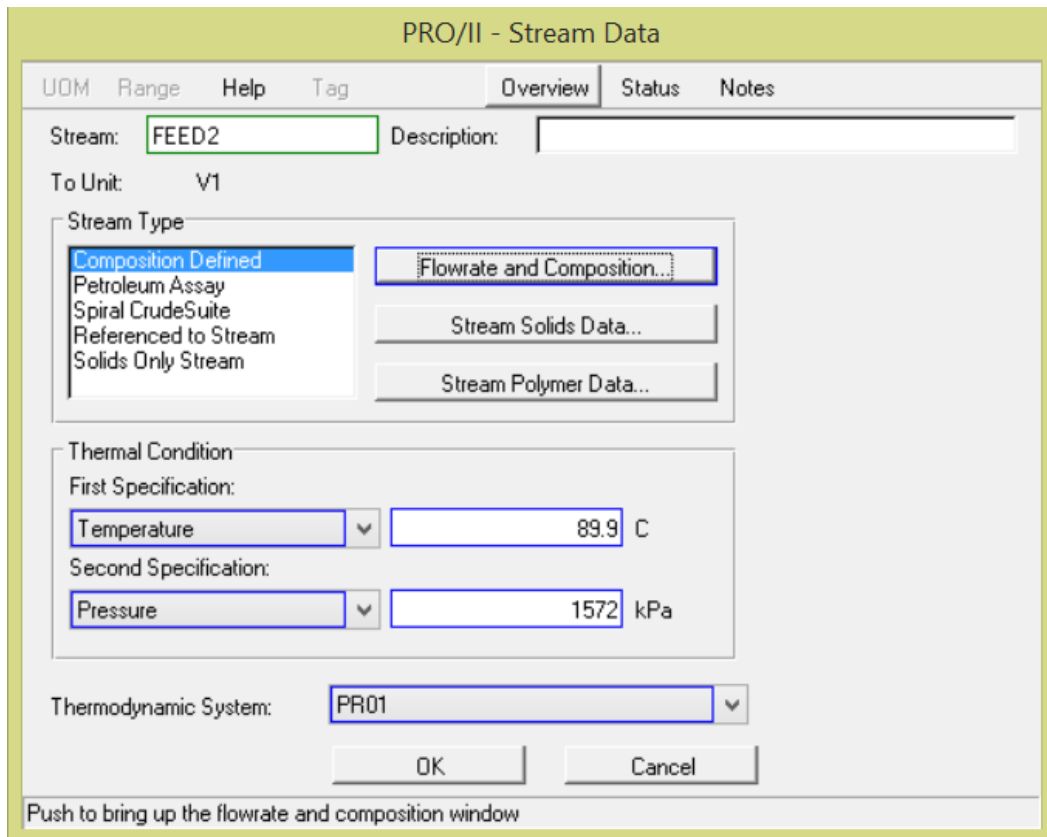


Figura 3.2 Simulación PROII desordenada.

Se puede ver la diferencia entre la Figura 3.1, en la que se muestra cómo es la disposición de la Planta Desbutanizadora y en la Figura 3.2, cómo se encuentra dispuesta al convertirla de Unisim a PROII, por lo que primero se debe reorganizar la disposición de esta, para posteriormente, poder trabajar con ella.

6.3. Especificación de la simulación.

Una vez reorganizada, se comienza a trabajar en la simulación, para ello, lo primero que se comprueba es la termodinámica y las unidades con la que trabaja, cuyas herramientas se encuentran en la Figura 2.2. En este caso se trabaja con el sistema termodinámico Peng-Robinson, el cual aparece en este simulador como PRO1, por lo que es correcto, y luego se debe comenzar a introducir los datos de las corrientes de entrada y salida, introduciendo los mismos datos que se encuentran en el Unisim, rellenando temperatura, presión, flujo molar y composiciones.



PRO/II - Stream Data

UDM Range Help Tag Overview Status Notes

Stream: FEED2 Description:

To Unit: V1

Stream Type

- Composition Defined
- Petroleum Assay
- Spiral CrudeSuite
- Referenced to Stream
- Solids Only Stream

Flowrate and Composition...

Stream Solids Data...

Stream Polymer Data...

Thermal Condition

First Specification:

Temperature 89.9 C

Second Specification:

Pressure 1572 kPa

Thermodynamic System: PR01

OK Cancel

Push to bring up the flowrate and composition window

I

Figura 3.3 Datos a rellenar en las corrientes.

Stream Data - Flowrate and Composition

UDM Range Help Tag

Specify flowrate and composition for stream FEED2

Fluid Flowrate Specification

Total Fluid Flowrate: kg-mol/hr
 Total LV or GV rate Basis:

Individual Component Flowrates

Component Concentrations
 Total Fluid Flowrate: kg-mol/hr

Copy	Component	Composition Mole
Paste	PROPANE	0.027975
	I-BUTANE	0.201627
	N-BUTANE	0.212239
	1BUTENE	0.241852
	IPENTANE	0.136782
	PENTANE	0.179526
	HEXANE	

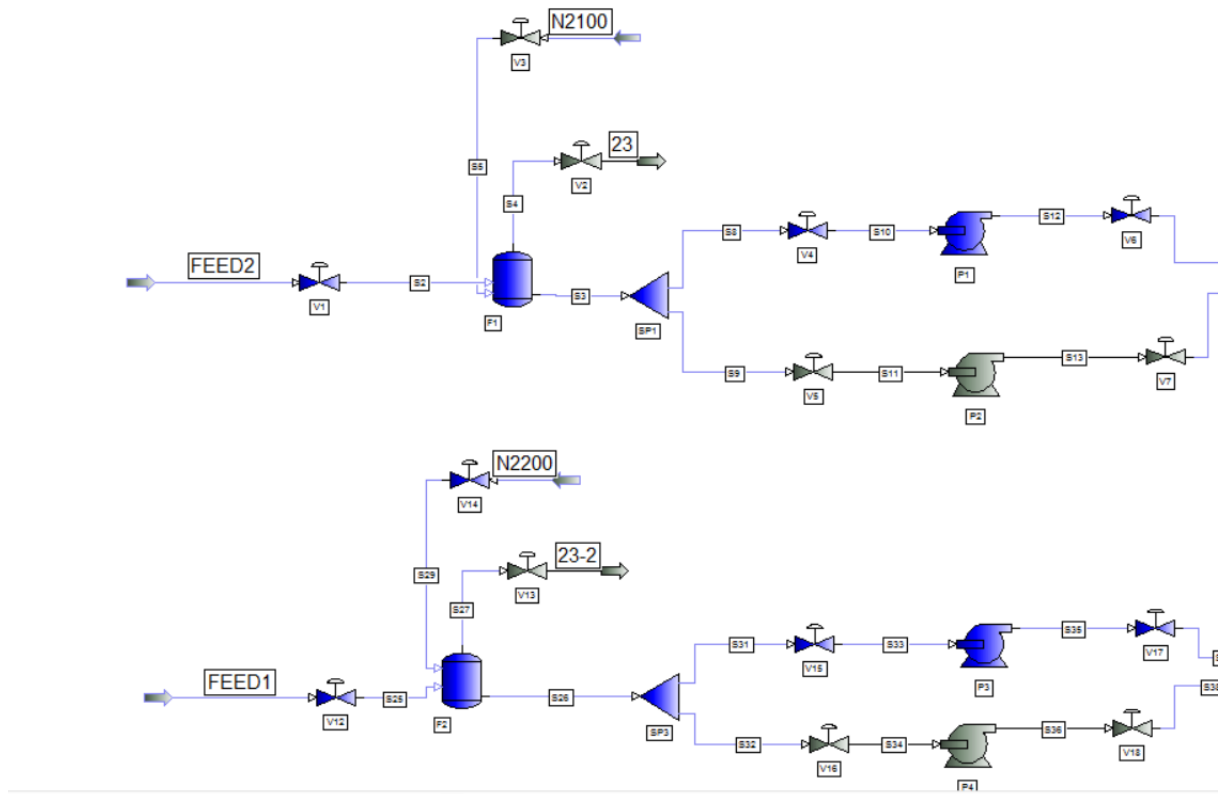
Total: 1.0000
 Normalize Component Flowrates Based on Specified Fluid Flowrate

Exit the window after saving all data

Figura 3.4 Datos a rellenar en las corrientes.

En la Figura 3.3 y Figura 3.4 se muestran los campos a rellenar para las corrientes de entrada y salida.

Las corrientes antes de la columna que se deben rellenar se pueden visualizar en la Figura 3.5 que son FEED1, FEED2, N2100, N2200, 23 y 23-2.



Figuro 3.5 Corrientes antes de la columna con los datos rellenos.

Las corrientes después de la columna que se deben rellenar se pueden observar en la Figura 3.6 y 3.7 son 75, 69, 73, 58, 59, 55, 4, 79 y REFLUCAB.

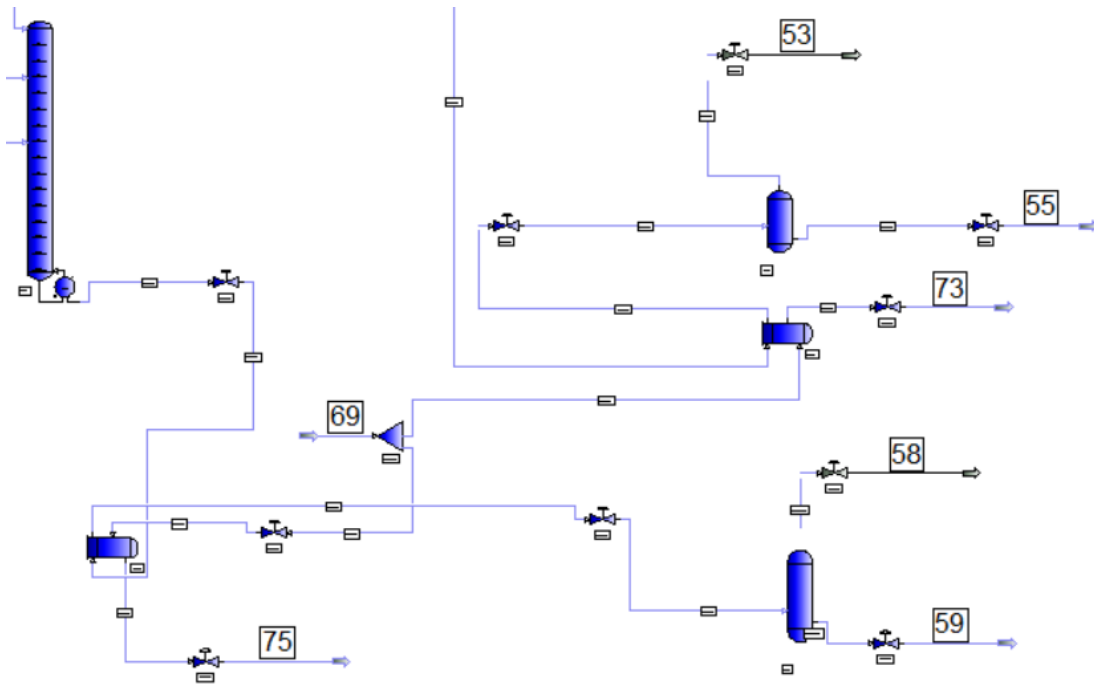


Figura 3.6 Corrientes del fondo de la columna con los datos rellenados.

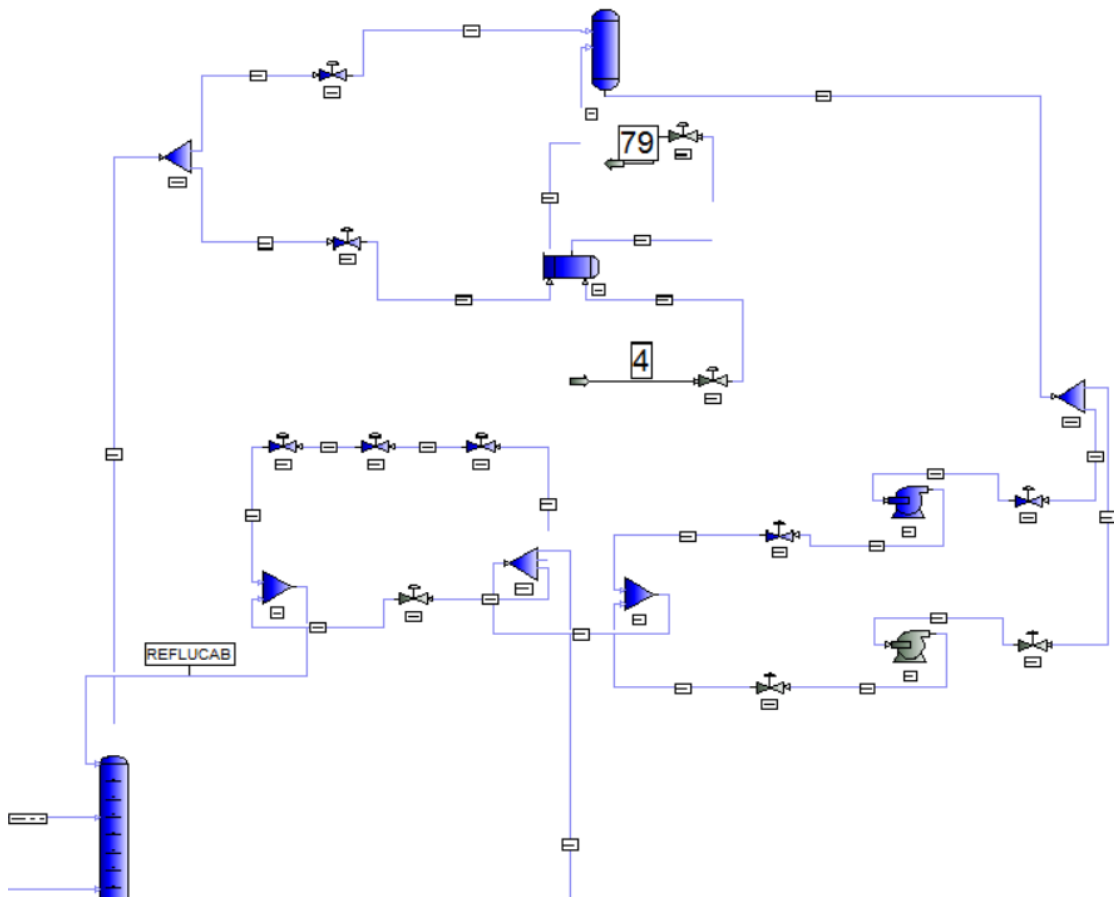


Figura 3.7 Corrientes de cabeza de la columna con los datos rellenos.

Una vez inicializadas las corrientes de entrada y salida, se deben pasar a completar las especificaciones de los equipos que componen este diagrama de flujo, los cuales son válvulas, botellones flash, splitters, bombas, mezcladores, columnas de destilación e intercambiadores de calor.

Válvulas:

DESIGNACIÓN VÁLVULA	SERVICIO
DBFV101	Carga DBT100
DBFV201	Carga DBT200
DBFV102	Carga de Feed 1 a DBV101
DBFV202	Carga de Feed 2 a DBV101
DBPV100	Presión cabeza DBV101
DBPV101	Presión DBV100
DBFV103	Caudal de reflujo
DBLV100	Nivel de DBV100
DBLV101	Nivel de DBV101
DBTV100	Temperatura fondo DBV101
DBFV104	Salida de DBBU01
DBFV105	Salida de DBT104
DBRV100	DBT100, Tanque Feed 1
DBRV200	DBT200, Tanque Feed 2
DBRV101	DBV100, botellón de reflujo
DBRVBU01	DBBU01, Esfera LPG
DBRV104	DBT104, Tanque nafta estabilizada

Tabla 3.1. Válvulas del diagrama de flujo

Botellones:

DESIGNACIÓN	SERVICIO
DBV100	Botellón de reflujo
DBV101	Torre de destilación
Reboiler	Reboiler
DBT100	Tanque Feed 1
DBT200	Tanque Feed 2
DBT104	Tanque nafta estabilizada
DBBU01	Esfera LPG

Tabla 3.2. Botellones del diagrama de flujo

Bombas:

DESIGNACIÓN	SERVICIO
DBP01A	Carga de nafta a la unidad Feed 1
DBP01B	Carga de nafta a la unidad Feed 1
DBP02A	Carga de nafta a la unidad Feed 2
DBP02B	Carga de nafta a la unidad Feed 2
DBP10A	Reflujo LPG
DBP10B	Reflujo LPG
DBP20	Reboiler

Tabla 3.3 Bombas del diagrama de flujo

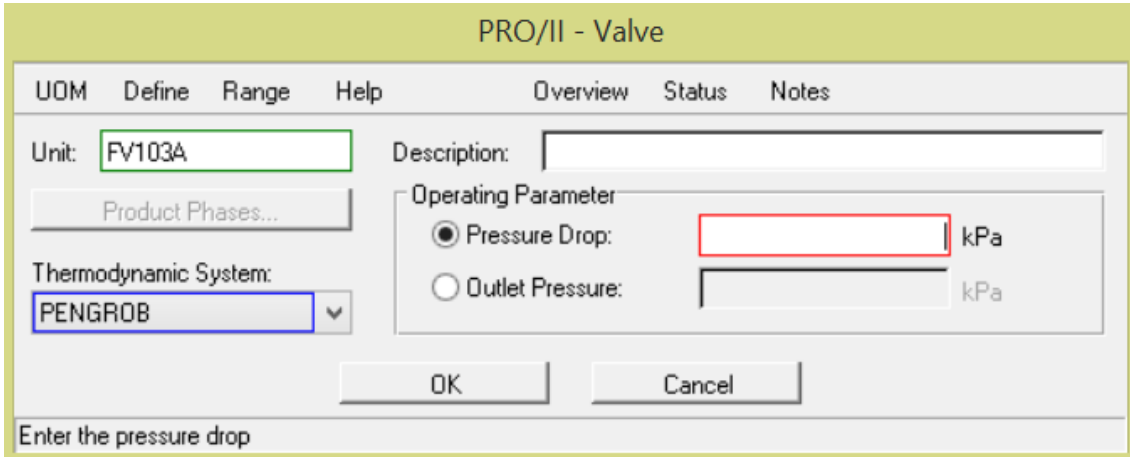
Intercambiadores y Refrigerantes:

DESIGNACIÓN	CARCASA	TUBOS
DBE100	Propano	Vapores de cabeza
DBE101	Agua de refrigeración	LPG
DBE 102	Agua de refrigeración	Nafta estabilizada

Tabla 3.4 Intercambiadores y Refrigerantes del diagrama de flujo.

A continuación, se expone un ejemplo de cada equipo explicando cómo se debe especificar cada uno de ellos.

Válvula:



PRO/II - Valve

UOM Define Range Help Overview Status Notes

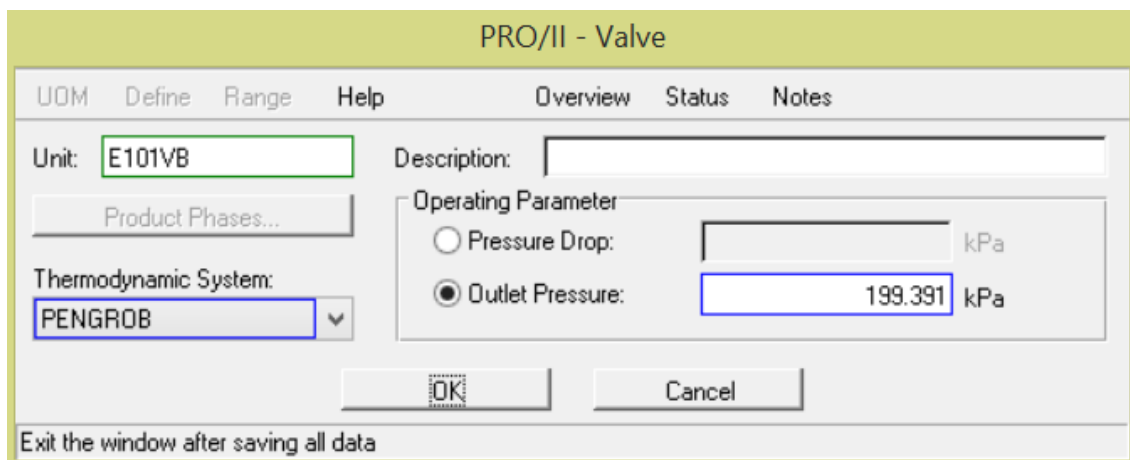
Unit: Description:

Thermodynamic System:
 ▼

Operating Parameter:
 Pressure Drop: kPa
 Outlet Pressure: kPa

Enter the pressure drop

Figura 4.1 Válvula sin datos.



PRO/II - Valve

UOM Define Range Help Overview Status Notes

Unit: Description:

Thermodynamic System:
 ▼

Operating Parameter:
 Pressure Drop: kPa
 Outlet Pressure: kPa

Exit the window after saving all data

Figura 4.2 Válvula con la Presión de salida.

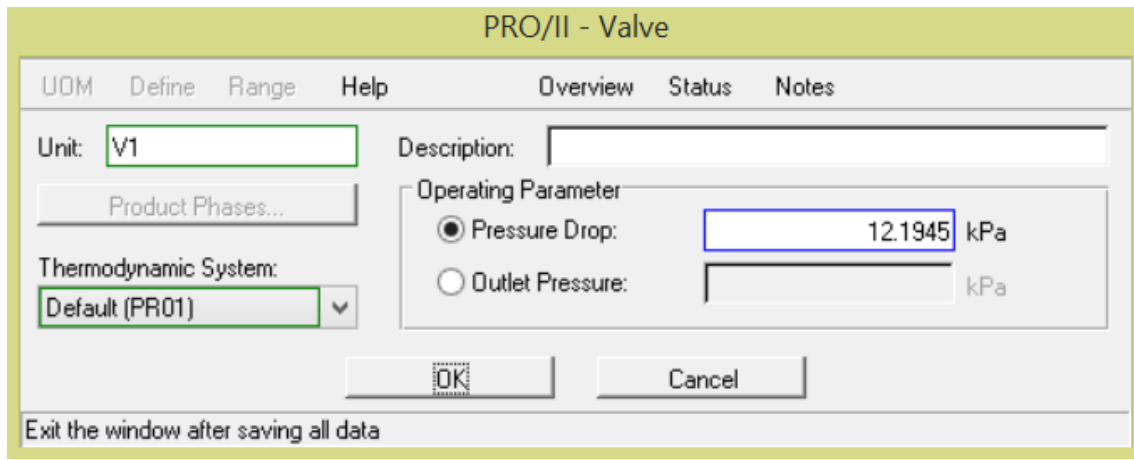
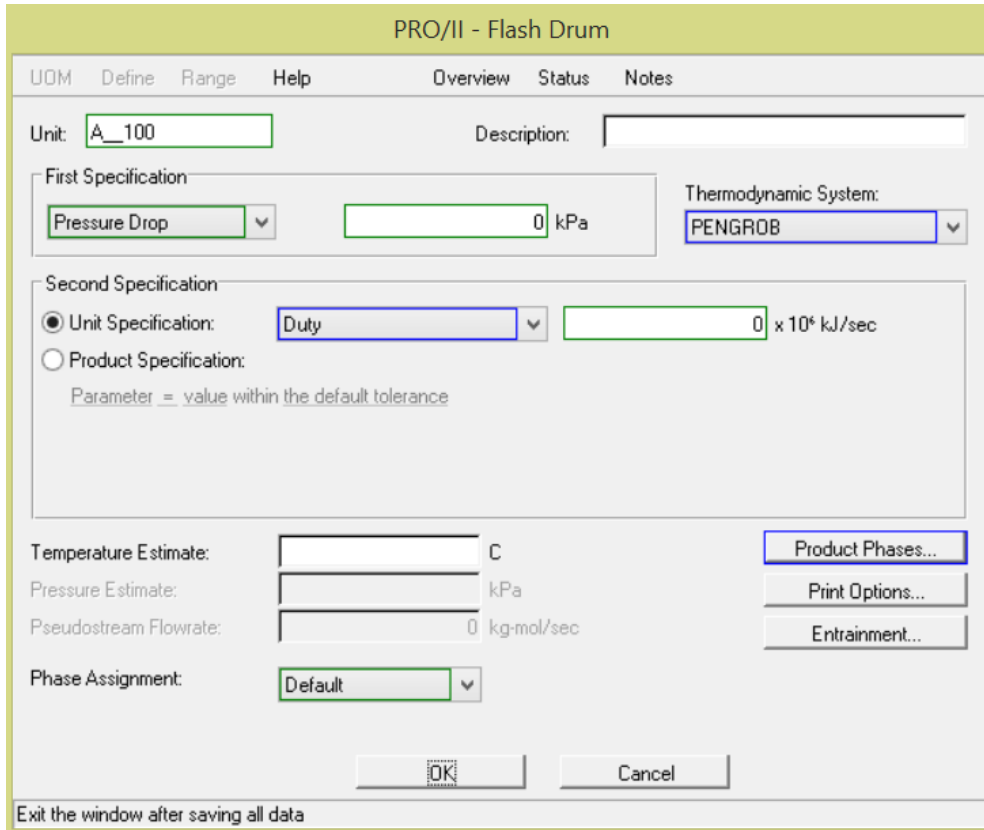


Figura 4.3 Válvula con datos correctos, caída de presión.

Tras la conversión de la simulación, se puede observar que las válvulas se encuentran especificadas de diversas maneras como se puede examinar en las imágenes.

Por ejemplo, en la Figura 4.1, no se encuentra inicializada, a diferencia de la Figura 4.2 en la que está especificada la presión de salida, siendo la forma correcta como se encuentra en la Figura 4.3, definiendo la caída de presión de la válvula, además de verificar el sistema termodinámico que se le aplica, siendo este el correcto en los tres casos, Peng-Robinson.

Botellón Flash:



PRO/II - Flash Drum

UOM Define Range Help Overview Status Notes

Unit: A_100 Description:

First Specification

Pressure Drop 0 kPa Thermodynamic System: PENGROB

Second Specification

Unit Specification: Duty 0 x 10⁶ kJ/sec

Product Specification:

Parameter = value within the default tolerance

Temperature Estimate: C

Pressure Estimate: kPa

Pseudostream Flowrate: 0 kg-mol/sec

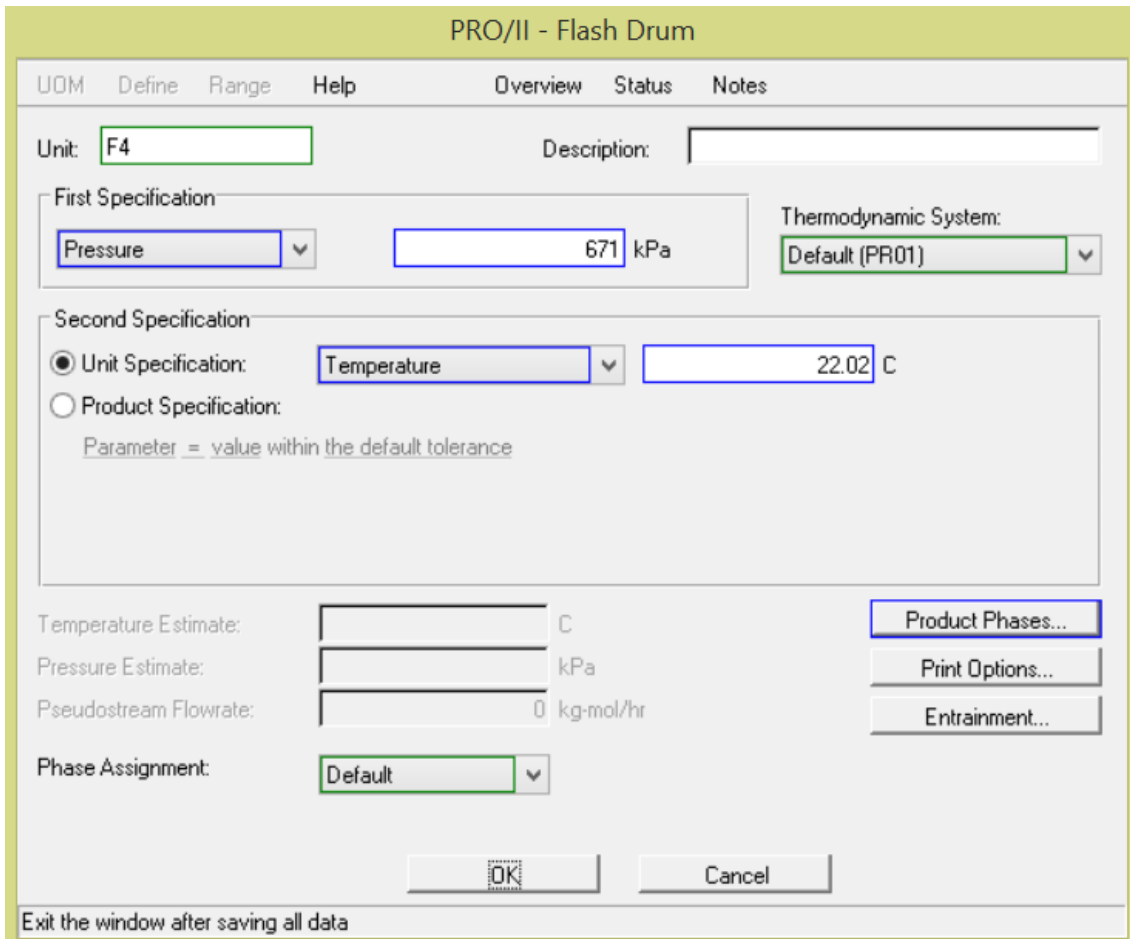
Phase Assignment: Default

Product Phases...
Print Options...
Entrainment...

OK Cancel

Exit the window after saving all data

Figura 4.4 Botellón Flash entrada.



PRO/II - Flash Drum

UOM Define Range Help Overview Status Notes

Unit: F4 Description:

First Specification

Pressure 671 kPa Thermodynamic System: Default (PR01)

Second Specification

Unit Specification: Temperature 22.02 C
 Product Specification:

Parameter = value within the default tolerance

Temperature Estimate: C
 Pressure Estimate: kPa
 Pseudostream Flowrate: 0 kg-mol/hr

Phase Assignment: Default

Product Phases...
Print Options...
Entrainment...

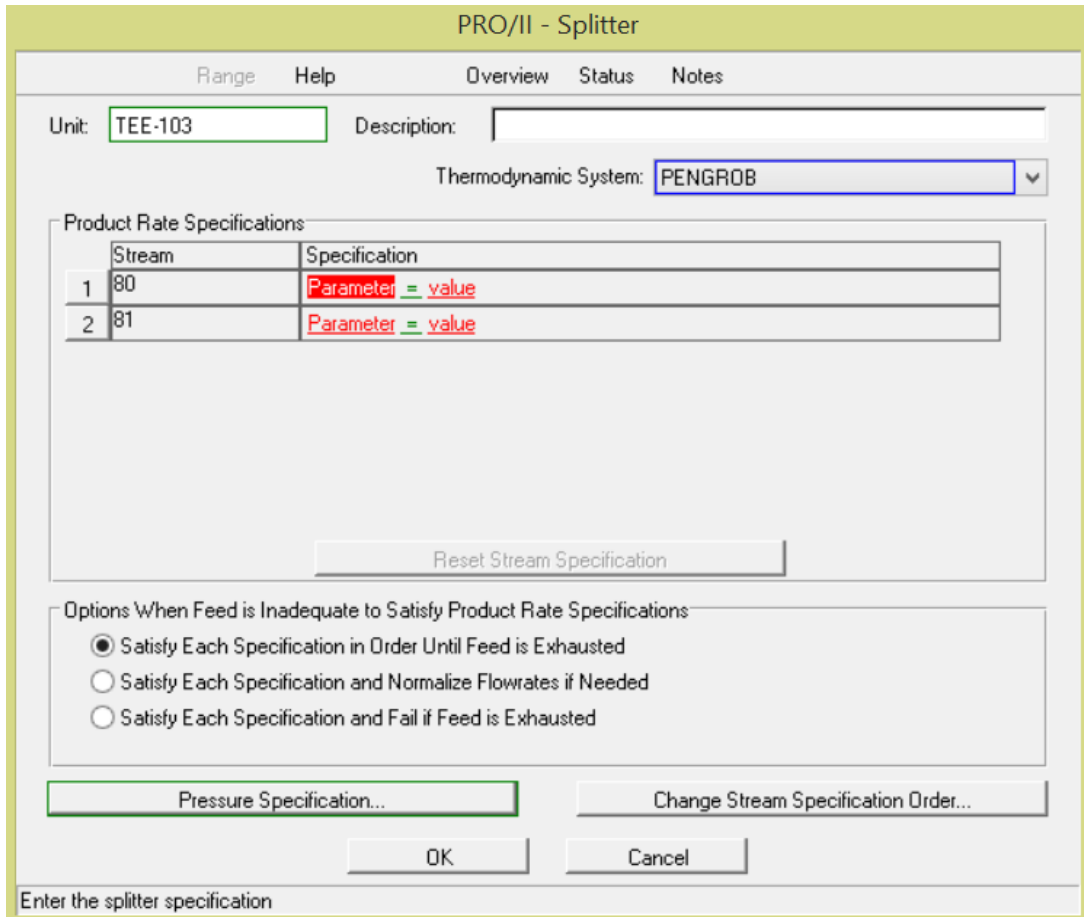
OK Cancel

Exit the window after saving all data

Figura 4.5 Botellón Flash datos correctos.

Los botellones flash se utilizan en esta simulación como tanques y esferas, por lo que la manera correcta de especificar estos es la que se encuentra en la Figura 4.5, indicando la presión y la temperatura a la que debe estar sometido el tanque o la esfera y su sistema termodinámico, Peng-Robinson, a diferencia de cómo se encuentra inicialmente, pudiéndose observar en la Figura 4.4, en la que se completan los datos de la caída de presión que sufre el botellón y las especificaciones de este, el duty y la termodinámica que se le aplica.

Splitter:



PRO/II - Splitter

Range Help Overview Status Notes

Unit: TEE-103 Description:

Thermodynamic System: PENGROB

Product Rate Specifications

	Stream	Specification
1	80	Parameter = value
2	81	Parameter = value

Reset Stream Specification

Options When Feed is Inadequate to Satisfy Product Rate Specifications

Satisfy Each Specification in Order Until Feed is Exhausted

Satisfy Each Specification and Normalize Flowrates if Needed

Satisfy Each Specification and Fail if Feed is Exhausted

Pressure Specification... Change Stream Specification Order...

OK Cancel

Enter the splitter specification

Figura 4.6 Splitter dos corrientes sin datos.

PRO/II - Splitter

Range Help Overview Status Notes

Unit: Description:

Thermodynamic System:

Product Rate Specifications

	Stream	Specification
1	S8	Stream S8 Flowrate of All Components on a Wet basis in kg-mol/hr / Total Unit Feed to SP1 Flowrate of All Components on a Wet basis in kg-mol/hr = 1
2	S9	Parameter = value

Options When Feed is Inadequate to Satisfy Product Rate Specifications

Satisfy Each Specification in Order Until Feed is Exhausted
 Satisfy Each Specification and Normalize Flowrates if Needed
 Satisfy Each Specification and Fail if Feed is Exhausted

Exit the window after saving all data

Figura 4.7 Splitter dos corrientes con datos.

PRO/II - Splitter

Range Help Overview Status Notes

Unit: Description:

Thermodynamic System:

Product Rate Specifications

	Stream	Specification
1	12	Parameter = value
2	13	Parameter = value
3	60	Parameter = value

Options When Feed is Inadequate to Satisfy Product Rate Specifications

Satisfy Each Specification in Order Until Feed is Exhausted
 Satisfy Each Specification and Normalize Flowrates if Needed
 Satisfy Each Specification and Fail if Feed is Exhausted

Enter the splitter specification

Figura 4.8 Splitter tres corrientes sin datos.

PRO/II - Splitter

Range Help Overview Status Notes

Unit: Description:

Thermodynamic System:

Product Rate Specifications

Stream	Specification
1 S72	Stream S72 Flowrate of All Components on a Wet basis in kg-mol/hr / Total Unit Feed to SP8 Flowrate of All Components on a Wet basis in kg-mol/hr = 0.4186
2 S73	Parameter = value
3 S79	Stream S79 Flowrate of All Components on a Wet basis in kg-mol/hr / Total Unit Feed to SP8 Flowrate of All Components on a Wet basis in kg-mol/hr = 0.4436

Options When Feed is Inadequate to Satisfy Product Rate Specifications

Satisfy Each Specification in Order Until Feed is Exhausted
 Satisfy Each Specification and Normalize Flowrates if Needed
 Satisfy Each Specification and Fail if Feed is Exhausted

Exit the window after saving all data

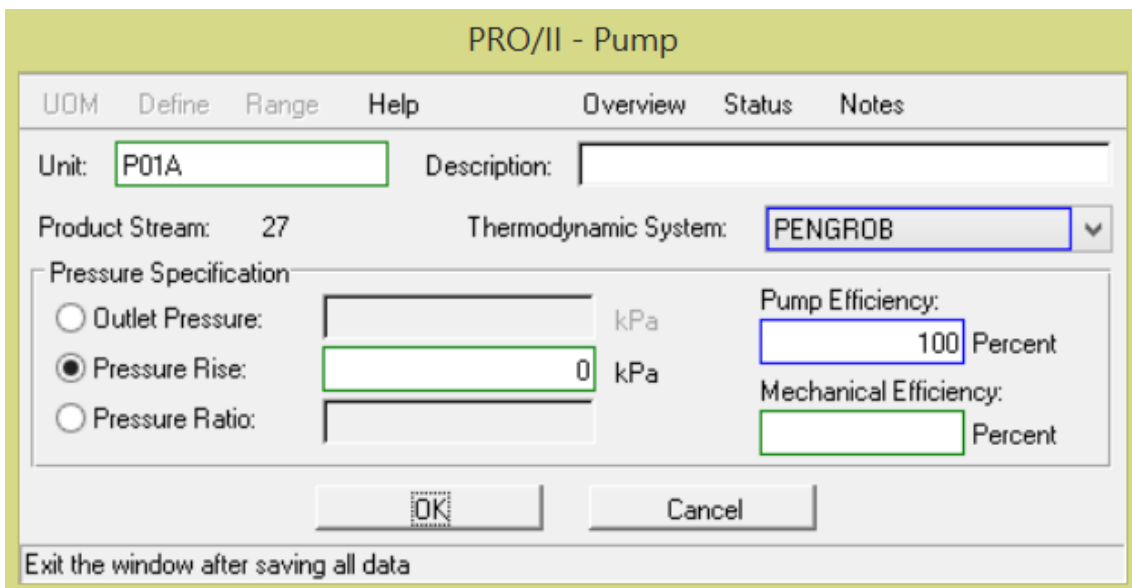
Figura 4.9 Splitter tres corrientes con datos.

En este diagrama de flujo se pueden encontrar dos tipos de Splitters distintos, por una lado, con dos corrientes de salida, Figura 4.6, y por otro, con tres corrientes de salida, Figura 4.8, ambos previamente sin inicializar, por lo que se procede a ello.

En la Figura 4.7, se completan los datos de un Splitter de dos corrientes de salida, en este caso se ha utilizado para dividir en dos una corriente, ya que una de ellas es utilizada como un By-Pass por si la línea principal se queda fuera de servicio, por lo que este se debe especificar como se muestra en dicha Figura, por la corriente S8, pasa el 100% del caudal con toda su composición, ya que es la línea principal.

En la Figura 4.8, se contempla cómo se deben rellenar los datos de un splitter de tres corrientes de salidas, en este caso su función es separar una corriente en tres distintas con las mismas concentraciones pero con caudales distintos, para ello se debe especificar el porcentaje del caudal que pasa por dos de las corrientes, calculando por sí sólo cuánto pasa por la tercera.

Bomba:



PRO/II - Pump

UOM Define Range Help Overview Status Notes

Unit: P01A Description:

Product Stream: 27 Thermodynamic System: PENGROB

Pressure Specification

Outlet Pressure: kPa

Pressure Rise: 0 kPa

Pressure Ratio:

Pump Efficiency: 100 Percent

Mechanical Efficiency: Percent

OK Cancel

Exit the window after saving all data

Figura 4.10 Bomba sin datos.

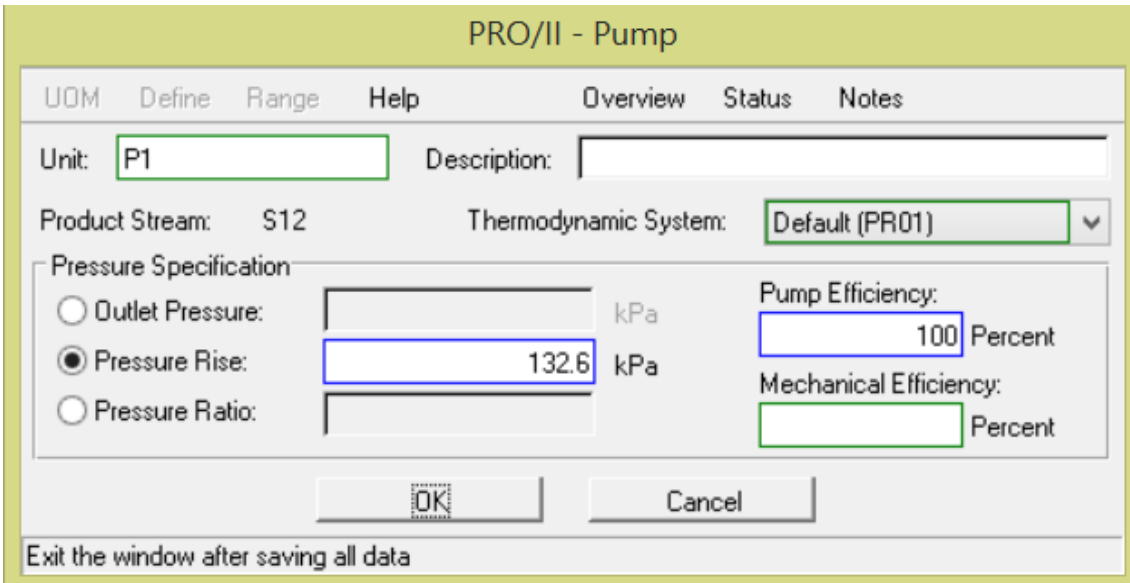


Figura 4.11 Bomba con datos.

En el caso de las bombas, como se encuentra en la Figura 4.10, estas no se encuentran inicializadas, por lo que se debe proceder a ello, indicando la caída de presión, su eficiencia y verificar que la termodinámica sea la correcta, Peng-Robinson.

Mezclador:

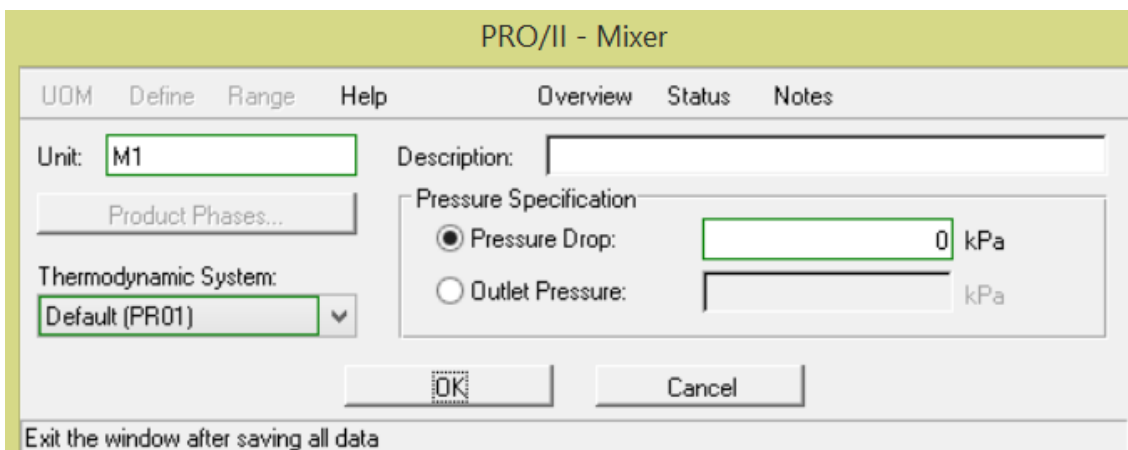


Figura 4.13 Mezclador con datos.

Los mezcladores se encuentran inicializados de manera correcta en todos los casos, ya que su sistema termodinámico es Peng-Robinson y no existe caída de presión en ninguno de ellos.

Columna de destilación:

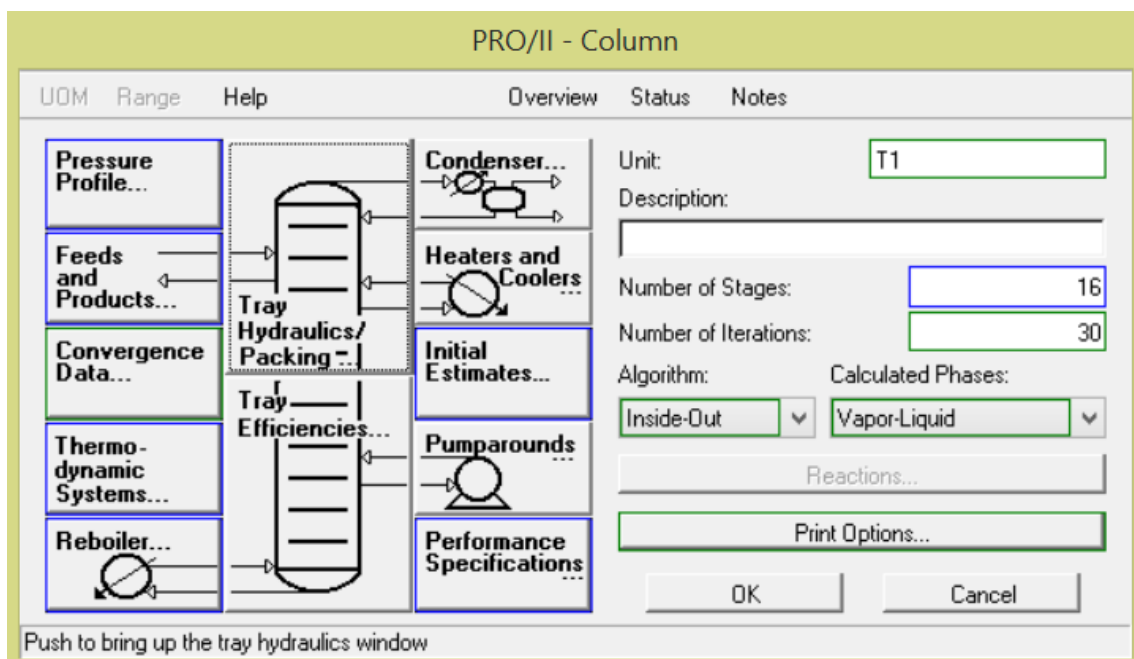


Figura 4.14 Ventana inicial de una columna destilación.

Column - Pressure Profile

UOM Define Range Help Overview

Pressure Specification Mode

Overall
 By Individual Trays

Overall Specification

Top Tray Pressure: kPa

Pressure Drop

Per Tray: 0 kPa
 Column: 0 kPa

Individual Tray Specification

Cut	Tray	Pressure kPa
Copy		
Paste	1	1413.43
Insert	2	1414.2
Reset	3	1414.97
	4	1415.74
	5	1416.51
	6	1417.28
	7	1418.06

Exit the window after saving all data

Figura 4.15 Estado inicial presiones columna destilación.

Column - Pressure Profile

UOM Define Range Help Overview

Pressure Specification Mode

Overall
 By Individual Trays

Overall Specification

Top Tray Pressure: kPa

Pressure Drop

Per Tray: 0 kPa
 Column: 0 kPa

Individual Tray Specification

Cut	Tray	Pressure kPa
Copy		
Paste	1	983.9
Insert	2	1003
Reset	3	
	4	
	5	

Exit the window after saving all data

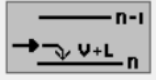
Figura 4.16 Presiones columna destilación correctamente definidas.


Column - Feeds and Products

UOM Define Range Help Overview

Feed	Tray	Feed Flash
A	1	On Tray
BOILUP	16	On Tray
FEED_2	4	On Tray
FEED_1_2	8	On Tray

Feed Flash Default Convention

Vapor and liquid to be on the feed tray.
 

Flash the feed adiabatically, vapor onto the tray above and liquid onto the feed tray.
 

Product	Type of Product	Phase	Tray	Rate	
6_2	Overhead	Vapor	1	0.123	kg-mol/sec
WD_MAIN_TS	Total Phase Draw	Water	1		kg-mol/sec
TO_REBOILER	Bottoms	Liquid	16	0.123	kg-mol/sec

Pseudoproducts...

OK to PFD OK Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data


Figura 4.17 Corrientes columna destilación iniciales.

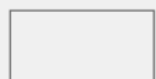
Column - Feeds and Products

UOM Define Range Help Overview

Feed	Tray	Feed Flash
FEED2COL	4	On Tray
FEED1COL	8	On Tray
REFLUCAB	1	On Tray

Feed Flash Default Convention

Vapor and liquid to be on the feed tray.
 

Flash the feed adiabatically, vapor onto the tray above and liquid onto the feed tray.
 

Product	Type of Product	Phase	Tray	Rate	
S47	Overhead	Vapor	1		kg-mol/hr
S48	Bottoms	Liquid	16	39.63	kg-mol/hr

Pseudoproducts...

OK to PFD OK Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data

Figura 4.18 Corrientes columna destilación correctamente definidas.

Column - Thermodynamic Systems

UOM Range Help Overview

Thermodynamic System Specification

Complete Column PR01

Systems for Individual Sections

Change Chemical Thermo from VLE to VLLE

Test for VLLE on VLE Trays

Maximum number of trays to change:

VLLE Thermo System:

Thermo for Individual Sections

Cut	End Tray	Thermo System Down to End Tray
Insert		
Reset	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Push this button to accept data entry.

Figura 4.19 Modelo termodinámico columna destilación.

Column - Reboiler

UOM Define Range Help Overview

Column with Reboiler

Reboiler Type

Kettle (Conventional)
 Thermosiphon without Baffles
 Thermosiphon with Baffles

Thermosiphon Reboiler Specification

Return Liquid: Mole fraction
 Return Vapor: Mass fraction
 Temperature: C
 Temperature Change: C
 Rate: kg-mol/sec

Molar Estimate

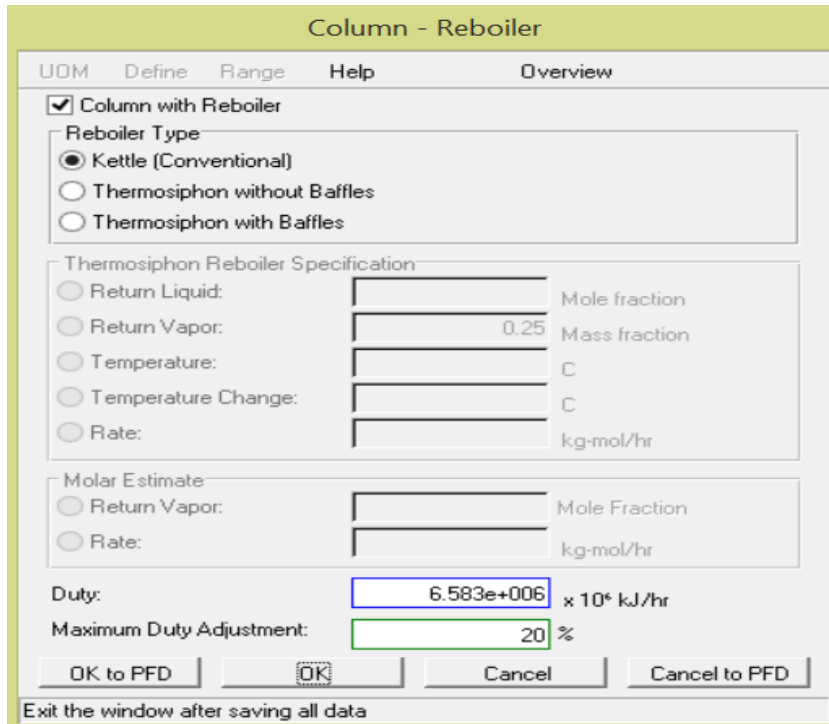
Return Vapor: Mole Fraction
 Rate: kg-mol/sec

Duty: x 10⁶ kJ/sec

Maximum Duty Adjustment: %

Exit the window after saving all data

Figura 4.20 Reboiler sin inicializar.



Column - Reboiler

UDM Define Range Help Overview

Column with Reboiler

Reboiler Type

Kettle (Conventional)

Thermosiphon without Baffles

Thermosiphon with Baffles

Thermosiphon Reboiler Specification

Return Liquid: [] Mole fraction

Return Vapor: [0.25] Mass fraction

Temperature: [] C

Temperature Change: [] C

Rate: [] kg-mol/hr

Molar Estimate

Return Vapor: [] Mole Fraction

Rate: [] kg-mol/hr

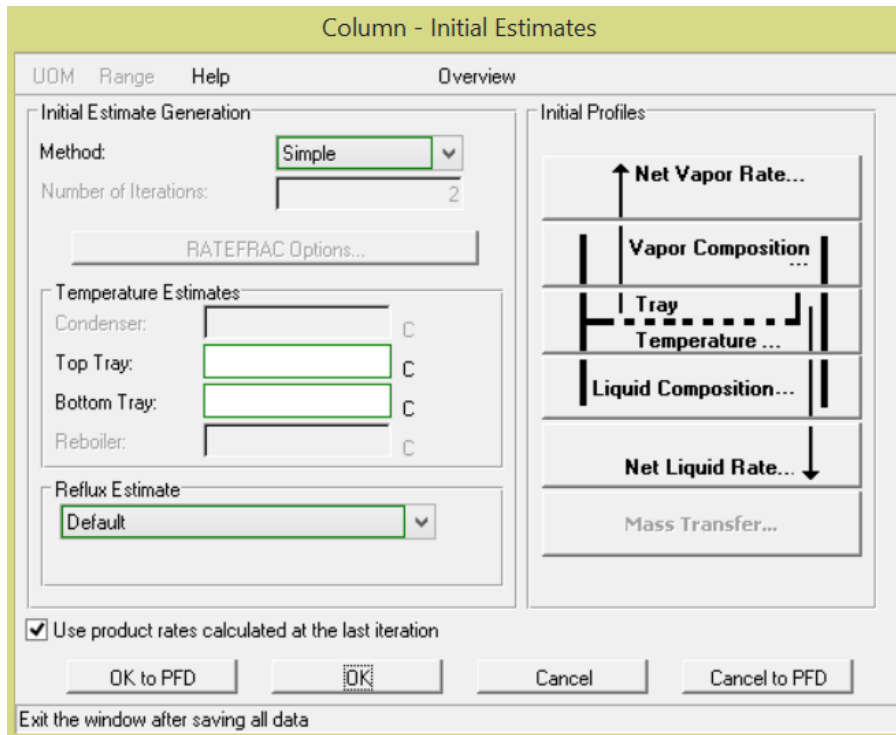
Duty: [6.583e+006] x 10⁶ kJ/hr

Maximum Duty Adjustment: [20] %

OK to PFD OK Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data

Figura 4.21 Reboiler inicializado.



Column - Initial Estimates

UDM Range Help Overview

Initial Estimate Generation

Method: [Simple]

Number of Iterations: [2]

RATEFRAC Options...

Temperature Estimates

Condenser: [] C

Top Tray: [] C

Bottom Tray: [] C

Reboiler: [] C

Reflux Estimate

[Default]

Initial Profiles

↑ Net Vapor Rate...

Vapor Composition ...

Tray Temperature ...

Liquid Composition ...

Net Liquid Rate... ↓

Mass Transfer...

Use product rates calculated at the last iteration

OK to PFD OK Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data

Figura 4.22 Datos iniciales columna destilación sin completar.

Column - Initial Estimates

UOM Range Help Overview

Initial Estimate Generation

Method: Simple

Number of Iterations: 2

RATEFRAC Options...

Temperature Estimates

Condenser: C

Top Tray: 30 C

Bottom Tray: 150.3 C

Reboiler: 150.6 C

Reflux Estimate

Bulk Liquid/Distillate (L/D) Ratio

3

Initial Profiles

Net Vapor Rate...

Vapor Composition ...

Tray Temperature ...

Liquid Composition...

Net Liquid Rate...

Mass Transfer...

Use product rates calculated at the last iteration

OK to PFD OK Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data

Figura 4.23 Datos iniciales columna definidos.

Column - Specifications and Variables

UOM Range Help Overview

Add Specifications and Variables

Specifications:

1 COL1SPEC1 - Parameter = value within the default tolerance

Active:

Variables:

1 Column.T1 Duty of Heater REBOILER

Data changes in this window will reinitialize column estimates

Insert Specification/Variable Insert Inactive Specification OK OK to PFD

Cut Specifications/Variables Reset Specifications/Variables Cancel Cancel to PFD

Check to add specifications and variables

Figura 4.24 Especificaciones columna destilación sin definir.

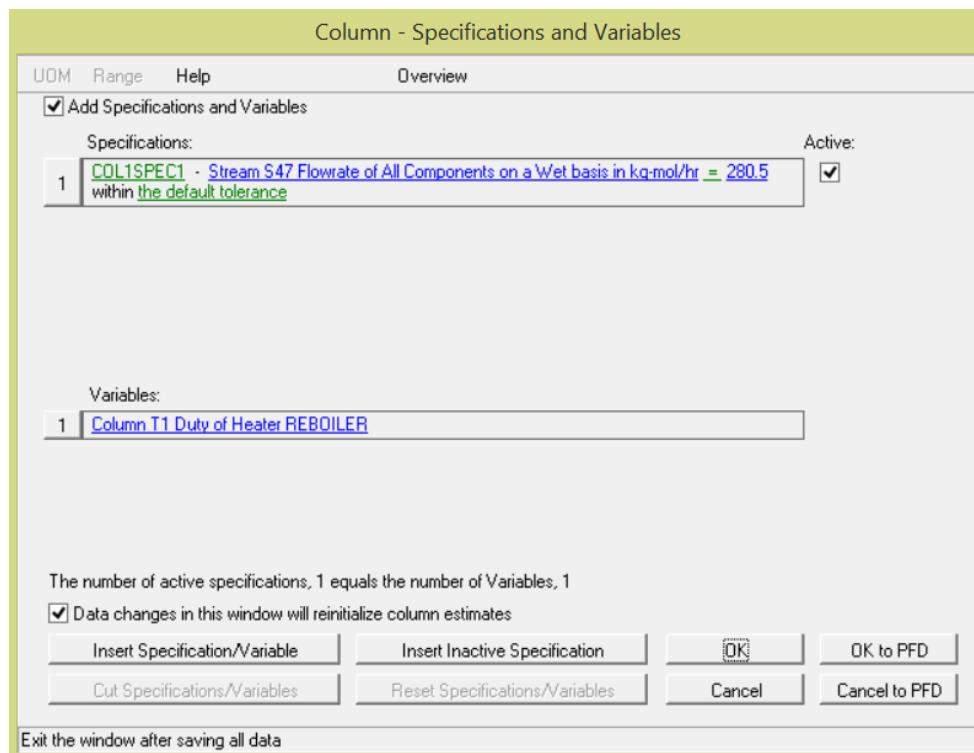


Figura 4.25 Especificaciones columna destilación definidas.

Para la columna de destilación se parte de la Figura 4.14, la ventana inicial, y se explica apartado a apartado cómo se introducen los datos.

Se comienza con las presiones, en la Figura 4.15 se introducen las presiones a las que se somete cada plato, desde el primero hasta el decimosexto, a diferencia de la Figura 4.16 que se indica únicamente la presión del primer y último plato.

Se continúa con sus corrientes de entrada y salida, teniendo que especificar los platos por los que se alimenta la columna y por cuáles sale el producto, además del caudal que sale por uno de ellos, por cabeza o fondo. Como se puede observar en la Figura 4.17, existen más corrientes de las que se necesitan en nuestra simulación, por lo que la forma correcta de especificar nuestra columna será la que se muestra en la Figura 4.18, introduciendo los platos por los que entran las dos corrientes de alimentación y la de reflujo por cabeza, además de los platos por los que se obtiene el producto e introduciendo el caudal que se necesita que corra por una de las corrientes, en este caso el caudal de fondo.

El sistema termodinámico que se le aplica a la columna que se encuentra en la Figura 4.20, es la correcta, Peng-Robinson, por lo que no se le modifica.

Previamente el reboiler no se encuentra inicializado, como se halla en la Figura 4.21, por lo que se procede a ello de la manera que está en la Figura 4.21, clicando la opción de columna con reboiler y a continuación asignándole el duty con el que va a trabajar.

Además se debe introducir unos valores iniciales no como en la Figura 4.22, ya que se encuentran las casillas en blanco, siendo la manera correcta como en la Figura 4.23, rellenando la temperatura de cabeza, fondo y del reboiler, además del reflujo de la torre.

Y por último se añaden las especificaciones que no se completan en la Figura 4.24, de la manera que se encuentra en la Figura 4.25, indicando el caudal que saldrá por cabeza y que el reboiler de la columna trabaje con el duty especificado.

Intercambiador de calor:

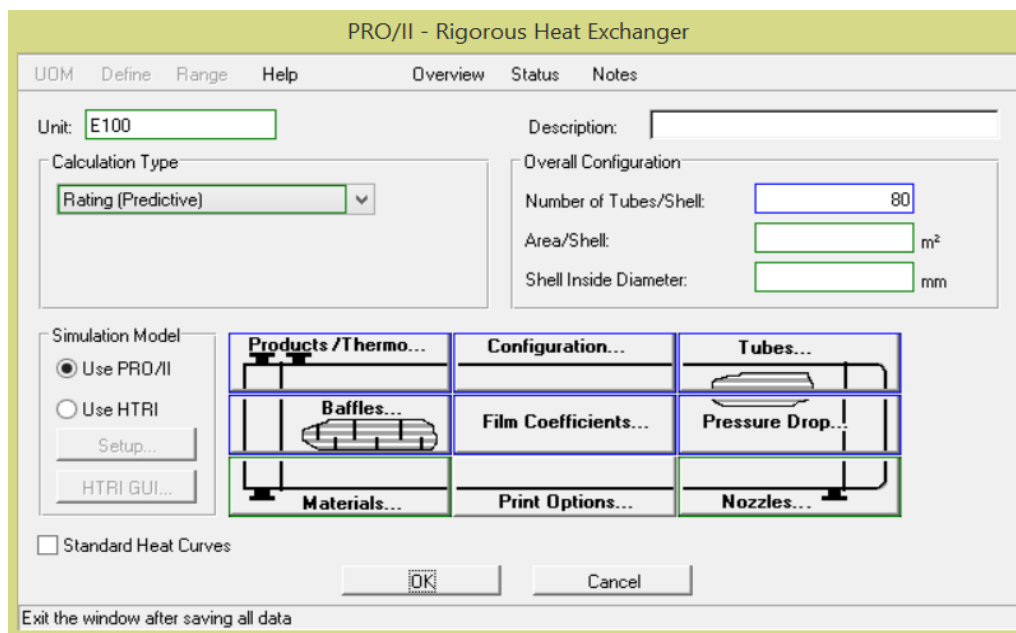


Figura 4.26 Ventana inicial Intercambiador de calor.

Rigorous Heat Exchanger - Feeds and Products Data

UOM Range Help Overview

Tube Side Feeds and Products

Feed Streams:
2_2

Product Streams:
3_2

Thermodynamic System:
PENGROB

Product Phases...

Attach to Column...

Shell Side Feeds and Products

Feed Streams:
17_2

Product Streams:
5

Thermodynamic System:
PENGROB

Product Phases...

Attach to Column...

OK to PFD OK Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data

Figura 4.27 Corrientes Intercambiador de calor.

Rigorous Heat Exchanger - Configuration Data

UOM Range Help

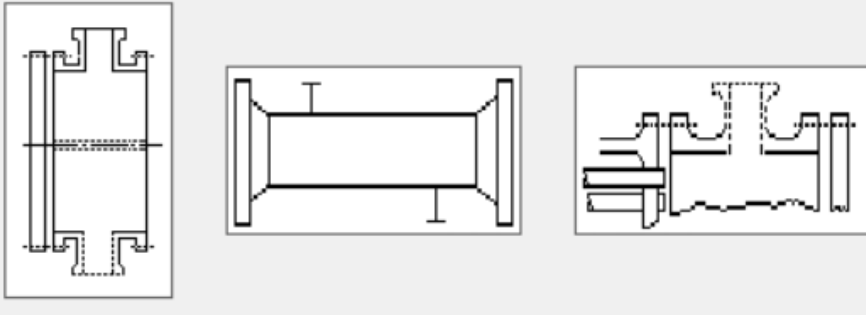
Number of Shells in Series: Orientation: ▾

Number of Shells in Parallel: Configuration: ▾

Number of Tube Passes/Shell:

TEMA Type

Front: ▾ Shell: ▾ Rear: ▾



OK to PFD Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data

Figura 4.28 Configuración Intercambiador de calor.

Rigorous Heat Exchanger - Tube Data

UOM Range Help

Tube Data

Thickness

Inside Diameter: 16 mm

Wall Thickness: mm

BWG: mm

Roughness

Absolute: 0 mm

Relative: mm

Length: 1000 mm

Outside Diameter: 25 mm

Pitch: 50 mm

Pattern: Triangular - 30 Degrees

Tubesheet Thickness: mm

Fin Data

Fin Selections

No Finned Tubes

Area from Fin Data

Extended Surface Area: mm²/mm

Fins/mm: 0.748031

Thickness: 0.000668421 mm

Height Above Root: 1.5875 mm

Root Diameter: 21.825 mm

OK to PFD OK Cancel Cancel to PFD

Exit the window after saving all data

Figura 4.29 Datos de los tubos del Intercambiador de calor correctos.

Rigorous Heat Exchanger - Baffle Data

UOM Range Help

Baffle Type:

Baffle Geometry Data

Cut:

Net Free Area Ratio:

Center Spacing: mm

Inlet Spacing: mm

Outlet Spacing: mm

Thickness: mm

Sealing Strip Pairs:

Exit the window after saving all data

Figura 4.30 Datos Baffles.

Rigorous Heat Exchanger - Pressure Drop Data

UOM	Range	Help
Tube Side Pressure Drops		
<input type="radio"/> DP Scale Factor:	<input type="text" value="1"/>	
<input type="radio"/> DP/Shell:	<input type="text"/>	kPa
<input checked="" type="radio"/> DP/Unit:	<input type="text" value="32.8887"/>	kPa
Shell Side Pressure Drops		
<input type="radio"/> DP Scale Factor:	<input type="text" value="1"/>	
<input type="radio"/> DP/Shell:	<input type="text"/>	kPa
<input checked="" type="radio"/> DP/Unit:	<input type="text" value="151.356"/>	kPa
Shell Side Pressure Drop Method:	<input type="text" value="Stream"/>	▼
Tube Side Pressure Drop Method:	<input type="text" value="BBM"/>	▼
<input type="button" value="OK"/>		<input type="button" value="Cancel"/>
<input type="button" value="OK to PFD"/>		<input type="button" value="Cancel to PFD"/>
Exit the window after saving all data		

Figura 4.31 Datos de las Presiones del Intercambiador de calor.

La figura 4.26 muestra la ventana inicial del intercambiador de calor, en la cual se introduce el número de tubos que hay en este, en la casilla “number of tubes/shell” tras esto, se comienzan a introducir las especificaciones necesarias para que se lleve a cabo su buen funcionamiento.

Se comprueba que las corrientes se encuentren dispuestas correctamente, finalmente es así, como está en la Figura 4.27, para que posteriormente, como en la Figura 4.28, se configure el intercambiador, encontrándose de manera correcta sin tener que modificarlo.

En la Figura 4.29 se configuran los tubos del intercambiador y en la Figura 4.30 los baffles.

Por último, se especifican las caídas de presiones que sufre el intercambiador en la zona de tubos y en la de carcasa, como se encuentra en la Figura 4.31, para así obtener las corrientes de salida de ambos a las presiones deseadas.

7. PUESTA EN MARCHA DE LA SIMULACIÓN.

Una vez se especifican todas las corrientes y equipos que componen el diagrama de flujo, se lleva a cabo la puesta en marcha de la simulación, para ello, como se encuentra en la Figura 2.4, se hace click en el botón “Run” y esta comienza a correr sin problemas.

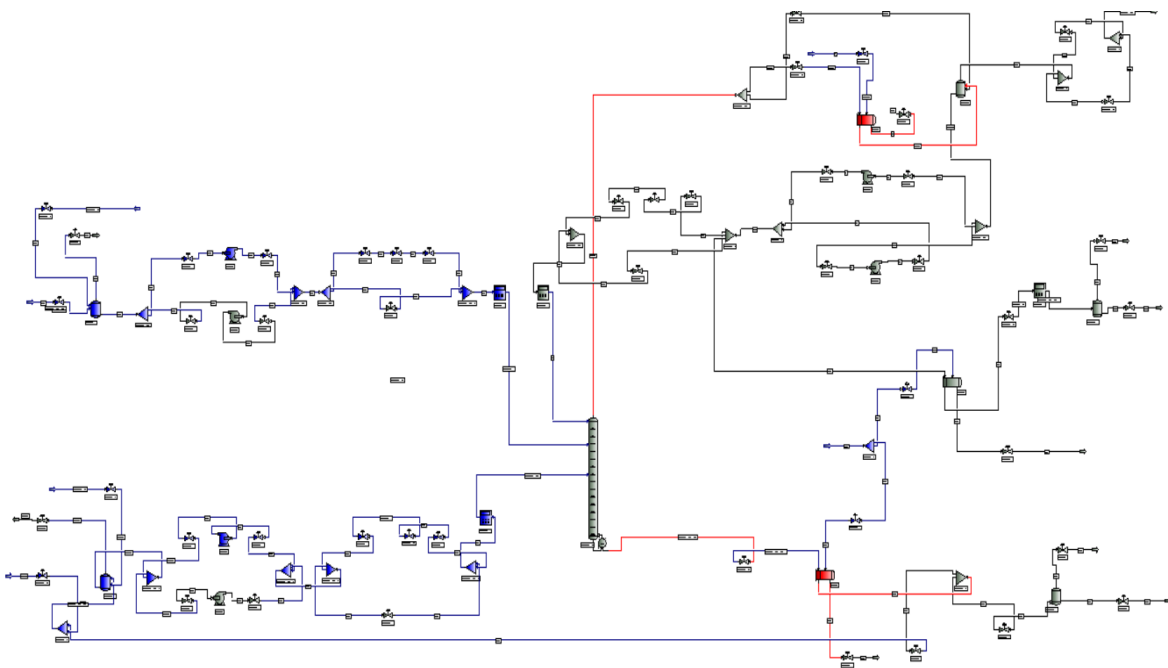


Figura 7.1 Errores al correr la simulación.

Sin embargo, no es así, ya que parece da error en las corrientes de producto de cabeza y fondo, además de en los intercambiadores de calor debido a que todos estos aparecen en rojo en la Figura 7.1, por lo que se tiene que buscar cuál es el problema, para ello se comienzan a analizar todas las corrientes del diagrama de flujo, comenzando desde los tanques de alimentación y se sigue su recorrido, hasta la entrada a la columna, hasta aquí todo correcto, se sigue con los productos de la columna, de fondo y cabeza, observando que no sale producto, su flujo es nulo, como

si la columna no funcionara, no estuviera calentando, por lo que se revisan todos los parámetros que definen esta, verificando que están todos introducidos correctamente, incluido el duty que debe generar el reboiler, cuya energía es utilizada por la columna, como se especifica en la Figura 4.25, para que se lleve a cabo la separación deseada.

Para corroborar esto, se utiliza la herramienta breakpoint, subrayada de amarillo en la Figura 8.1, con la que se puede parar la simulación en los puntos que se desee, en este caso, se pone un breakpoint en la columna de destilación y se indica que se lleve a cabo antes del equipo, es decir, antes de que entren las corrientes en la columna, como se encuentra en la Figura 8.2.

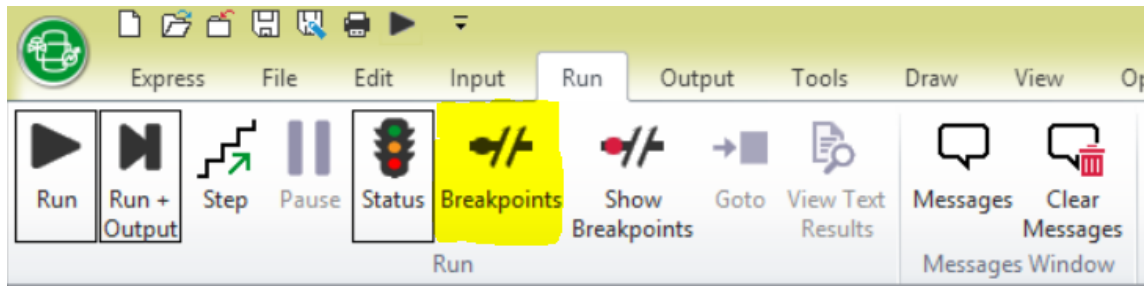


Figura 8.1 Herramienta Breakpoint.

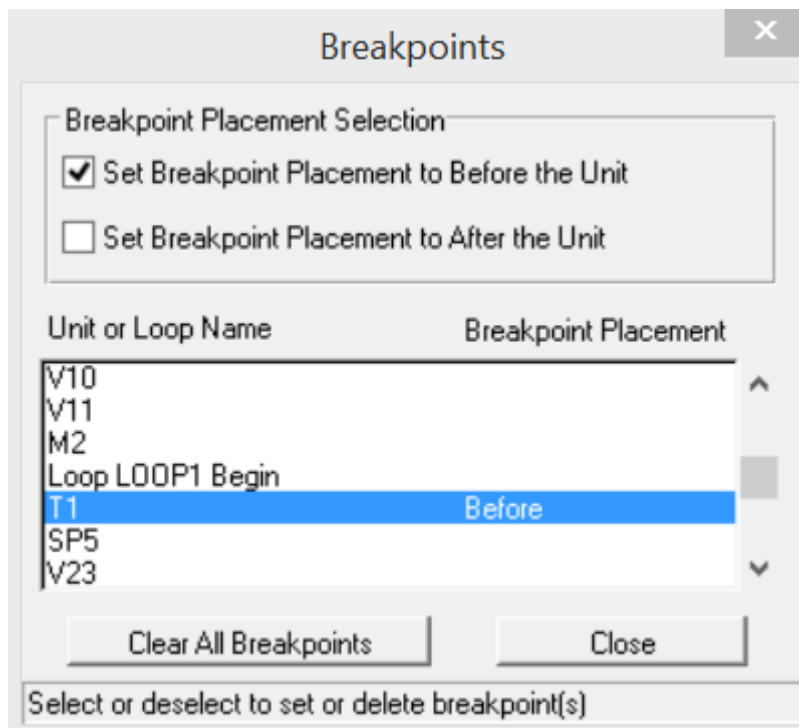


Figura 8.2 Breakpoint antes de la columna de destilación, T1.

Tras esto se pone en marcha la simulación, confirmando lo expresado anteriormente, el recorrido hasta la columna es correcto, por lo que se pone en marcha nuevamente la simulación, dando error al entrar en la columna, por lo que se procede a realizar un report de la simulación para ver cómo se encuentra programada esta y si nos indica el error que se está produciendo, indicando, como se comentaba, que el reboiler no está trabajando, lo cual es inexplicable, ya que las especificaciones están bien, por lo que se opta por eliminar esta del diagrama y añadir una nueva, especificándola de cero.

Una vez completadas la especificaciones de la columna se pone en marcha una vez más la simulación, reciclando previamente todos los datos, utilizando la herramienta "Recycle Data" y "Restore Input Data", las cuales se encuentran en la Figura 2.3, es decir, se ponen de cero como si fuera la primera vez que se va a iniciar y no se hubiera hecho anteriormente.

Se obtiene como resultado que ahora la columna funciona, generando calor el reboiler y llevando a cabo las separaciones correspondientes, proporcionando corriente por cabeza y por fondo, aunque la última aparece en rojo, pero puede ser

causa del intercambiador que se encuentra posteriormente que al igual que el que está a la salida de la cabeza se encuentran en rojo, como se indicó anteriormente, por lo que se les revisan todos sus datos una vez más como se hizo con la columna, y ocurre lo mismo, estando todos bien, por lo que se procede a seguir los mismos pasos que antes, borrarlos y crearlos nuevos.

Tras seguir los pasos anteriores se pone nuevamente en marcha después de reciclar la simulación, pero la corriente que sale por fondo sigue apareciendo en rojo, pudiendo ver en el report que la válvula no se encuentra operando de forma adecuada y se vuelven a repetir los mismos pasos anteriores con la válvula y con la propia corriente que sale por el fondo de la columna, creando ambas nuevas y dando posteriormente la simulación correctamente.

Al estar todas las corrientes y equipos en azul, significa que la simulación funciona adecuadamente, proporcionando los resultados de todos ellos, procediendo a compararlos con los de la simulación en Unisim.

8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS UNISIM Y PROII.

Una vez la simulación funciona correctamente, se comparan los resultados que se tienen de la Planta Desbutanizadora llevada a cabo en Unisim, con los que se obtienen de la realizada en PROII.

Para ello, los datos importantes son los que se recogen de la columna de destilación, temperatura, presión, caudal y las composiciones de las corrientes de entrada, cabeza, fondo y reflujo, conociendo de esta forma las condiciones de la alimentación de la torre y de sus productos, además de las condiciones finales a las que se almacenan en el tanque y en la esfera.

Al comprobar los resultados, los cuales deben ser iguales que los de la simulación en Unisim, se observa que no es así, obteniendo unos datos muy diferentes, siendo esto demasiado extraño, ya que primero algunos equipos no trabajan adecuadamente y se tienen que eliminar para crearlos nuevamente, por lo que finalmente se opta por comenzar la simulación de cero, elaborando el diagrama de flujo en una nueva plantilla, como se muestra en la Figura 2.1, sin convertirla desde Unisim, directamente en PROII, por lo que se indica el sistema termodinámico con el que trabaja la simulación, Peng-Robinson, definido en este caso como PRO1, completando posteriormente los datos como se especifican a lo largo del apartado

seis, logrando, tras esto, que la simulación corra adecuadamente, por lo que se pasa a contrastar los resultados de esta simulación con los del Unisim.

Las corrientes que se van a comparar a continuación se pueden visualizar en la Figura 3.5, 3.6 y 3.7.

Feed1:

Es la corriente de nafta ligera que alimenta al Tanque 100, el cual almacena la alimentación de la columna, FEED1COL.

Estos datos se introducen manualmente, ya que esta corriente es la alimentación, conocida, con la que va a trabajar la planta.

Como se puede comprobar, en la Tabla 8.1, datos FEED1 introducidos en PROII, y en la Tabla 8.2, datos FEED1 introducidos en Unisim, en ambos casos se encuentran las mismas temperaturas, presiones y composiciones, para que en ambas simulaciones se trabaje en las mismas condiciones y poder así, contrastar realmente los resultados.

Stream (Summary)	UOM	FEED1
Name		FEED1
Phase		Liquid
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	76,92000001
Temperature	C	89,9
Pressure	kPa	1572
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	1,52016996	0,019763
I-BUTANE	16,33880796	0,212413
N-BUTANE	16,33880796	0,212413
<u>1BUTENE</u>	0,7965066	0,010355
<u>IPENTANE</u>	10,83964332	0,140921
PENTANE	10,83964332	0,140921
HEXANE	7,130560921	0,092701
HEPTANE	7,247402399	0,09422
N2	0	0
OCTANE	5,86845756	0,076293
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.1 Datos FEED1 introducidos en PROII

Material Stream: FEED1		Fluid Package Property Package	Base-1 PengRobinson
CONDITIONS			
			Overall
Vapour / Phase Fraction		0.0000	
Temperature: (C)		89.90 *	
Pressure: (kPa)		1572 *	
Molar Flow (kgmole/h)		76.92	
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	
Propane	1.5202 *	0.0198 *	
i-Butane	16.3393 *	0.2124 *	
n-Butane	16.3393 *	0.2124 *	
i-Butene	0.7965 *	0.0104 *	
i-Pentane	10.8399 *	0.1409 *	
n-Pentane	10.8399 *	0.1409 *	
n-Hexane	7.1308 *	0.0927 *	
n-Heptane	7.2476 *	0.0942 *	
n-Octane	5.8686 *	0.0763 *	
Nitrogen	0.0000 *	0.0000 *	
H2O	0.0000 *	0.0000 *	
Total	76.9219	1.0000	

Tabla 8.2 Datos FEED1 introducidos en Unisim.

Feed2:

Es la corriente de nafta intermedia que alimenta al Tanque 200 almacenando la alimentación de la columna FEED2COL.

Al igual que en la corriente Feed1, se introducen manualmente, ya que es la alimentación, conocida, con la que se va a trabajar.

Se puede comprobar que en ambos simuladores se va a encontrar en las mismas condiciones, temperatura, presión y composiciones, como se observa en la Tabla 8.3, datos introducidos FEED2 PROII, y en la Tabla 8.4, datos introducidos FEED2 Unisim, trabajando así ambas simulaciones en las mismas condiciones.

Stream (Summary)	UOM	FEED2
Name		FEED2
Phase		Liquid
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	86,76
Temperature	C	89,9
Pressure	kPa	1572
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	2,427108573	0,027974972
I-BUTANE	17,49314103	0,201626798
N-BUTANE	18,41383723	0,212238788
1BUTENE	20,98305854	0,241851758
IPENTANE	11,86719445	0,136781863
PENTANE	15,57566018	0,179525821
HEXANE	0	0
HEPTANE	0	0
N2	0	0
OCTANE	0	0
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.3 Resultados FEED2 PROII.

Material Stream: FEED2		Fluid Package: Basis-1
		Property Package: PengRobinson
CONDITIONS		
		Overall
Vapour / Phase Fraction		0.0000
Temperature: (C)		89.90 *
Pressure: (kPa)		1572 *
Molar Flow (kgmole/h)		86.76
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION
Propane	2.4272 *	0.0280 *
i-Butane	17.4935 *	0.2016 *
n-Butane	18.4142 *	0.2122 *
i-Butene	20.9835 *	0.2419 *
i-Pentane	11.8674 *	0.1368 *
n-Pentane	15.5760 *	0.1795 *
n-Hexane	0.0000 *	0.0000 *
n-Heptane	0.0000 *	0.0000 *
n-Octane	0.0000 *	0.0000 *
Nitrogen	0.0000 *	0.0000 *
H2O	0.0000 *	0.0000 *
Total	86.7617	1.0000

Tabla 8.4 Resultados FEED2 Unisim

FEED1COL:

Esta es la corriente procedente del Tanque 100, que alimenta a la columna de destilación por el plato ocho, la cual, a lo largo de su recorrido hasta la columna, como podemos observar en la Tabla 8.5 y en la Tabla 8.6, han variado sus temperaturas y presiones, con respecto a FEED1, la alimentación al tanque, pero claramente las composiciones siguen siendo las mismas.

Además, se puede analizar que los resultados en PROII y en Unisim, son iguales, por lo que entran las mismas corrientes, a las mismas condiciones en ambos.

Stream (Summary)	UOM	FEED1COL
Name		FEED1COL
Phase		Liquid
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	76,92000001
Temperature	C	90,3553504
Pressure	kPa	1012,894547
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	1,52016996	0,019763
I-BUTANE	16,33880796	0,212413
N-BUTANE	16,33880796	0,212413
1BUTENE	0,7965066	0,010355
IPENTANE	10,83964332	0,140921
PENTANE	10,83964332	0,140921
HEXANE	7,130560921	0,092701
HEPTANE	7,247402399	0,09422
N2	2,266E-36	2,9459 E-38
OCTANE	5,86845756	0,076293
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.5 Resultados FEED1COL PROII.

Material Stream: FEED1COL		Ref Package	Base-1
		Property Package	PerfRotation
CONDITIONS			
		Overall	
Vapour / Phase Fraction		0.0000	
Temperature:		(C)	90.10
Pressure:		(kPa)	1013
Molar Flow		(kgmole/h)	77.30
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	
Propane	1.5278	0.0198	
i-Butane	16.4203	0.2124	
n-Butane	16.4203	0.2124	
i-Butene	0.8005	0.0104	
i-Pentane	10.8937	0.1409	
n-Pentane	10.8937	0.1409	
n-Hexane	7.1662	0.0927	
n-Heptane	7.2836	0.0942	
n-Octane	5.8977	0.0763	
Nitrogen	0.0000	0.0000	
H2O	0.0000	0.0000	
Total	77.3037	1.0000	

Tabla 8.6 Resultados FEED1COL Unisim.

FEED2COL:

Esta es la corriente procedente del Tanque 200, que alimenta a la columna de destilación por el plato cuatro.

Al igual que ocurre en la FEED1COL, se puede observar en la Tabla 8.7 y en la Tabla 8.8, que a lo largo de su recorrido desde la alimentación al tanque hasta la entrada a la columna, se producen variaciones de la temperatura y la presión, con respecto a FEED2, la alimentación al tanque, pero no en su composición.

También se puede analizar que los resultados en PROII y en Unisim, son iguales, por lo que entran las mismas corrientes, a las mismas condiciones en ambos.

Stream (Summary)	UOM	FEED2COL
Name		FEED2COL
Phase		Mixed
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	86,76
Temperature	C	82,4463863
Pressure	kPa	998,60123
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	2,427108573	0,027974972
I-BUTANE	17,49314103	0,201626798
N-BUTANE	18,41383723	0,212238788
1BUTENE	20,98305854	0,241851758
IPENTANE	11,86719445	0,136781863
PENTANE	15,57566018	0,179525821
HEXANE	0	0
HEPTANE	0	0
N2	0	0
OCTANE	0	0
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.7 Resultados FEED2COL PROII.

Material Stream: FEED2COL		Fluid Package: Base-1
		Property Package: PengRobinson
CONDITIONS		
		Overall
Vapour / Phase Fraction		0.0807
Temperature:	(C)	82.25
Pressure:	(kPa)	998.9
Molar Flow	(kgmole/h)	86.76
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION
Propane	2.4272	0.0280
i-Butane	17.4938	0.2016
n-Butane	18.4145	0.2122
i-Butene	20.9839	0.2419
i-Pentane	11.8676	0.1368
n-Pentane	15.5762	0.1795
n-Hexane	0.0000	0.0000
n-Heptane	0.0000	0.0000
n-Octane	0.0000	0.0000
Nitrogen	0.0000	0.0000
H2O	0.0000	0.0000

Tabla 8.8 Resultados FEED2COL Unisim.

PRODCAB:

Es el producto de cabeza de la columna, LPG, el cual se enfría previamente mediante un intercambiador de calor cuyo flujo es el propano, para posteriormente ser almacenado en la esfera BU01.

Al comparar los resultados obtenidos en el simulador PROII, Tabla 8.9, con los del Unisim, Tabla 8.10, se observa que se obtiene en ambas, una corriente con las mismas composiciones, temperaturas, presiones y caudales, por lo que, por ahora, a falta de estudiar las condiciones en las que se obtiene el producto de fondo, para ver si también es igual, la columna trabaja de la misma manera en ambos simuladores.

Stream (Summary)	UOM	PRODCAB
Name		S47
Phase		Vapor
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	280,4998123
Temperature	C	86,5600882
Pressure	kPa	983,9
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	8,899429644	0,031727043
I-BUTANE	76,2438451	0,271814246
N-BUTANE	78,28274149	0,279083044
1BUTENE	49,1083866	0,175074579
IPENTANE	39,86081752	0,142106396
PENTANE	28,0943902	0,100158321
HEXANE	0,010151454	3,61906E-05
HEPTANE	5,0136E-05	1,78738E-07
N2	0	0
OCTANE	1,33452E-07	4,75764 E-10
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.9 Resultados producto cabeza PROII.

Material Stream: PRODCAB		Full Package	Base-1
		Property Package	Property
CONDITIONS			
		Overall	
Vapour / Phase Fraction		1.0000	
Temperature: (C)		86.65	
Pressure: (kPa)		983.9	
Molar Flow (kgmole/h)		280.5	
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	
Propane	8.9104	0.0318	
i-Butane	76.3057	0.2721	
n-Butane	78.3235	0.2793	
i-Butene	49.1486	0.1752	
i-Pentane	39.9646	0.1425	
n-Pentane	27.7886	0.0991	
n-Hexane	0.0121	0.0000	
n-Heptane	0.0001	0.0000	
n-Octane	0.0000	0.0000	
Nitrogen	0.0000	0.0000	
H2O	0.0000	0.0000	
Total	280.4536	1.0000	

Tabla 8.10 Resultados producto cabeza Unisim.

PRODFONDO:

Esta corriente es el producto por fondo de la columna de destilación, nafta estabilizada, la cual es almacenada en el Tanque 104, previamente enfriado mediante un refrigerante.

Tras comparar los resultados que se obtienen del PROII, Tabla 8.11, con los del Unisim, Tabla 8.12, se observa que las corrientes que se obtienen son iguales, con las mismas composiciones, temperatura, presiones y caudales, por lo que confirma lo supuesto anteriormente, la columna en ambos simuladores trabaja de la misma forma, ya que en ambos casos, a partir de la misma alimentación, se obtienen los mismos productos por cabeza y fondo.

Estos resultados también se deben al reflujo que se produce por cabeza, el cual se comentará a continuación.

Stream (Summary)	UOM	PRODFONDO
Name		S48
Phase		Liquid
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	39,2488816
Temperature	C	151,5451621
Pressure	kPa	1003
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	2,25948E-06	5,7568E-08
I-BUTANE	0,00506538	0,000129058
N-BUTANE	0,018806172	0,000479152
1BUTENE	0,001271752	3,24022E-05
IPENTANE	5,04303934	0,12848874
PENTANE	13,93876547	0,355137902
HEXANE	7,126093836	0,181561704
HEPTANE	7,247379888	0,184651883
N2	0	0
OCTANE	5,868457502	0,149519101
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.11 Resultados producto fondo PROII.

Material Stream: PRODFONDO		Full Package Property Package	Base-1 Peng-Robinson
CONDITIONS			
		Overall	
Vapour / Phase Fraction		0.0000	
Temperature:		(C) 150.6	
Pressure:		(kPa) 1003	
Molar Flow		(kgmole/h) 39.63	
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	
Propane	0.0000	0.0000	
i-Butane	0.0046	0.0001	
n-Butane	0.0265	0.0007	
i-Butene	0.0009	0.0000	
i-Pentane	5.0556	0.1276	
n-Pentane	14.2030	0.3584	
n-Hexane	7.1665	0.1808	
n-Heptane	7.2832	0.1838	
n-Octane	5.8911	0.1486	
Nitrogen	0.0000	0.0000	
H2O	0.0000	0.0000	
Total	39.6314	1.0000	

Tabla 8.12 Resultados producto fondo Unisim.

REFLUCAB:

Es la corriente de reflujo que entra por la cabeza de la columna, favoreciendo en una mejor separación de los componentes, ya que cuanto más refrigere, menos productos pesados saldrán por cabeza.

Esta corriente es fundamental para que la columna trabaje de una forma óptima, observando que al comparar los resultados del PROII, Tabla 8.13, con los del Unisim, Tabla 8.14, ambas corrientes entran a la columna con el mismo caudal, temperatura, presión y composición, lo que da a lugar que se obtengan los mismos productos de cabeza y de fondo.

Stream (Summary)	UOM	REFLUCAB
Name		REFLUCAB
Phase		Liquid
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	156,0700956
Temperature	C	33,0491654
Pressure	kPa	1022,596887
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	4,951642655	0,031727043
I-BUTANE	42,42207542	0,271814246
N-BUTANE	43,55651736	0,279083044
1BUTENE	27,32390631	0,175074579
IPENTANE	22,17855887	0,142106396
PENTANE	15,63171871	0,100158321
HEXANE	0,005648269	3,61906E-05
HEPTANE	2,78957E-05	1,78738E-07
N2	0	0
OCTANE	7,42525E-08	4,75764E-10
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.13 Resultados Reflujo cabeza PROII.

Material Stream: REFLUCAB		Full Package	Base 1
		Property Package	PengRobinson
CONDITIONS			
		Overall	
Vapour / Phase Fraction		0.0000	
Temperature:	(C)	31.22	
Pressure:	(kPa)	1031	
Molar Flow	(kgmole/h)	156.0	
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	
Propane	4.9553	0.0318	
i-Butane	42.3956	0.2717	
n-Butane	43.5149	0.2789	
i-Butene	27.3641	0.1754	
i-Pentane	22.2647	0.1427	
n-Pentane	15.5151	0.0994	
n-Hexane	0.0068	0.0000	
n-Heptane	0.0000	0.0000	
n-Octane	0.0000	0.0000	
Nitrogen	0.0000	0.0000	
H2O	0.0000	0.0000	
Total	156.0164	1.0000	

Tabla 8.14 Resultados Reflujo cabeza Unisim.

LPG:

Esta corriente es el producto final que se almacena en la esfera BU01, almacenando LPG, procedente del producto de cabeza de la torre.

Se comparan los resultados de la simulación PROII, Tabla 8.15, con los del Unisim, Tabla 8.16, observando que se almacenan en las mismas condiciones, temperatura, presión, composición y caudal.

Stream (Summary)	UOM	LPG
Name		LPG
Phase		Liquid
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	124,4297168
Temperature	C	20.19
Pressure	kPa	671
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	3,947786989	0,031727043
I-BUTANE	33,82176969	0,271814246
N-BUTANE	34,72622413	0,279083044
1BUTENE	21,7844803	0,175074579
IPENTANE	17,68225865	0,142106396
PENTANE	12,46267149	0,100158321
HEXANE	0,004503185	3,61906E-05
HEPTANE	2,22403E-05	1,78738E-07
N2	0	0
OCTANE	5,91992E-08	4,75764E-10
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.15 Resultado corriente LPG PROII.

Material Stream: LPG		Full Package	Base-1
		Priority Package	Perfobase
CONDITIONS			
		Overall	
Vapour / Phase Fraction		0.0000	
Temperature: (C)		20.25	
Pressure: (kPa)		753.9	
Molar Flow (kgmole/h)		124.4	
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	
Propane	3.9514	0.0318	
i-Butane	33.8041	0.2717	
n-Butane	34.6966	0.2789	
i-Butene	21.8231	0.1754	
i-Pentane	17.7582	0.1427	
n-Pentane	12.3774	0.0995	
n-Hexane	0.0054	0.0000	
n-Heptane	0.0000	0.0000	
n-Octane	0.0000	0.0000	
Nitrogen	0.0000	0.0000	
H2O	0.0000	0.0000	
Total	124.4163	1.0000	

Tabla 8.16 Resultado corriente LPG Unisim.

NAFTESTAB:

Esta corriente alimenta al Tanque 140, en el que se almacena la nafta estabilizada, procedente del producto de fondo de la columna.

Se comparan los resultados de PRO II, Tabla 8.17, con los de Unisim, Tabla 8.18, y se observa que se obtienen distintas temperaturas y flujos molares.

Tras buscar el motivo, se observa que existe un error en la simulación del Unisim, ya que se obtiene un caudal determinado, 39.63 Kgmol/h, de producto de fondo de la columna, nafta estabilizada, este se tiene que enfriar a través de un intercambiador, antes de ser almacenado, en el que se produce el problema, ya que en vez de salir la misma cantidad de producto que entra, sale una cantidad menor, 31.47 Kgmol/h, lo cual no puede ser, respondiendo esto a la diferencia de temperatura y de flujo molar que existe entre las dos simulaciones.

En el Unisim, al salir del intercambiador de calor un menor caudal del que entra, tiene que enfriar una menor cantidad de producto, por lo que su diferencia de temperatura es mayor, es decir, enfría más, a diferencia de la simulación en PROII que sale el mismo caudal que entra, por lo que tiene que enfriar mayor cantidad de producto, siendo así la diferencia de temperatura menor, se enfría menos.

Stream (Summary)	UOM	NAFTESTAB
Name		NAFTESTAB
Phase		Liquid
Thermodynamic System		PR01
Total Molar Rate	kg-mol / hr	39,2488816
Temperature	C	27,39
Pressure	kPa	284,2
Total Molar Component Rates	Molar Flow kg-mol / hr	Mole Fraction
PROPANE	2,25948E-06	5,7568E-08
I-BUTANE	0,00506538	0,000129058
N-BUTANE	0,018806172	0,000479152
1BUTENE	0,001271752	3,24022E-05
IPENTANE	5,04303934	0,12848874
PENTANE	13,93876547	0,355137902
HEXANE	7,126093836	0,181561704
HEPTANE	7,247379888	0,184651883
N2	0	0
OCTANE	5,868457502	0,149519101
AIR	0	0
H2O	0	0

Tabla 8.17 Resultados PROII corriente NAFESTAB.

Material Stream: NAFTESTAB		Full Package	Base-1
		Property Package	Regression
CONDITIONS			
		Overall	
Vapour / Phase Fraction		0.0000	
Temperature: (C)		20.68	
Pressure: (kPa)		337.4	
Molar Flow (kgmole/h)		31.47	
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	
Propane	0.0000	0.0000	
i-Butane	0.0037	0.0001	
n-Butane	0.0210	0.0007	
i-Butene	0.0007	0.0000	
i-Pentane	4.0149	0.1276	
n-Pentane	11.2800	0.3584	
n-Hexane	5.6919	0.1808	
n-Heptane	5.7842	0.1838	
n-Octane	4.6783	0.1486	
Nitrogen	0.0000	0.0000	
H2O	0.0000	0.0000	
Total	31.4748	1.0000	

Tabla 8.18 Resultados Unisim corriente NAFESTAB.

9. CONCLUSIONES:

1- No se recomienda la conversión de una simulación dinámica de Unisim a PROII, debido a que la herramienta no convierte de forma correcta los equipos.

En mi opinión, es debido a que el simulador no se encuentra bien depurado, ya que no se plantea el caso de esta conversión, en la que los equipos de la planta desbutanizadora se diseñan para que trabajen en estado dinámico, pero en el PROII sólo lo van a hacer en estático, por lo que al convertirse y no estar configurado este tipo de conversión en la herramienta, los equipos fallan.

2.- En el caso de estos dos simuladores, Unisim y PROII, que son con los que se ha elaborado el trabajo, no influye el simulador con el que se trabaje, ya que al final, como se ha comprobado a lo largo del apartado ocho, se van a obtener prácticamente los mismos resultados para una misma simulación.

En resumen, en este diseño no influye el simulador con el que se desarrolla la planta deseada por la industria química, al menos en el caso de Unisim y PROII.

9. CONCLUSIONS:

1- The conversion of a dynamic simulation from Unisim to PROII is not recommended, because the tool does not convert the equipment correctly.

In my opinion, it is due to the fact that the simulator is not well debugged, as the case of this conversion is not considered, in which the equipments of the stabilized naphtha plant are designed to work in a dynamic state, but in the PROII they will only do it in static, thus the equipments fail in this type of conversion because it is not configured in the tool.

2.- In the case of these two simulators, Unisim and PROII, which are the ones with which the work has been developed, the simulator with which it is worked does not affect, as finally as it has been verified throughout the section eight, you will obtain practically the same results for the same simulation.

To sum up, this design does not affect the simulator with which the desired plant by chemical industry is developed, at least in the case of Unisim and PROII.

10.- BIBLIOGRAFÍA:

1. *Advanced Solution*. (2015). Recuperado de <https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/notes/solution-note-easy-migration-from-aspen-hysys-to-unisim-design.pdf>
2. Carrasco, N. (2018). *Historia de la Simulación de Procesos*. Lima, Perú: AC-TRAIN S.A.C. Recuperado de <https://ac-train.com/historia-de-la-simulacion-de-procesos/>
3. *Cátedra de Procesos Industriales*. Recuperado de [http://www.modeladoeningenieria.edu.ar/images/procesos2/material de apoyo/DESTILACIONDELCRUDO.pdf](http://www.modeladoeningenieria.edu.ar/images/procesos2/material_de_apoyo/DESTILACIONDELCRUDO.pdf)
4. Llabrés Campaner, P. (2016). *¿Qué es la Gasolina?* Recuperado de <https://hueleaquimica.wordpress.com/2016/10/25/que-es-la-gasolina/>
5. Meroi Bianconi, L.(2015). *DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA QUÍMICA EN CONTINUO MEDIANTE INTERPRETACIÓN DE ROLES*. (Trabajo Fin de Grado). Universidad de La Laguna. Tenerife.
6. Nevado, A., Oñate, L., Sanz, J., Alcade, R., & Slaven, K. (2008). *Advances in Electrical and Computer Engineering* (1st ed).. Recuperado de https://www.adexcop.com/archivos/aece_2008_1_2_1_1391079859.pdf
7. Parodi, I., & Torres, D. (2014). *Simulación de Procesos en UniSim Design* (pp. 1-8). Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/343894223/UniSim-Design>
8. Patrascioiu, C., & Jamali, M. (2018). *Crude Distillation Process Simulation Using Unisim Design Simulator* (7th ed.). World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Chemical and Molecular Engineering. Recuperado de <https://waset.org/publications/10009315/crude-distillation-process-simulation-using-unisim-design-simulator>

9. SimSci by Schneider Electric (2016). *PRO/II 10.0 Getting Started Guide*. (2016). [PDF]. Rancho Parkway South Lake Forest, CA 92630 U.S.A.
10. SimSci by Schneider Electric (2016). *PRO/II 10.0 Reference Manual*. (2016). [PDF]. Rancho Parkway South Lake Forest, CA 92630 U.S.A.
11. SimSci by Schneider Electric (2016). *PRO/II 10.0 User Guide*. (2016). [PDF]. Rancho Parkway South Lake Forest, CA 92630 U.S.A.
12. SimSci by Schneider Electric (2016). *SIM4ME Reports 1.0 User Guide*. (2016). [PDF]. Rancho Parkway South Lake Forest, CA 92630 U.S.A.
13. *Unisim (Honeywell) software*. (pp. 1, 22-25). Recuperado de https://booksite.elsevier.com/9780750685245/appendices/Appendix_K.pdf