



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**VALIDACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO DE
LOS EQUIPOS DE SEPARACIÓN DE LAS
DIFERENTES ESTACIONES EN EL DISTRITO
CASANARE DE PERENCO COLOMBIA LIMITED**

**Autor(es)
Danna María Palacio Velásquez**

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería
Química
Medellín, Colombia
2020**



**VALIDACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE
SEPARACIÓN DE LAS DIFERENTES ESTACIONES EN EL DISTRITO
CASANARE DE PERENCO COLOMBIA LIMITED**

Danna María Palacio Velásquez

**Informe de práctica como requisito para optar al título de:
Ingeniera Química**

Asesores(a)

**Douglas Ramón Rodríguez Ordoñez – Ingeniero Químico
Germán Alfonso Hernández Cortes – Ingeniero Mecánico**

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química
Medellín, Colombia
2020.**

RESUMEN

El objetivo del proyecto fue validar el dimensionamiento de varios equipos de separación que tiene Perenco Colombia Limited en el distrito del Casanare, como: Separadores trifásicos, Skimming Tank y Gun Barrel. Se utilizaron como métodos el principio de fuerza de gravedad y la simulación del proceso usando Aspen Hysys. Inicialmente se estudió la producción mensual de crudo de Perenco en diferentes estaciones, encontrando una producción que estuvo entre 11000 – 12000 BPD aproximadamente. Al mismo tiempo se analizó el sistema de separación que está actualmente implementado para la obtención de crudo, agua y gas. Posteriormente, se calcularon dimensiones para los separadores trifásicos, Skimming Tank y Gun Barrel con el método de fuerza de gravedad obteniéndose diámetros, longitudes y alturas menores a las reales de los equipos. Con el software Aspen Hysys se obtuvieron resultados similares para todas las estaciones, aunque se utilizaran condiciones de operación diferentes. Además, se obtuvo una calidad de agua aceptable, para los skimming tank para levantamiento de pozos de extracción, con menos de 100 ppm de crudo en agua. Finalmente, como sugerencia del estudio realizado se recomienda modificar el sistema de separación de la estación La Cuerva, debido a que presenta un déficit en la capacidad de los equipos de separación, requiriendo la inclusión de volúmenes de separación adicionales, para obtener una calidad de crudo óptima.

INTRODUCCIÓN

Perenco Colombia Limited es una compañía de producción de crudo con origen Anglo-francés, cuenta con estaciones de producción de crudo y gas en el departamento del Casanare.

El proceso de producción consiste inicialmente en extraer los fluidos desde el yacimiento hasta las estaciones de recolección en superficie. Los sistemas de recolección separan la mezcla de hidrocarburos, gas, agua, partículas de arena y contaminantes, obteniendo el crudo de interés y el gas asociado a este, para este fin se cuenta con diferentes equipos de separación, como por ejemplo: Separadores bifásicos-trifásicos, Gun barrel y Skim tank.

Estos equipos presentan un dimensionamiento basado en principios como el cambio en la cantidad de movimiento, la fuerza de gravedad y la coalescencia, un correcto dimensionamiento genera un mayor porcentaje de separación de crudo del fluido de producción.

En este trabajo, se busca evaluar la eficiencia de separación de los equipos existentes en las facilidades, para así, conocer si la calidad de separación es la adecuada para el crudo, el agua y el gas antes de pasar al siguiente proceso. Esta verificación se realizará teniendo presente el principio de la fuerza de gravedad con el cálculo teórico del tamaño de gota en los diferentes equipos. Además, se usará la simulación del proceso usando el software computacional Aspen Hysys.

Luego se comparan los 2 métodos mencionados, para hallar un margen de diferencia, respecto a la confiabilidad de los mismos.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar las dimensiones de los diferentes equipos de separación como los separadores bifásicos-trifásicos, Gun barrel y Skim tank, respecto a los requeridos por los flujos actuales y condiciones de los fluidos de las instalaciones de Perenco Colombia Limited en el Casanare.

Objetivos Específicos

- Evaluar de forma teórica los separadores mencionados utilizando el principio de fuerza de gravedad que afecta la velocidad de separación, respecto al tamaño de gota de los fluidos.
- Realizar un análisis comparativo entre el método basado en el principio de fuerza de gravedad Vs. Aspen Hysys utilizados en la verificación del dimensionamiento de equipos.
- Determinar la calidad de separación del fluido que sale del Skim Tank a los filtros de aguas asociadas.

MARCO TEÓRICO

• Separadores

Recipientes metálicos que se utilizan en los procesos de producción, procesamiento y tratamiento de los hidrocarburos para disgregar la mezcla en sus componentes básicos, crudo y gas. Adicionalmente, permiten aislar los hidrocarburos de otros componentes indeseables como la arena y el agua[1].

• Tipos de Separadores

- ✓ **Separadores bifásicos:** Son recipientes capaces de separar el gas y líquido inmiscible. Se emplean para dejar lo más libre posible el gas del petróleo y viceversa a presiones y temperaturas definidas[2].
- ✓ **Separadores trifásicos:** Son recipientes capaces de separar el gas y las dos fases de líquidos inmiscibles. Por lo general se requieren de gran capacidad porque se diseñan para garantizar que ambas fases (petróleo, aguas) salgan completamente libres una de la otra (agua sin crudo y crudo sin agua). Estos separadores se emplean para separar el agua que pueda estar presente en el crudo, con lo cual se reduce la carga en el equipo de tratamiento del petróleo y se aumenta la capacidad de transporte en las tuberías. También ayuda a mejorar la precisión de las mediciones de flujo[2].
- ✓ **Gun Barrel o Tanque de lavado:** Es un tanque de asentamiento por gravedad, es un sistema económico usado en la deshidratación de crudo pesado (hasta 22 API) donde se provee suficiente tiempo de retención[3].
- ✓ **Oil Skimmers:** Son equipos que recogen y eliminan aceites sobrenadantes en el agua, su principio básico de funcionamiento es el peso específico de las sustancias a separar[4].
- ✓ **Skim Tank:** Son tanques diseñados para proporcionar un alto tiempo de retención, durante el cual, puede ocurrir la coalescencia y la separación

gravitacional. Se considera el equipo más simple en el tratamiento primario[5].

- **Principios de Separación**

Los tres principios que se utilizan para lograr la separación física de gases y líquidos o sólidos son el cambio en la cantidad de movimiento, la fuerza de gravedad y la coalescencia.

Cualquier separador puede emplear uno o más de estos principios, las fases fluidas deben ser "inmiscibles" y tener densidades diferentes para que ocurra la separación[6].

- ✓ **Cambios en la cantidad de movimientos:** Los fluidos con diferentes densidades tienen diferentes "*momentum*". Si una corriente de dos fases se cambia bruscamente de dirección, el fuerte *momentum* o la gran velocidad adquirida por las fases, no permiten que las partículas de la fase pesada se muevan tan rápidamente como las de la fase liviana, este fenómeno provoca la separación[1].
- ✓ **Fuerza de Gravedad:** Las gotas de líquido se separan de la fase gaseosa, cuando la fuerza gravitacional que actúa sobre las gotas de líquido es mayor que la fuerza de arrastre del fluido de gas sobre la gota[1].
Estas fuerzas se pueden describir matemáticamente utilizando la velocidad de asentamiento libre o terminal[6].

$$V_t = \sqrt{\frac{4gD_p(\rho_L - \rho_G)}{3\rho_G C'}} \quad \text{Ecuación 1}$$

- ❖ **Condiciones limitantes**

Al igual que con otros fenómenos de flujo de fluidos, el coeficiente de arrastre alcanza un valor límite para números altos de Reynolds.

Ley de Newton: Para partículas relativamente grandes (aproximadamente 1000 micrones o más), el asentamiento de la gravedad se describe por la ley de Newton. La ecuación se expresa como[6]:

$$V_t = 1.74 \sqrt{\frac{gD_p(\rho_L - \rho_G)}{\rho_G}} \quad \text{Ecuación 2}$$

Ley de Stokes: A bajos números de Reynolds (menos de 2), existe una relación lineal entre el coeficiente de arrastre y el número de Reynolds (correspondiente al flujo laminar). En este caso, la ley de Stokes se puede expresar como[6]:

$$V_t = \frac{1,488gD_p^2(\rho_L - \rho_G)}{18\mu} \quad \text{Ecuación 3}$$

- ✓ **Coalescencia:** Las gotas muy pequeñas no pueden ser separadas por gravedad. Estas gotas se unen por medio del fenómeno de coalescencia, para formar gotas mayores, las cuales se acercan lo suficientemente como para superar las tensiones superficiales individuales y poder de esta forma separarse por gravedad. Este fenómeno se promueve con la adición de agentes coalescedores (floculantes o coagulantes), los cuales atraen las gotas para formar coágulos de mayor tamaño[1].

- **Dimensionamiento de Separadores[6].**

Se necesita conocer la presión, la temperatura, los caudales y las propiedades físicas de las corrientes, así como el grado de separación requerido. También es prudente definir si todas estas condiciones ocurren al mismo tiempo o si solo existen ciertas combinaciones que pueden presentarse en un momento particular.

Si se conoce, también se debe indicar el tipo y la cantidad de líquido, si puede generarse niebla, líquido libre o material particulado.

- ✓ **Diseño de separador Gas-Líquido**

El diseño de separadores Gas-líquido se puede dividir en dos casos de operación.

1. Para separadores sin eliminadores de niebla están diseñados para el asentamiento por gravedad utilizando la ecuación 1.
2. Para separadores con eliminación de gotas de 150 micras de diámetro, las dos ecuaciones de diseño más comunes son la ecuación de velocidad crítica:

$$V_t = K \sqrt{\frac{(\rho_L - \rho_G)}{\rho_G}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Y la correlación desarrollada por Souders y Brown para relacionar el diámetro del recipiente con la velocidad de los vapores ascendentes que no retendrán una gran proporción de líquido para causar un arrastre excesivo:

$$G_m = C \sqrt{\rho_G (\rho_L - \rho_G)} \quad \text{Ecuación 5}$$

- ✓ **Diseño de separador Líquido-líquido**

La separación líquido-líquido se puede dividir en dos categorías amplias de operación.

1. Se define como "separación por gravedad", aquella operación donde las dos fases líquidas inmiscibles se separan dentro del recipiente por las diferencias en su densidad. Para tal fin, se debe proporcionar un tiempo de retención suficiente en el separador que permita la separación por gravedad.
2. La segunda categoría se define como "separación coalescente". En esta operación pequeñas partículas de una fase líquida deben separarse o eliminarse de una gran cantidad de otra fase líquida. Se deben

proporcionar diferentes tipos de construcción interna de separadores para cada tipo de separación líquido-líquido.

La capacidad de separación líquido-líquido de los separadores puede determinarse a partir de las ecuaciones 6 y 7 que se derivaron de la ecuación 3. Los valores de C^* se encuentran en la tabla 1.

***Recipiente Vertical**

$$W_{CL} = C^* \left(\frac{S_{HL} - S_{LL}}{\mu} \right) (0.785) D_V^2 \quad \text{Ecuación 6}$$

***Recipiente Horizontal**

$$W_{CL} = C^* \left(\frac{S_{HL} - S_{LL}}{\mu} \right) L_L H_L \quad \text{Ecuación 7}$$

Tabla 1. Valores de C^* utilizados en las ecuaciones 6 y 7.

TIPO DE EMULSIÓN	DIÁMETRO DE GOTA (MICRAS)	CONSTANTE C^*
Líquidos Libres	200	1100
Emulsión Suelta	150	619
Emulsión Moderada	100	275
Emulsión Apretada	60	99

• **Aspen HYSYS**

Es un simulador de procesos químicos que se utiliza para modelar matemáticamente procesos químicos, desde operaciones unitarias hasta plantas químicas completas. HYSYS puede realizar cálculos básicos de ingeniería química a nivel termodinámico, incluidos los relacionados con el balance de masa, el balance de energía, el equilibrio de vapor-líquido, la transferencia de calor, la transferencia de masa, la cinética química, el fraccionamiento y la caída de presión[7][8].

HYSYS para el dimensionamiento de los equipos tiene presente los siguientes parámetros:

✓ **Geometría del recipiente**

HYSYS puede especificar la orientación, la forma y el volumen del recipiente, los cuales pueden ser:

- Forma: Cilindro Plano, esférico, elipsoidal y hemisférico.
- Orientación: Horizontal y Vertical
- Volumen: Se puede especificar el volumen total del recipiente o con la relación de altura a diámetro, que se establece por defecto como relación 3:2.

✓ **Modelo de base para Arrastre**

Hysys permite especificar el arrastre en los flujos de productos con base en la fracción o flujo, los cuales pueden ser Moles, Masa, Volumen de líquido o Volumen Real.

Por otra parte, puede reportar seis tipos de flujo de arrastre:

- Líquido ligero en gas
- Líquido pesado en gas
- Gas en líquido ligero
- Líquido pesado en líquido ligero.
- Gas en líquido pesado
- Líquido ligero en líquido pesado

✓ **Detalles del modelo**

HYSYS determina la composición y la cantidad de cada fase en la retención del recipiente especificando diferentes modos de inicialización como:

* **Inicializar desde los productos**

La composición de la retención se calcula a partir de un promedio ponderado de todos los productos que salen de la retención.

* **Arranque en seco**

La composición de la retención se calcula a partir de un promedio ponderado de todas las fuentes que ingresan en la retención.

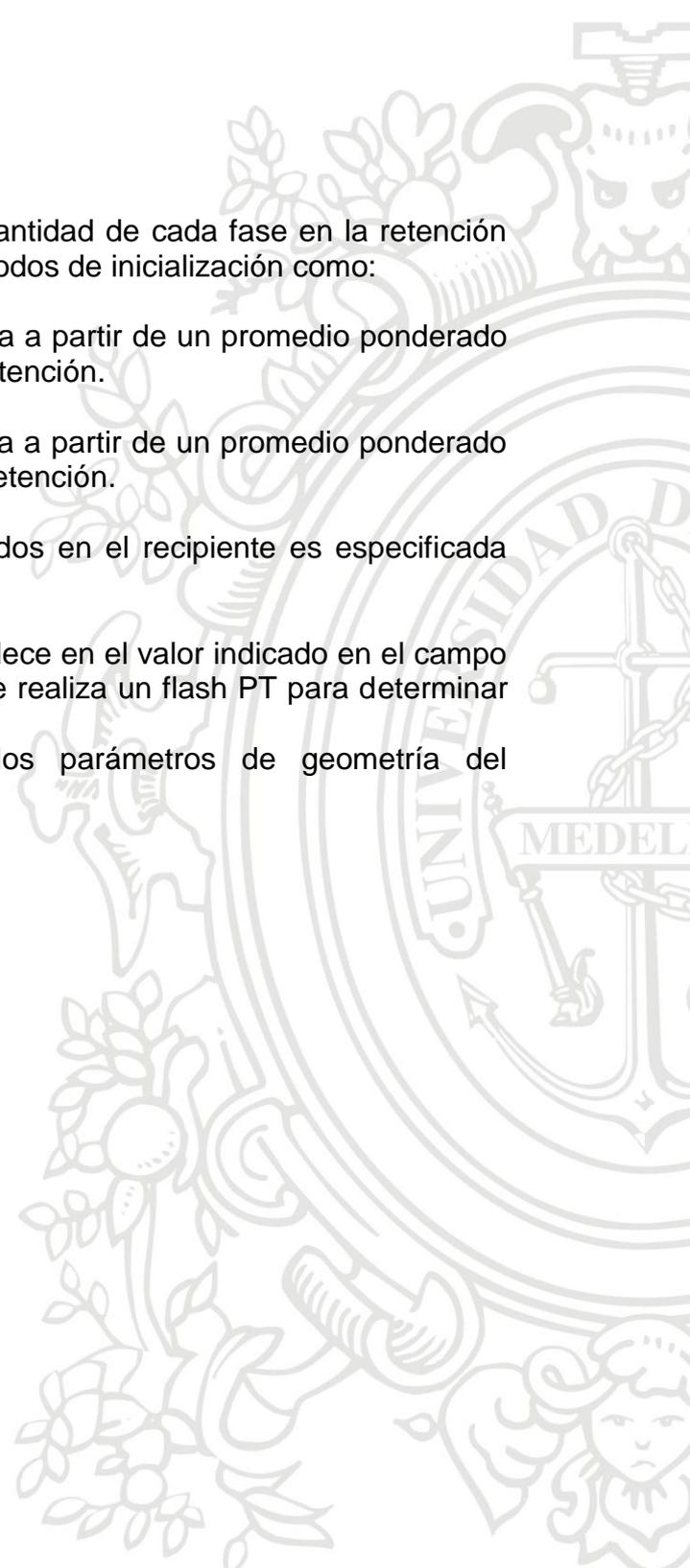
* **Inicializar desde el usuario**

La composición de la retención de líquidos en el recipiente es especificada por el usuario.

Por otro lado, el nivel de líquido se establece en el valor indicado en el campo de porcentaje de volumen de líquido y se realiza un flash PT para determinar otras condiciones de retención.

Además, HYSYS puede especificar los parámetros de geometría del recipiente:

- Volumen del recipiente
- Diámetro del recipiente
- Altura del recipiente (longitud)
- Porcentaje de volumen de líquido
- Nivel de líquido



METODOLOGÍA

1. Estudio del Proceso de Producción

Se estudió la productividad que tiene actualmente Perenco Colombia Limited en producción de crudo y gas, utilizando el registro de producción mensual en todo el departamento del Casanare.

2. Estudio del Proceso de Separación

Se analizó la capacidad que tiene los separadores actualmente en las estaciones de recolección para la separación de crudo, gas y agua, utilizando el registro mensual de recolección de crudo que se obtiene de los diferentes separadores.

3. Verificación del dimensionamiento de los equipos de separación según el principio de fuerza de gravedad

Se validó la información que se tiene en todas las estaciones de Perenco en el Casanare sobre el dimensionamiento de los diferentes equipos de separación como separadores bifásicos-trifásicos, Gun Barrel y Skim Tank utilizando el método teórico de fuerza de gravedad que afecta la velocidad de separación, respecto al tamaño de gota de los fluidos.

4. Cálculo del dimensionamiento de equipos de separación según Aspen HYSYS

En esta etapa se utilizó la herramienta de Aspen HYSYS para realizar estimaciones sobre el dimensionamiento de equipos de separación en los procesos de obtención de crudo y gas.

Se realizó el cálculo del dimensionamiento de los diferentes equipos de separación como separadores bifásicos-trifásicos, Gun Barrel y Skim Tank mediante Aspen Hysys.

5. Análisis de resultados

Se analizaron los resultados obtenidos por el método de fuerza gravitacional y Aspen HYSYS, para determinar por medio de una comparación del margen de diferencia.

Finalmente, se realizó una evaluación general de los resultados para generar recomendaciones para el aumento de la producción actual de crudo y gas en las estaciones de Perenco Colombia Limited en el departamento del Casanare.

MEMORIAS DE CÁLCULO

1. Capacidades Instaladas y Requeridas [9].

Inicialmente para obtener estas capacidades en los diferentes equipos de separación, se aplicó la siguiente base de cálculo.

Primero, se determinó la capacidad de volumen para los diferentes separadores con la ecuación 8.

$$\text{Capacidad Vol. (BLS)} = \text{Unidad Vol. (BLS)} \times \text{Cant. Equipos} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde,

Unidad Vol. = 58 BLS, 109 BLS, 157 BLS, 240 BLS, 750 BLS.

Luego, se calculó la capacidad de flujo con la ecuación 9.

$$\text{Capacidad Flujo (BPD)} = \frac{\frac{1440 \text{ min}}{\text{Día}} \times \text{Capacidad Vol. (BLS)} \times \text{Vol. utilizado (\%)}}{\text{Tiempo de retención (min)}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde,

el vol. utilizado y el tiempo de retención se observan en la tabla 2 para los diferentes equipos de separación.

Tabla 2. Datos de vol. Utilizados y tiempos de retención en los diferentes equipos de separación.

EQUIPO DE SEPARACIÓN	VOL. UTILIZADOS (%)	TIEMPO DE RETENCIÓN (min)
Separadores Trifasicos	66	5 - 6.5
Gun Barrels	80 - 90 - 95	50 - 60
Oil Skimmers	80	--
Skimming Tanks	95	25

Así, la capacidad instalada en los equipos de separación es igual a la capacidad de flujo.

Por otro parte, la capacidad requerida por el fluido de producción se determinó sumando la cantidad de fluido que ingresa en los equipos de separación.

- Separadores Trifásicos = Gas, Crudo, y Agua.
- Gun Barrel = Crudo
- Skimming Tank = Agua

2. Dimensionamiento Separadores Trifásicos Horizontales[10].

Para la validación del dimensionamiento de este tipo de separador, los cálculos se dividen en dos partes:

- Capacidad de gas

Inicialmente, se calculó el coeficiente de arrastre (C_D) utilizando el siguiente procedimiento:

- a) Asumir un valor de C_D .
- b) Calcular la velocidad terminal (V_t) con la ecuación 10.

$$V_t = 0.0119 \left(\left(\frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_g} \right) \frac{d_m}{C_D} \right)^{0.5} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde,

ρ_l = Densidad del Líquido (lb/ft³)

ρ_g = Densidad del gas (lb/ft³)

d_m = Diámetro de la gota (μm) = 150 μm

c) Conociendo V_t , se calcula con la ecuación 11 el número de Reynolds (Re).

$$Re = 0.0049 \left(\frac{d_m \rho_g V_t}{\mu_g} \right) \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde,

μ_g = Viscosidad del gas (cP)

d) Luego calcular nuevamente C_D con la ecuación 12, si dicho valor es igual al asumido en el numeral a), continuar con el siguiente cálculo, sino repetir la iteración hasta que los dos valores sean iguales.

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{Re^{0.5}} + 0.34 \quad \text{Ecuación 12}$$

Ya obtenido C_D , se calculó la longitud efectiva del separador (L_{eff}) para la fase vapor utilizando la ecuación 13, para verificar si es menor a la longitud real del separador.

$$L_{eff} = \frac{420 \left(\frac{ZT}{P} \right) Q_g \left(\left(\frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g} \right) \frac{C_D}{d_m} \right)^{0.5}}{d} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde,

Z = Factor de compresibilidad a P y T

T = Temperatura de operación (°R)

P = Presión de operación (Psia)

Q_g = Flujo de gas (Mmpced)

d = Diámetro interno del separador (in)

- Capacidad para sedimentación

En este caso, se calculó inicialmente la máxima altura de colchón de aceite (h_o) por medio de la ecuación 14 tratando de mantener un valor aproximado de 10 in, asumiendo un $d_m = 500 \mu\text{m}$.

$$h_o = 0.00128 \left(\frac{tr_o \Delta S G d_m^2}{\mu_o} \right) \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde,

tr_o = Tiempo de retención del aceite (min)

ΔSG = Diferencia de gravedades específicas agua/aceite

μ_o = Viscosidad del aceite (cP)

Después, se calculó el máximo diámetro para el colchón de aceite (d_{max}) de la siguiente manera:

Calcular una relación A_w/A , por medio de la ecuación 15.

$$\frac{A_w}{A} = 0.5 \left(\frac{Q_w tr_w}{Q_o tr_o + Q_w tr_w} \right) \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde,

A_w = Área ocupada por la fase de agua (ft²)

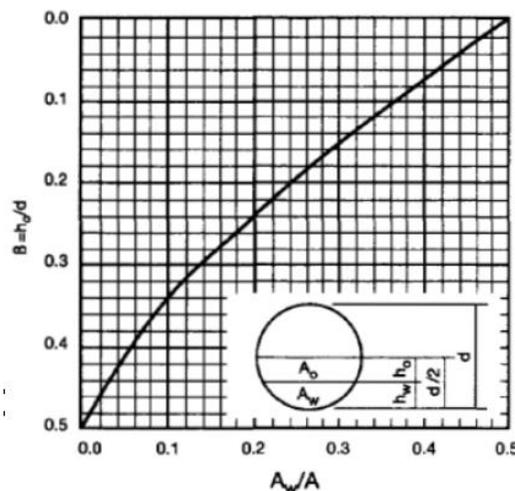
A = Área total del separador (ft²)

Q_w = Flujo de agua (BPD)

Q_o = Flujo de aceite (BPD)

tr_w = Tiempo de retención del agua (min)

Con este valor se entra al gráfico 1 y se lee β (coeficiente para un cilindro lleno a la mitad con líquido).



Gráfica 1. β como

función de A_w/A

Obteniendo β , se reemplaza en la ecuación 16 y se obtiene el (d_{max}).

$$d_{max} = \frac{(h_o)_{max}}{\beta} \quad \text{Ecuación 16}$$

Por último, se calculó la longitud efectiva del separador (L_{eff}) para las fases líquidas utilizando la ecuación 17, para verificar si es menor a la longitud real del separador.

$$L_{eff} = \frac{1.42(Q_w tr_w + Q_o tr_o)}{d_{max}^2} \quad \text{Ecuación 17}$$

3. Dimensionamiento Separadores Skimming Tank y Gun Barrel [10]

El proceso de verificación de las dimensiones en estos equipos es similar, ya que son separadores líquido-líquido, se realizó el siguiente procedimiento.

- Skimming Tank

Inicialmente se identificó la temperatura de operación en la respectiva estación [9]. Luego se determinó el diámetro de la gota de crudo que debe ser removida del agua a esas condiciones por medio de la ecuación 18 y 19.

$$d_{p1\%} = 200\mu_w^{0.25} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde,

$d_{p1\%}$ = Diámetro de las gotas de crudo a ser sedimentadas para alcanzar 1% de crudo (μm).

μ_w = Viscosidad del agua (cP).

$$\frac{d_p}{d_{p1\%}} = W_c^{0.33} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde,

d_p = Diámetro de las gotas de crudo a ser separadas del agua (μm).

W_c = Corte de agua especificado

Después, se calculó el diámetro del equipo necesario para satisfacer los criterios de sedimentación utilizando la ecuación 20.

$$d = 81.8 \left(\frac{F \times Q_w \times \mu_w}{(\Delta SG) \times d_p^2} \right)^{0.5} \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde,

d = Diámetro del recipiente en pulgadas (in)

F = Factor de corto circuito = 1.2 o 1.1

Q_w = Caudal de agua (BPD)

ΔSG = Diferencia de gravedad específica entre el crudo y el agua

Por último, se obtuvo la altura de la sección de coalescencia (h) utilizando la ecuación 21, para verificar si es menor a la altura real del tanque.

$$h = \frac{F \times Q_w \times (t_r)}{0.12 \times d^2} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde,

t_r = Tiempo de retención (min) = 25 min.

- Gun Barrel

Inicialmente se identificó la temperatura de operación en la respectiva estación.

Luego se determinó el diámetro de la gota de agua que debe ser removida del crudo a esas condiciones por medio de la ecuación 22 y 23.

$$d_{p1\%} = 200\mu_o^{0.25} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde,

$d_{p1\%}$ = Diámetro de las gotas de agua a ser sedimentadas para alcanzar 1% de agua (μm).

μ_o = Viscosidad del crudo (cP).

$$\frac{d_p}{d_{p1\%}} = W_c^{0.33} \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde,

d_p = Diámetro de las gotas de agua a ser separadas del crudo (μm).

W_c = Corte de crudo especificado

Después, se calculó el diámetro del equipo necesario para satisfacer los criterios de sedimentación utilizando la ecuación 24.

$$d = 81.8 \left(\frac{F \times Q_o \times \mu_o}{(\Delta SG) \times d_p^2} \right)^{0.5} \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde,

d = Diámetro del recipiente en pulgadas (in)

F = Factor de corto circuito = 1.2 o 1.1

Q_w = Caudal de crudo (BPD)

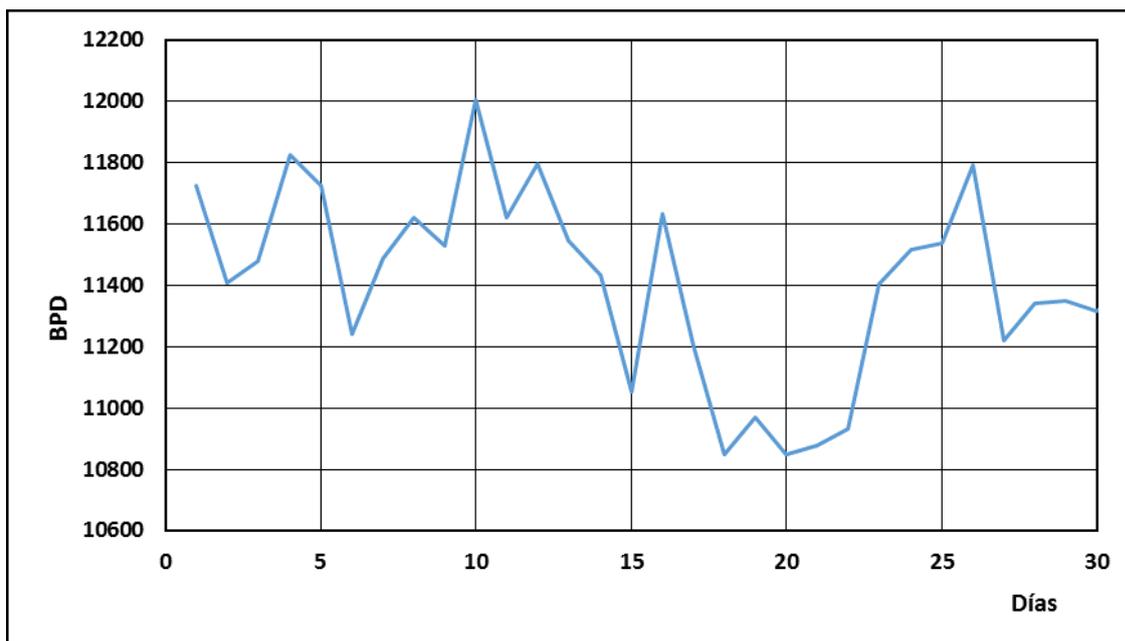
ΔSG = Diferencia de gravedad específica entre el crudo y el agua

Por último, se obtuvo la altura de la sección de coalescencia (h) utilizando la ecuación 25, para verificar si es menor a la altura real del tanque.

$$h = \frac{F \times Q_o \times (t_r)}{0.12 \times d^2} \quad \text{Ecuación 25}$$

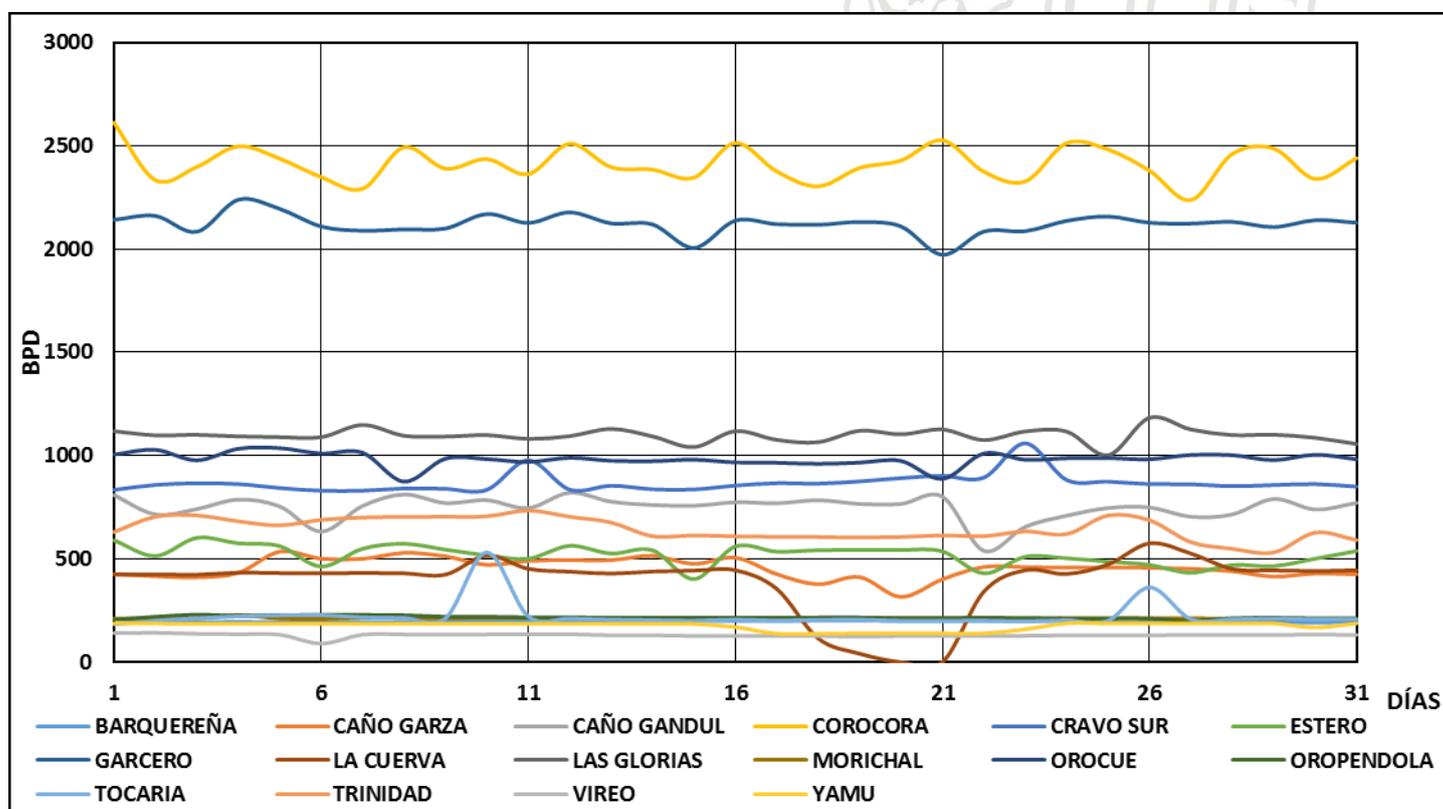
Donde,

t_r = Tiempo de retención (min) = 60 o 50 min.



Gráfica 2. Reporte Mensual de la Producción Total del Distrito del Casanare [9]

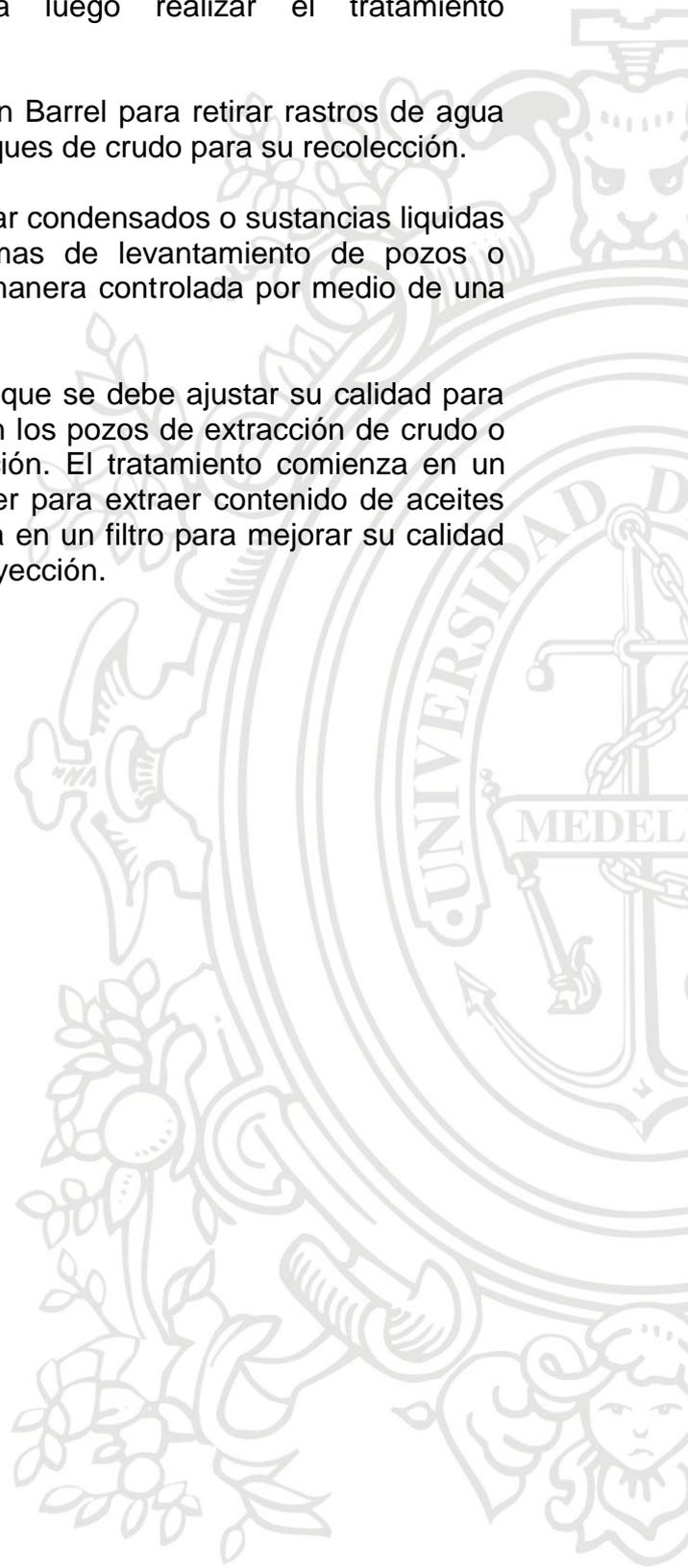
Las estaciones mantienen aproximadamente su producción de crudo de manera constante sin presentar variaciones significativas en el transcurso del mes como se aprecia en la gráfica 3.



Gráfica 3. Reporte Mensual de la Producción de Crudo en las Estaciones Principales del Distrito Casanare [9]

Este comportamiento en la producción se debe al proceso de separación, que consiste en extraer el fluido de producción del yacimiento para separarlo en Crudo, agua y gas por medio de un separador bifásico o trifásico dependiendo de que componentes constituyen la mezcla, para luego realizar el tratamiento correspondiente a cada fluido (Ilustración 2):

- Crudo: Se dirige a un separador tipo Gun Barrel para retirar rastros de agua que contenga y así almacenar en los tanques de crudo para su recolección.
- Gas: Se trata en un Scrubber para eliminar condensados o sustancias líquidas del gas, el cual se utiliza para sistemas de levantamiento de pozos o generación de energía o se quema de manera controlada por medio de una Tea.
- Agua: Su proceso es el más extenso ya que se debe ajustar su calidad para utilizarlo como fluido de levantamiento en los pozos de extracción de crudo o para su disposición en pozos de inyección. El tratamiento comienza en un separador tipo Skim Tank u Oil Skimmer para extraer contenido de aceites sobrenadantes en el agua, luego se trata en un filtro para mejorar su calidad antes de almacenar en un tanque para inyección.

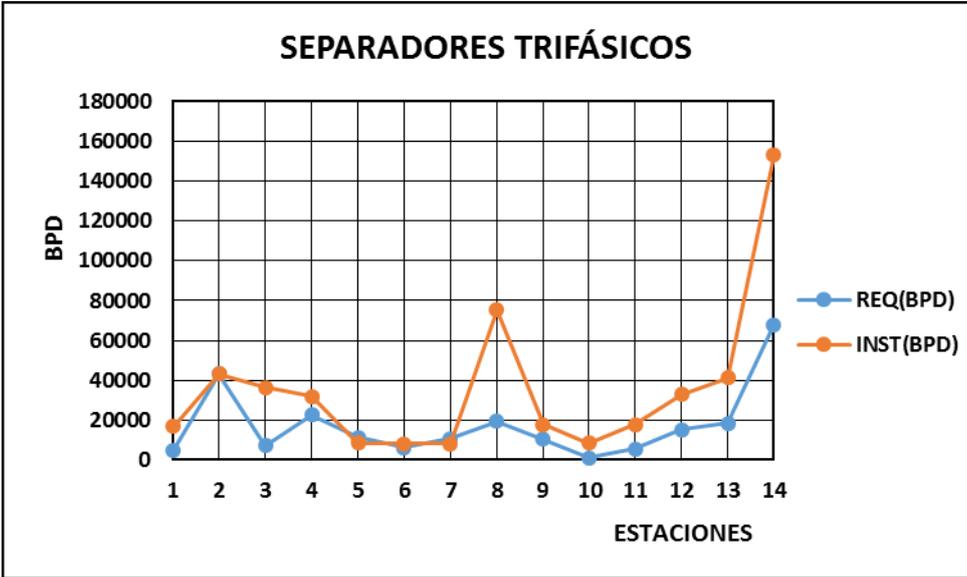


Para el dimensionamiento de estos separadores Perenco Colombia utiliza el criterio de tiempo de retención según la tabla 3, para los 48 Separadores en (TRS, COR, PAL, CGL, RMN, RMS, CHP, LGL, LGN, TCA, MOR, CAS, CÑG, TRD), 4 Gun Barrels en (TRD, ORO, VIR), y 10 Skimming Tank en (TRS, LGL, LGN, SAD, TRD, ORO)[6][11].

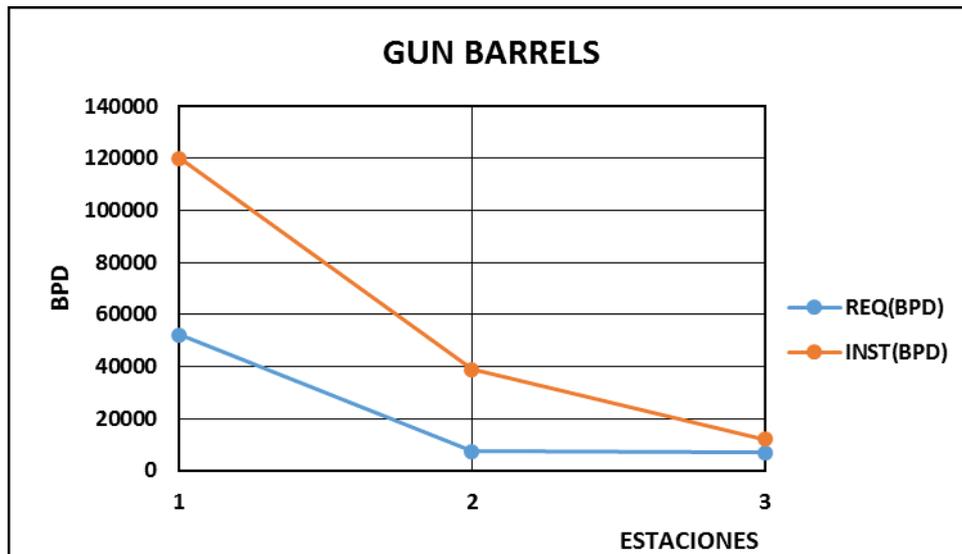
Tabla 3. Tiempos de Retención recomendados para diseñar separadores según los grados API

TIEMPOS DE RETENCIÓN RECOMENDADOS	
SEPARADORES	TIEMPO DE RETENCIÓN (MIN)
Hidrocarburos por encima de 35 ° API	3 a 5
Hidrocarburos por debajo de 35 ° API	
100°F y por encima 80°F	5 a 10
80°F	10 a 20
60°F	20 a 30

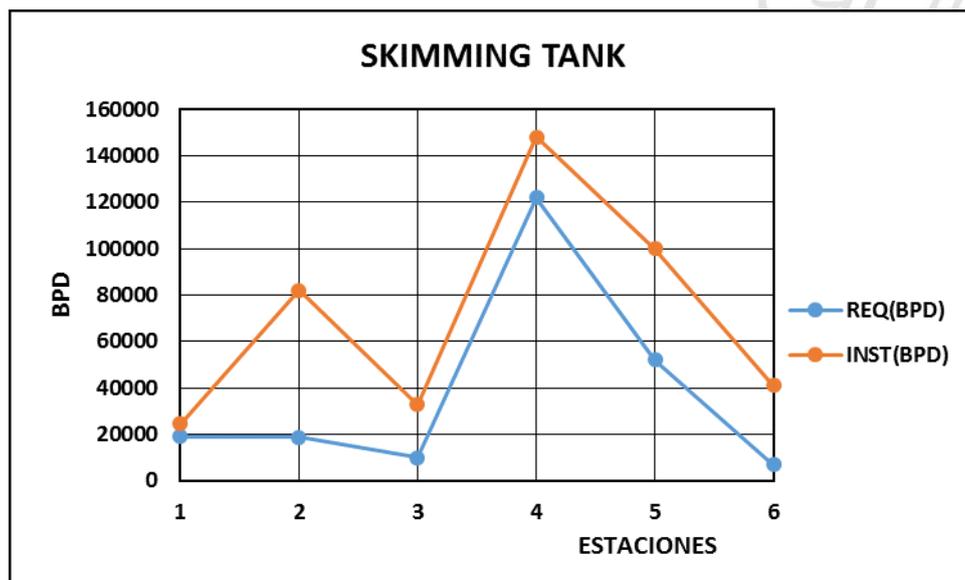
Con estas consideraciones, la capacidad en el dimensionamiento de los separadores satisface la requerida por la cantidad de fluido de producción como se puede observar en las gráficas 4, 5, y 6 según lo obtenido mediante las memorias de cálculo.



Gráfica 4. Capacidad de los Separadores Trifásicos según el requerido por el fluido de producción [9]



Gráfica 5. Capacidad de los Gun Barrels según el requerido por el fluido de producción [9]



Gráfica 6. Capacidad de los Skimming Tanks según el requerido por el fluido de producción [9]

Se verificó las capacidades en las estaciones de Perenco Colombia Limited donde se realiza levantamientos de pozos con agua para la extracción de crudo, utilizando el método de fuerza de gravedad dependiendo del tamaño de gota del fluido de interés, las cuales se calcularon según el procedimiento descrito en las memorias de cálculo para cada tipo de separador. Los resultados se presentan en las tablas 4, 5 Y 6.

Tabla 4. Dimensionamiento según el método de fuerza de gravedad para los Separadores Trifásicos

SEPARADORES TRIFÁSICOS								
ESTACIÓN	NÚM. SEPAR.	TRo(min)	TRw(min)	Dmax(in)	Leff,liq(in)	Leff,vap(in)	D(in)	L(in)
TRS	2	1	0,5	36,48	24,59	0,3064	60	180
CRV	1	4,5	0,3	69,56	17,146	0,134	72	216
COR	3	1,25	0,12	57,2	11,875	0,492	60	180
CGL	2	1,2	0,06	63,45	4,693	0,051	72	240
LGL	2	1,3	0,08	84,49	2,702	1,295	90	360
LGN	2	2,2	0,13	57,49	6,223	1,385	60	180
TCA	1	2,3	0,8	55,76	6,785	0,652	60	180
MOR	1	1,5	0,06	55,44	3,59	4,025	60	180
CÑG	3	1	0,02	50,12	1,74	0,064	60	180
CAS	2	2,4	0,08	53,19	11,23	2,085	60	180
YAM	1	2,6	0,06	66,71	3,52	0,027	72	300

Según los resultados de la Tabla 4, se puede observar que las dimensiones obtenidas de los separadores trifásicos son muy cercanas a las dimensiones reales de los equipos. En el caso de, las estaciones de La Cuerva (CRV) y Corocora (COR), el diámetro óptimo para la separación está muy cerca del límite, es posible que la cantidad de flujo de producción aumentara con el tiempo, siendo insuficiente la capacidad del separador para una correcta separación de los fluidos de interés (crudo, agua y gas).

Tabla 5. Dimensionamiento según el método de fuerza de gravedad para los Skimming Tanks

SKIMMING TANKS								
ESTACIÓN	NÚM. TANQUES	Qw(BPD)	TR(min)	Dmax(in)	Heff(in)	D(in)	H(in)	
CGL	1	21969	25	150	223,4	197	236	
LGL	2	9344,5	25	131,6	134,7	197	236	
LGL	1	18689	25	186	134,7	197	236	
ORO	1	7099	25	118,6	125,9	197	236	
TRS	1	18956	25	146,5	220,7	154	280	
LGN	1	10092	25	154	101,6	157	299	
SAD	3	40654,3	23	252	147	201	268	
CÑG	1	18195	25	135,1	249,1	381	383	
TRD	1	51375	25	240,4	222,2	381	383	
CRV	1	6358	25	125	102	129	383	
CRV	1	9537	25	143	117	144	288	

Por otra parte en la Tabla 5, se puede observar que las dimensiones calculadas para los skimming tank también se mantienen en el límite de las dimensiones reales a excepción de la estación de Sardinias (SAD), donde el diámetro obtenido fue mayor al real. Esto se debe a que en el cálculo no se tiene en cuenta los químicos aplicados para mejorar la separación y favorecer el dimensionamiento del equipo.

Tabla 6. Dimensionamiento según el método de fuerza de gravedad para los Gun Barrels

GUN BARRELS							
ESTACIÓN	NÚM. TANQUES	Qo(BPD)	TR(min)	Dmax(in)	Heff(in)	D(in)	H(in)
TRS	1	4012	60	117,9	173,2	159	396
TRD	1	336	60	31,8	199	382	539
ORO	1	7414	50	212	82,47	142	460
VIR	1	6828	60	182,9	122,5	120	431
CRV	1	480	60	65,3	67,53	129	383
YAM	1	140	60	26,4	120,4	149	291

En la Tabla 6, se observa que las estaciones de Oropendola (ORO) y Vireo (VIR) presentan un resultado similar, donde el diámetro obtenido sobrepasó al valor real del equipo. En este caso tampoco se consideran los químicos aplicados que favorecen la separación.

Con estos resultados obtenidos por medio del método de fuerza de gravedad para los diferentes equipos de separación, se puede validar que el dimensionamiento real de los equipos es suficiente para cumplir la separación deseada.

En la Tabla 7, se presentan datos reportados por Perenco Colombia Limited para el mes de noviembre del 2019 sobre la calidad del agua que sale de los skimming tank en las diferentes estaciones. Se puede observar que la cantidad de crudo en agua es aproximadamente menor a 100 ppm, indicando que la eficiencia de los skimming tank es elevada.

Tabla 7. Calidad del agua de producción en los Skimming Tank[9]

ESTACIÓN	ENTRADA SKIMMING TANK		SALIDA SKIMMING TANK	
	TSS	O/W	TSS	O/W
La Cuerva	472	404	194	247
La Gloria	149	266	56	70
Gloria Norte	192	141	120	43
Tocaría	117	136	121	76
Barquereña	59	40	33	23
Trinidad	-	-	75	104
Caño Garza	-	-	42	30
Corocora	236	83	187	51
Caño Gandul	180	73	50	21
Oropéndola	396	223	189	59
Sardinas	256	199	69	20

Por otra parte, en la Tabla 8 se presenta los resultados obtenidos al modificar el tiempo de retención en los separadores trifásicos, utilizados en el cálculo implementado por Perenco Colombia Limited para determinar la capacidad requerida por el fluido de producción.

En este caso, el tiempo de retención es el obtenido por el método de fuerza de gravedad para el dimensionamiento de los separadores trifásicos, y es igual a la

suma del tiempo de retención del agua y el crudo. Esto duplica el tiempo para tener un margen de seguridad en que la capacidad de flujo instalada sea mayor que la requerida. Esto se cumplió para todas las estaciones a excepción de La Cuerva, donde la capacidad requerida sobrepasó a la instalada, debido a un aumento en el flujo de producción, que es diferente al que se usó originalmente para el diseño del separador trifásico.

Por otro lado, utilizando el simulador de procesos químicos Aspen Hysys se obtuvo las mismas dimensiones (diámetro de 12 in y longitud de 36 in) al diseñar los separadores trifásicos para cada estación según sus condiciones de operación como se observa en los anexos.

Tabla 8. Porcentaje de ocupación en los Separadores Trifásicos

ESTACIÓN	INSTALADO TR(min)	REQUERIDO TR(min)	CAP. FLUJO INST(BPD)	CAP. FLUJO REQ(BPD)	%OCUPACIÓN
TRS	1,5	3	36749	5115	14
CRV	4,8	9,6	10000	10056	101
COR	1,37	2,74	59313	33174	56
CGL	1,26	2,52	82217	22718	28
LGL	1,38	2,76	177683	19440	11
LGN	2,33	4,66	23658	10593	45
TCA	3,1	6,2	8891	1066	12
MOR	1,56	3,12	16449	5740	35
CÑG	1,02	2,04	81064	18597	23
CAS	2,48	4,96	22227	24650	59
			19472		
YAM	2,66	5,32	14292	9405	66

Los resultados obtenidos con Hysys, se han de interpretar cuidadosamente debido a que el mismo tiene dimensiones predeterminadas, con una relación 3:2 que no es apta para este caso y además de, no tener en cuenta factores de transporte y construcción. Adicionalmente, Hysys muestra una variación en las dimensiones de los separadores cuando el flujo de gas es mayor o igual a 1.4 MMPCED, siendo este parámetro importante en el dimensionamiento de los equipos.

Si se compara estos resultados con los obtenidos por el método de fuerza de gravedad, se aprecia una gran diferencia, en los resultados de la Tabla 4 pues se observa variación en las dimensiones de los separadores trifásicos en todas las estaciones.

CONCLUSIONES

- El método de fuerza de gravedad para el dimensionamiento de los equipos de separación se considera confiable y aceptable por estar en el margen de las dimensiones reales.
- La comparación entre la simulación de Aspen Hysys y el método de fuerza de gravedad no fue viable, ya que en Hysys los resultados fueron iguales para todas las estaciones utilizando dimensiones predeterminadas sin tener efecto las diferentes condiciones de operación.

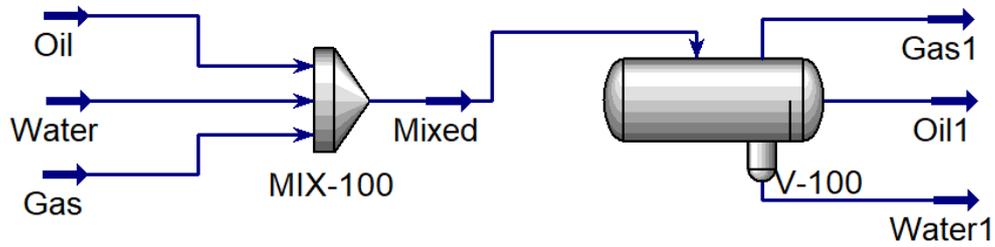
- La calidad del agua que se utiliza para el levantamiento de los pozos de extracción de crudo se considera óptima porque cuando sale del Skimming Tank es menor a 100 ppm de crudo en agua siendo evidencia de la buena separación de los equipos.
- Se evidencia que para la estación de La Cuerva se debe mejorar el sistema de separación para obtener una mejor cantidad y calidad de crudo, ya que hay un déficit en las capacidades de los equipos de separación por el aumento de la cantidad de fluido de producción que se extrae sobrepasando las dimensiones que originalmente se diseñaron los equipos.
Además, se recomienda alinear el segundo Gun Barrel disponible, con el fin de mejorar el tiempo de separación agua/crudo para la fase crudo que sale de los separadores generales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “separadores-de-hidrocarburos.” [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/rosadocastellanos/separadoresdehidrocarburos>. [Accessed: 09-Jun-2019].
- [2] J. REQUENA and M. RODRIGUEZ, “Diseño y evaluación de separadores bifásicos y trifásicos,” p. 235, 2006.
- [3] “Frac tank y gun barrels.” [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/jeissongarciaalvarez/frac-tank-y-gun-barrels>. [Accessed: 09-Jun-2019].
- [4] “Iccd Ltda - Oil Skimmers, Skim Tank, separadores microburbujas.” [Online]. Available: <http://www.iccdltda.com.co/sitio/servicios/tratamiento-de-aguas-residuales/43-oil-skimmers-skim-tank-separadores-microburbujas>. [Accessed: 09-Jun-2019].
- [5] “Sistemas y Equipos para la Separación, Tratamiento y Acondicionamiento del Agua de Producción by Paula Arguello on Prezi.” [Online]. Available: <https://prezi.com/adkdlwoyemg/sistemas-y-equipos-para-la-separacion-tratamiento-y-acondicionamiento-del-agua-de-produccion/>. [Accessed: 09-Jun-2019].
- [6] Gas Processors Association, “Engineering Data Book Section 7 - Separators and Filters,” *Gpsa*, no. 11, pp. 1–15, 1998.
- [7] H. Shukor, K. S. Ku Ismail, and H. Mohd Johar, *ERT 214 MATERIAL AND ENERGY BALANCE HYSYS SIMULATION MANUAL*. .
- [8] Aspen HYSYS V10
- [9] Datos de la Base de Perenco Colombia Limited
- [10] “DISEÑO Y SELECCIÓN DE SEPARADORES ¾ Dimensionamiento de Separadores Bifásicos Horizontales DISEÑO Y SELECCIÓN DE SEPARADORES ¾ Separador Bifásico.”
- [11] E. Edition, “Specification for Oil and Gas Separators,” no. October 2008, 2013.

ANEXOS

- Simulación en Aspen Hysys



➤ Estación CAS

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Buttons: Quick Size, Weir..., Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0035	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	89,56	89,56	89,56	89,56
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	9719	19,39	33,63	9666
Mass Flow [lb/hr]	1,797e+005	4828	689,0	1,741e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	1,246e+004	381,3	134,5	1,195e+004
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,224e+005	-2,275e+005	-3,792e+004	-1,225e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	13,59	127,5	43,27	13,26
Heat Flow [Btu/hr]	-1,189e+009	-4,411e+006	-1,275e+006	-1,184e+009

➤ Estación CGL

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size
Weir...
 Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0001	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	131,0	131,0	131,0	131,0
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	8911	23,95	0,7035	8887
Mass Flow [lb/hr]	1,647e+005	4600	17,52	1,601e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	1,136e+004	375,7	2,972	1,098e+004
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,218e+005	-1,729e+005	-4,004e+004	-1,217e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	14,82	92,88	43,84	14,61
Heat Flow [Btu/hr]	-1,086e+009	-4,141e+006	-2,817e+004	-1,082e+009

➤ Estación CÑG

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size
Weir...
 Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0002	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	159,8	159,8	159,8	159,8
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	4916	8,445	1,094	4907
Mass Flow [lb/hr]	9,007e+004	1640	31,46	8,840e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	6203	133,6	4,782	6065
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,212e+005	-1,721e+005	-4,582e+004	-1,212e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	15,64	98,45	44,97	15,49
Heat Flow [Btu/hr]	-5,960e+008	-1,454e+006	-5,012e+004	-5,945e+008

➤ Estación COR

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0009	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	152,5	152,5	152,5	152,5
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	8312	42,57	7,231	8263
Mass Flow [lb/hr]	1,598e+005	1,075e+004	152,9	1,489e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	1,109e+004	847,3	27,84	1,021e+004
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,218e+005	-2,233e+005	-4,210e+004	-1,213e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	15,95	141,9	45,04	15,27
Heat Flow [Btu/hr]	-1,012e+009	-9,507e+006	-3,044e+005	-1,002e+009

➤ Estación CRV

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0003	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	99,78	99,78	99,78	99,78
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	7802	20,29	2,654	7779
Mass Flow [lb/hr]	1,461e+005	5938	63,41	1,401e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	1,007e+004	440,7	11,27	9615
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,226e+005	-2,642e+005	-3,816e+004	-1,223e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	13,95	144,0	43,34	13,60
Heat Flow [Btu/hr]	-9,567e+008	-5,361e+006	-1,013e+005	-9,512e+008

➤ Estación LGL

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0050	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	192,8	192,8	192,8	192,8
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	7668	10,70	38,08	7620
Mass Flow [lb/hr]	1,420e+005	3882	882,5	1,373e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	9832	276,1	137,3	9418
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,205e+005	-3,123e+005	-5,272e+004	-1,205e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	16,87	202,9	45,03	16,47
Heat Flow [Btu/hr]	-9,238e+008	-3,342e+006	-2,008e+006	-9,185e+008

➤ Estación LGN

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0066	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	178,3	178,3	178,3	178,3
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	4115	9,601	26,95	4078
Mass Flow [lb/hr]	7,735e+004	3213	671,8	7,347e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	5380	234,1	105,5	5041
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,207e+005	-2,896e+005	-4,969e+004	-1,208e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	16,64	186,7	45,51	16,05
Heat Flow [Btu/hr]	-4,968e+008	-2,781e+006	-1,339e+006	-4,927e+008

➤ Estación MOR

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0001	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	86,00	86,00	86,00	86,00
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	7503	7,083	0,3933	7496
Mass Flow [lb/hr]	1,368e+005	1784	7,041	1,350e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	9407	140,7	1,503	9265
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,226e+005	-2,303e+005	-3,396e+004	-1,225e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	13,25	128,2	42,74	13,14
Heat Flow [Btu/hr]	-9,201e+008	-1,631e+006	-1,336e+004	-9,185e+008

➤ Estación TCA

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0154	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	102,0	102,0	102,0	102,0
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	677,8	13,10	10,43	654,3
Mass Flow [lb/hr]	1,528e+004	3277	214,5	1,179e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	1109	258,6	41,41	808,8
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,230e+005	-2,271e+005	-3,910e+004	-1,222e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	16,39	130,6	43,60	13,67
Heat Flow [Btu/hr]	-8,336e+007	-2,975e+006	-4,079e+005	-7,998e+007

➤ Estación TRS

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0001	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	152,6	152,6	152,6	152,6
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	1094	64,58	0,1527	1029
Mass Flow [lb/hr]	3,491e+004	1,636e+004	2,987	1,854e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	2561	1288	0,5622	1272
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,273e+005	-2,239e+005	-4,066e+004	-1,213e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	22,77	142,3	44,52	15,28
Heat Flow [Btu/hr]	-1,393e+008	-1,446e+007	-6209	-1,249e+008

➤ Estación YAM

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Rating

Geometry

Orientation: Vertical Horizontal

Flat Cylinder
 Sphere
 Ellipsoidal Head
 Hemispherical Head

Volume [ft3]	2,356
Diameter [ft]	1,000
Length [ft]	3,000
Head height [ft]	0,000

This separator has a boot

Quick Size Weir... Enable Weir

Design Reactions Rating Worksheet Dynamics

Worksheet

Name	Mixed	Oil1	Gas1	Water1
Vapour	0,0001	0,0000	1,0000	0,0000
Temperature [F]	86,00	86,00	86,00	86,00
Pressure [psia]	44,70	44,70	44,70	44,70
Molar Flow [lbmole/hr]	7503	7,083	0,3933	7496
Mass Flow [lb/hr]	1,368e+005	1784	7,041	1,350e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	9407	140,7	1,503	9265
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1,226e+005	-2,303e+005	-3,396e+004	-1,225e+005
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	13,25	128,2	42,74	13,14
Heat Flow [Btu/hr]	-9,201e+008	-1,631e+006	-1,336e+004	-9,185e+008