

## Actividad de autoevaluación final

Con el propósito de apropiar los conceptos estudiados en la unidad, lo invitamos a desarrollar la siguiente actividad:

Siga los pasos y responda las preguntas que corresponden a cada ejercicio.

Se desea simular un proceso de recuperación de gas natural líquido (NGL) a partir de gas natural. Esta planta consistirá de tres columnas:

- Columna De-metanizadora
- Columna De-etanizadora
- Columna De-propanizadora

### Desarrollo

1. Inicialmente deberá iniciar un nuevo caso, seleccionar el paquete termodinámico y los componentes de las corrientes:

- Paquete termodinámico: Peng Robinson
- Componentes:  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $C_1$ - $C_8$

Las condiciones de operación de las corrientes y la composición de la misma se encuentran en la siguiente figura:



**Tabla 1. Condiciones y composiciones de la corriente mezcla.**

| Nombre           | Mezcla         |
|------------------|----------------|
| Temperatura      | -140°F         |
| Presión          | 2,275 kPa      |
| Flujo            | 1,620 kgmol/h  |
| Componente       | Fracción molar |
| N <sub>2</sub>   | 0.0025         |
| CO <sub>2</sub>  | 0.0048         |
| C <sub>1</sub>   | 0.7041         |
| C <sub>2</sub>   | 0.1921         |
| C <sub>3</sub>   | 0.0706         |
| i-C <sub>4</sub> | 0.0112         |
| n-C <sub>4</sub> | 0.0085         |
| i-C <sub>5</sub> | 0.0036         |
| n-C <sub>5</sub> | 0.0020         |
| C <sub>6</sub>   | 0.0003         |
| C <sub>7</sub>   | 0.0002         |
| C <sub>8</sub>   | 0.0001         |

2. Crear una segunda corriente con las siguientes características:

**Tabla 2. Condiciones y composiciones de la corriente Mezcla 2.**

| Nombre      | Mezcla 2  |
|-------------|-----------|
| Temperatura | -120°F    |
| Presión     | 2,290 kPa |



|                  |                |
|------------------|----------------|
| Flujo            | 215 kgmol/h    |
| Componente       | Fracción molar |
| N <sub>2</sub>   | 0.0057         |
| CO <sub>2</sub>  | 0.0029         |
| C <sub>1</sub>   | 0.7227         |
| C <sub>2</sub>   | 0.1176         |
| C <sub>3</sub>   | 0.0750         |
| i-C <sub>4</sub> | 0.0204         |
| n-C <sub>4</sub> | 0.0197         |
| i-C <sub>5</sub> | 0.0147         |
| n-C <sub>5</sub> | 0.0102         |
| C <sub>6</sub>   | 0.0037         |
| C <sub>7</sub>   | 0.0047         |
| C <sub>8</sub>   | 0.0027         |

3. Adicionalmente deberá crear una corriente de energía con las siguientes especificaciones:

**Tabla 3. Corriente de energía.**

|                  |                |
|------------------|----------------|
| Nombre           | Duty           |
| Flujo de energía | 2,100,000 kJ/h |

4. Posteriormente deberá adicionar las unidades de operación. La columna de metanizadora se modelará con una columna de absorción. La corriente Mezcla



entrará por la etapa de la cima y se tendrán dos corrientes de entrada adicionales: Mezcla 2 y Duty. La columna contará con 10 etapas.

La presión en la etapa de la cima y en el rehervidor será 330 psia y 335 psia respectivamente. Asimismo, la temperatura en la etapa de la cima será de -125°F y en el rehervidor será de 80°F. En este caso no se suministrará información acerca del **Boil-up ratio**.

En la pestaña **Design** opción **Monitor**, asegúrese de especificar el valor del flujo de salida en la cima de la torre en 1338 kmol/h. Finalmente dar clic en el botón **Run** para ejecutar la simulación.

**Pregunta 1:** *¿Cuál es la fracción de metano en la corriente Cima?*

5. Ingrese otra especificación en la pestaña **Design** opción **Specs**. Al dar clic en el botón **Add**, se abrirá una ventana con los tipos de especificaciones en la columna; seleccione la opción **Column Component Fraction** e ingrese la siguiente información:

**Tabla 4. Parámetros de especificación.**

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Etapas             | 1              |
| Base del flujo     | Fracción molar |
| Fase               | Vapor          |
| Valor especificado | 0.96           |
| Componente         | Metano         |



Cierre la ventana cuando haya ingresado la información anterior. En la opción Monitor, se podrá dar cuenta que a pesar de haber adicionado una especificación, los grados de libertad del sistema continúan en 0. Esto ocurre debido a que la especificación fue adicionada como una estimación y no como una especificación activa. En la misma opción desactive la especificación Ovhd Prod Rate y active la especificación Comp Fraction.

**Pregunta 2:** ¿Cuál es el flujo de la corriente Cima?

6. El producto proveniente del fondo de la torre es enviado hacia la torre De-etanizadora por medio de una bomba. Esta bomba tendrá la siguiente información:

**Tabla 5. Corrientes asociadas a la columna De-etanizadora.**

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| Corriente de entrada | Fondos          |
| Corriente de salida  | Alimentación DE |
| Corriente de energía | Q Bomba         |
| Presión de descarga  | 2,790 kPa       |

La columna De-etanizadora se modelará como una columna de destilación, con 16 etapas, 14 platos, condensador y rehervidor. La corriente de alimentación ingresará a la columna por la etapa 6.

Esta columna operará a una presión de 2,760 kPa y su función será producir una corriente de fondos con una relación etano/propano de 0.01.



La presión en el condensador será de 2,725 kPa y la caída de presión a través de él será de 35 kPa. Asimismo, la presión en el rehervidor será de 2,792 kPa.

La temperatura estimada en el condensador y rehervidor será de 25°F y 200°F respectivamente.

Las especificaciones de la columna son: flujo de vapor en la cima en 320 kmol/h, flujo de destilado en 0 kmol/h y relación de reflujo en 2.5 base molar.

Al ejecutar la simulación con esta información responda la siguiente pregunta:

¿Cuál es el flujo de etano y propano en la corriente del fondo de la columna? ¿Cuál es la relación etano/propano?

7. Ahora ingrese la especificación Column Component Ratio con la siguiente información:

**Tabla 6. Parámetros de la especificación.**

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Nombre             | C2/C3          |
| Etapas             | Rehervidor     |
| Base del flujo     | Fracción molar |
| Fase               | Líquida        |
| Valor especificado | 0.01           |
| Numerador          | Etano          |
| Denominador        | Propano        |



Desactive la especificación Ovhd Vap Rate y en su lugar active la especificación creada.

¿Cuál es el flujo de la corriente de la cima de la columna?

8. Entre la columna De-etanizado y De-propanizadora es necesario instalar una válvula para reducir la presión a la entrada de la última columna. La presión de entrada a la columna será de 1,690 kPa.

La columna De-propanizadora se simulará como una columna de destilación de 25 etapas, 24 platos más el rehervidor (no incluido el condensador). La columna opera a 1,620 kPa.

El objetivo de esta columna es producir una corriente de destilado que contenga no más de 1.5 porcentaje molar de i-butano y n-butano. Además la concentración de propano en la corriente de los fondos debe ser menor al 2% porcentaje molar. Posteriormente ejecute la simulación.

¿Cuál es la fracción molar de propano tanto en la corriente de destilado como de fondos?

9. Ahora ingrese dos especificaciones Component Fraction con la siguiente información:



**Tabla 7. Parámetros de las especificaciones.**

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Nombre             | i-C4 y n-C4    |
| Etapas             | Condensador    |
| Base del flujo     | Fracción molar |
| Fase               | Líquida        |
| Valor especificado | 0.015          |
| Componentes        | i-C4 y n-C4    |

  

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Nombre             | C3             |
| Etapas             | Rehervidor     |
| Base del flujo     | Fracción molar |
| Fase               | Líquida        |
| Valor especificado | 0.02           |
| Componentes        | C3             |

En la opción Monitor/Design, desactive las especificaciones Distillate Rate y Reflux Ratio y active las dos especificaciones creadas anteriormente.

10. En un documento de Word, guarde una imagen de la simulación requerida y las respuestas a las preguntas asignadas. Este documento debe tener el enunciado de cada ejercicio seguido de la solución.

Continúe para comparar su resultado con las respuestas correctas.



| Componentes | Fracción molar |
|-------------|----------------|
| Metano      | 0.330          |
| Etano       | 0.143          |
| Propano     | 0.101          |
| i-Butano    | 0.098          |
| n-Butano    | 0.080          |
| i-Pentano   | 0.069          |
| n-Pentano   | 0.059          |
| n-Hexano    | 0.780          |
| C7*         | 0.042          |

1. Con el fin de hacer el análisis, usted deberá crear un **Spreadsheet** en el cual se importen las propiedades que crea necesarias para dicho fin, y se hagan los cálculos pertinentes. Debe considerar que el costo económico por unidad de potencia es de \$100/hp.
2. Finalmente deberá crear un gráfico donde se muestren los costos energéticos y económicos que tiene llevar la presión del gas a cada uno de los siguientes intervalos: 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 y 90 psia. Guarde el archivo ejecutable de la simulación.



