



Proyecto: Planta de  
Almacenamiento y  
Despacho de GLP Villa  
Pehuenia

Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-  
0404

REV  
<A>



Fase: INGENIERÍA DE  
ANTEPROYECTO

Fecha emisión: 23/08/19

Página: 1 de 12


SEPARADOR DE GLP  
VERIFICACIÓN CAPACIDAD

REV	Por		
	Ejecutó / Revisó	Aprobó	Recibió
	FIRMA	FIRMA	FIRMA
	Fecha:	Fecha:	Fecha:
REV	Por		
A	Ejecutó / Revisó M.R.D/ABT	Aprobó J.M	Recibió
	FIRMA	FIRMA	FIRMA
	Fecha: 23/08/19	Fecha: 23/08/19	Fecha:

  <b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b>	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 2 de 12	

## ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. ALCANCE .....	3
3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	3
4. PREMISAS PARA LA VERIFICACIÓN .....	4
4.1 Ecuaciones de diseño.....	4
4.1.1 Longitudes efectivas del separador .....	4
4.1.2 Capacidad de separación de gas .....	4
4.1.3 Capacidad de separación de líquido .....	6
4.1.4 Verificación de capacidad de conexiones.....	7
4.2 Condiciones y Criterios de verificación .....	8
Criterios de diseño.....	8
Características de los Separadores.....	8
5. CÁLCULOS.....	9
5.1.1 Longitudes efectivas del separador .....	9
5.1.2 Capacidades de separación de gas .....	9
5.1.3 Capacidad de separación de líquido .....	10
5.1.4 Conexiones de proceso.....	11
6. CONCLUSIONES .....	12

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 3 de 12	

## 1. OBJETO

El objeto de este documento es presentar los resultados de la verificación de la capacidad del Separador de GLP (SP-01) a instalar en la nueva Planta de Almacenamiento y Distribución de la Localidad de Villa Pehuenia.

## 2. ALCANCE


El alcance del estudio comprende la verificación del Separador (SP-01) a instalar en la nueva Planta de Almacenamiento y Distribución de la Localidad de Villa Pehuenia.

La verificación se realizará con las siguientes premisas

- Gas Propano Comercial= 10000 Nm<sup>3</sup>/d
- Liq= 10 m<sup>3</sup>/d (Solo para convergencia de Cálculos. Actualmente no llegan líquidos al Separador Existente).

## 3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- Ref. 1: API SPECIFICATION 12J Specification for Oil and Gas Separators Seventh Edition 1989.
- Ref. 2: MANNING - Oilfield Processing Petroleum - Vol 2 - Crude Oil - Cap 6.
- Ref. 3: Gas Conditioning and Processing Volume II by Campbell Seventh Edition. 1992 -Chapter 11.
- Ref. 4: ARNOLD & STEWART - Surface Production Operations, Vol. 1, Third Edition - Chapter Cap 4.
- Ref. 5: HDSA-PAGLP-VP-G-MD-0401 Rev A Memoria Descriptiva Villa Pehuenia
- Ref. 6: HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0401 Rev A Stock de Almacenamiento-MC
- Ref. 7: HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0402 Rev A Caudales de Vaporización-MC
- Ref. 8: HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0403 Rev A Lineas de Conduccion-MC

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 4 de 12	

## 4. PREMISAS PARA LA VERIFICACIÓN

### 4.1 Ecuaciones de diseño

#### 4.1.1 Longitudes efectivas del separador

Para realizar la verificación de la capacidad de separación se emplean ecuaciones que corresponden al diseño de separadores (Ref. 2, Manning, Vol 2, Cap 6). Dichas ecuaciones emplean lo que se conoce como longitudes efectivas, tanto para la fase gaseosa como para la fase líquida.

En el diseño de separadores a partir de las longitudes efectivas se calcula para cada fase la longitud real requerida para el equipo como:

- La longitud real de la fase líquida se calcula incrementando la longitud efectiva para la fase líquida en un 33%.
- La longitud real de la fase gaseosa se calcula como la longitud efectiva para la fase gaseosa más un diámetro del separador.


Para realizar la verificación de un equipo existente, como conocemos la longitud del mismo, realizamos el cálculo de las longitudes efectivas a partir de la longitud real y las empleamos en las ecuaciones para realizar la verificación:

- Largo efectivo fase líquida: Largo real / 1,33
- Largo efectivo fase gaseosa: Largo real - diámetro

#### 4.1.2 Capacidad de separación de gas

Según la Ref. 1, Apéndice C, “Desig and Sizing Calculations”, pag 13: la máxima velocidad superficial permitida del gas a las condiciones de operación se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$V_a = K \sqrt{\frac{d_L - d_G}{d_G}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 5 de 12	

En donde dL y dG son las densidades del líquido y del gas respectivamente y K es un factor que se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 1: Factores K para determinar la máxima velocidad superficial permitida

Tipo de separador	Altura o Longitud L (m)	Rango del factor K (ft/seg)
Vertical	1,5	0,12-0,24
	3	0,18-0,35
Horizontal	3	0,4-0,5
	Otras longitudes	0,4 a $0,5 \times (L_{ef}/3)^{0,56}$
Esféricos	todas	0,2-0,35

(\*) Ver cálculo de longitud efectiva  $L_{ef}$  para el gas en sección 4.1.1.

El cálculo de la máxima velocidad permitida calculada con los factores de la Tabla 1, es para separadores que tienen un wire mesh demister en la salida de gas y permiten separar partículas de líquido mayores a 10 micrones. Si no existe un wire mesh demister multiplicar el factor de K por 0,5.


De acuerdo a la Ref. 2, Capítulo VI "Phase Separation of Gas, Oil and Water", página 93 el valor del factor K, debe ajustarse a altas presiones y para líquidos espumosos:

A altas presiones:  $K(\text{psig}) = K(100 \text{ psig}) - 0,0001 (P - 100)$

Para aminas o glicoles multiplicar K x 0,6-0,8.

Para scrubbers en succión de compresores multiplicar K por 0,7/0,8.

La capacidad de separación de gas debe permitir a las partículas de líquido caer a medida que el gas atraviesa la longitud efectiva del recipiente. El diámetro de gota de líquido separado en esta sección debería ser inferior a 140-100 micrones. Se asume que las gotas más pequeñas entre 10 y 140 micrones serán separadas en el demister.

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 6 de 12	

#### 4.1.3 Capacidad de separación de líquido

La capacidad de separación de líquido depende del tiempo de retención y de la interface gas/líquido en el recipiente. Una buena separación requiere suficiente tiempo de retención para obtener una condición de equilibrio entre el líquido y el gas a la temperatura y presión de operación.

Los criterios de diseño básicos para tiempos de retención en separadores bifásicos, pueden observarse en la siguiente tabla:

Tabla 2: Tiempos de retención en separadores bifásicos

° API del crudo	Minutos (típico)
Superior a 35 °API	1
20-30 ° API	1-2
10-20 °API	2-4

En el caso de separadores trifásicos el tiempo de retención está relacionado con el volumen del recipiente, la cantidad de líquido a tratar y las densidades relativas de agua y crudo. La aproximación usual en el diseño de separadores trifásicos es lograr iguales tiempos de retención para el agua y crudo.

Los criterios de diseño básicos para tiempos de retención en separadores trifásicos, pueden observarse en la siguiente tabla:


	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 7 de 12	

Tabla 3: Tiempos de retención en separadores trifásicos

° API del crudo		Minutos
Superior a 35 °API		3-5
Inferior a 35 ° API	100+ °F	5-10
	80+°F	10-20
	60+°F	20-30

#### 4.1.4 Verificación de capacidad de conexiones


De acuerdo a la Ref. 3, Capítulo XI “Separation Equipment”, página 85, las conexiones para el ingreso, salida de gas y salida de líquido deben satisfacer un determinado tamaño para minimizar la erosión/corrosión, caída de presión, arrastre, etc. El criterio recomendado por Campbell para velocidades de flujo en bocas se indica a continuación:

$$v_i < \frac{A}{(\rho_m)^{0.5}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

$$v_g < \frac{B}{(\rho_g)^{0.5}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

$$v_l < C \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

En donde  $v_i$ ,  $v_g$  y  $v_l$  son las velocidades de flujo en las bocas de ingreso, salida de gas y salida de líquido respectivamente.  $\rho_m$  es la densidad en kg/m<sup>3</sup> de la mezcla. A, B y C son constantes que adoptan los siguientes valores: 60, 75 y 1 respectivamente.

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 8 de 12	

#### 4.2 Condiciones y Criterios de verificación

Las condiciones de operación para el separador SP-01 serán las Siguientes:

- Presión de operación: 4-12 kg/cm<sup>2</sup>g
- Temperatura de operación: 5-40 °C
- Qgas= 10000 Nm<sup>3</sup>/d (Solicitud de Ampliación) (Se considerará un caudal sobredimensionado de 15000 Sm<sup>3</sup>/dia para poder aceptar ampliaciones futuras)
- Qlíquido= 10 m<sup>3</sup>/d (Valor sobredimensionado)


Para ponderar las propiedades del proceso, se considera que la planta maneja Gas Propano Comercial.

#### Criterios de diseño

- Se asume un nivel total de líquido de 200 mm .
- Se considera un tiempo de retención entre 3 y 5 minutos, se asume 4min.
- No se considera el aporte de slugs de líquido a los separadores.

#### Características de los Separadores

Se propone las siguientes características a verificar para el separador SP-01.

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 9 de 12	

TAG	SP-01
Descripción	Separador de Líquidos
Tipo	Vertical
Diámetro interno (mm)	770mm
Largo t-t (mm)	1230mm
Nivel Operativo Normal <sup>1</sup> (mm)	200mm
D entrada (in)	3"300# (SCH 40)
D salida gas (in)	3" 300# (SCH 40)
D salida líquidos (in)	3/4" 150# (SCH 40) (*)

(\*) La operación de drenaje de líquidos se realizará de manera manual.

## 5. CÁLCULOS


### 5.1.1 Longitudes efectivas del separador

Utilizando las ecuaciones presentadas en la sección 4.1.1, las longitudes efectivas para la fase líquida y gaseosa son:

- Largo efectivo fase gaseosa:  $\text{Largo real} - \text{diámetro} = 1.230 \text{ m} - 0.77 \text{ m} = 0.46 \text{ m}$
- Largo efectivo fase líquida:  $\text{Largo real} / 1,33 = 1.230 \text{ m} / 1,33 = 0.9248 \text{ m}$

### 5.1.2 Capacidades de separación de gas

Para el cálculo de la capacidad máxima de separación de gas se obtiene el coeficiente K de la Tabla 1, luego se calcula la máxima velocidad de gas utilizando la ecuación 1 considerando las densidades de los fluidos en las condiciones de proceso.

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 10 de 12	

Por último, se calcula el caudal de gas como producto de la máxima velocidad de gas y el área transversal y se transforma a condiciones estándar.

En la siguiente tabla, se presentan los resultados

### 5.1.3 Capacidad de separación de líquido


#### RESULTADOS GAS CON K

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
K propuesto	0,20	ft/s
K ajustado (presión > 6,8 Kg/cm <sup>2</sup> g)	0,201	ft/s
K seleccionado	0,160	ft/s
Velocidad Máxima del Gas	0,325	m/s
Velocidad actual	0,062	m/s
Caudal máximo @ operación	13080,5	m <sup>3</sup> /d
Caudal máximo @ STD	78091,2	Sm <sup>3</sup> /d
Verifica la Velocidad del Gas?	VERIFICA	

Para la fase líquida primero se calcula el volumen disponible multiplicando el área transversal de líquido por el largo efectivo del líquido (ver cálculo de largo efectivo del líquido en sección 5.1.1). Con el caudal a verificar se calcula el tiempo actual de retención del líquido en el separador.

Para el cálculo de la capacidad máxima de separación de líquido se obtiene el tiempo de retención de la Tabla 3 y se calcula el caudal de líquido como producto del tiempo de retención recomendado y el área transversal.

En la siguiente tabla, se presentan los resultados:


	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 11 de 12	

#### RESULTADOS LIQUIDO CON Tr

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
° API	148,1	min
Tiempo recomendado	5	min
Volumen disponible	0,19	m3
Tiempo actual	26,8	min
Caudal máximo líquido	53,6	m3/d
Verifica el Tiempo Recomendado?	VERIFICA	

#### 5.1.4 Conexiones de proceso

En la siguiente tabla se presenta el resultado de la verificación y determinación de la capacidad máxima de las conexiones de ingreso bifásico, salida de gas, salida de agua y crudo del separador de acuerdo a los criterios presentados en la sección 4.1.4:

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP Villa Pehuenia	Doc N° HDSA-PAGLP-VP-R-MC-0404	REV <A>
	Fase: INGENIERÍA DE ANTEPROYECTO	Fecha emisión: 23/08/19	
		Página: 12 de 12	

### CALCULO BOCAS

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
ENTRADA BIFASICA		
Diámetro	3	in
Schedule	40	
Diametro interno	77,90	mm
Area de cañería	0,00477	m2
Flujo masico gas	1166	Kg/h
Flujo masico líquido	211	Kg/h
Flujo masico total	1377	Kg/h
Fracción másica de gas	0,847	
Desidad mezcla	13,1	Kg/m3
Caudal volumetrico total	2522,5	m3/d
Velocidad en la boca	6,13	m/s
Velocidad máxima	16,58	m/s
Máximo caudal de entrada	3726	Kg/h
Maximo gas de entrada	40598	Sm3/d
Maximo líquido entrada	27	m3/d
Verifica el Diámetro de Boca Propuesto?	VERIFICA	
SALIDA DE GAS		
Diámetro	3	in
Schedule	40	
Diametro interno	77,90	mm
Area de cañeria de gas	0,00477	m2
Velocidad en la boca	6,10	m/s
Velocidad máxima	22,48	m/s
Máximo caudal de gas @ OP	9256	m3/d
Máximo caudal de gas @ STD	55256	Sm3/d
Verifica el Diámetro de Boca Propuesto?	VERIFICA	

### 6. CONCLUSIONES

- El recipiente con las medidas propuestas podría manejar 15000Sm3/día de Gas a una presión de 5Kg/cm2g
- El recipiente con las medidas propuestas podría manejar el supuesto de caudal de líquido.