
	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 1 de 9	


ANPA BOMBAS GLP
PLANTA DE ALMACENAMIENTO
CAVIAHUE
MEMORIA DE CALCULO

REV	Por		
	Ejecutó / Revisó	Aprobó	Recibió
	FIRMA	FIRMA	FIRMA
	Fecha:	Fecha:	Fecha:
REV	Por		
	Ejecutó / Revisó M.R.D/A.B.T	Aprobó J.M	Recibió
	FIRMA	FIRMA	FIRMA
	Fecha: 21/10/2019	Fecha: 21/10/2019	Fecha:

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 2 de 9	

INDICE

1. OBJETO	3
2. GENERAL	3
3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	3
4. NORMATIVA DE APLICACIÓN	3
5. PREMISAS DE DISEÑO	4
5.1. CRITERIOS DE DISEÑO:	4
5.2. ECUACIONES UTILIZADAS	4
5.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN	5
5.4. PROPIEDADES DEL FLUIDO	5
5.5. DATOS DE LAS BOMBAS	6
6. VERIFICACIÓN DE ANPA.....	7

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 3 de 9	

1. OBJETO

El objeto de este documento es realizar la verificación de ANPA de las bombas de GLP a considerar en la Planta de Almacenamiento de CAVIAHUE.

2. GENERAL

El presente Proyecto, trata la futura Planta de Almacenamiento de GLP a construir en la localidad de CAVIAHUE.

Como se puede ver en la documentación de referencia, las instalaciones a proyectar poseen las siguientes zonas:



- 1) Almacenamiento
- 2) Bombeo de GLP
- 3) Cargadero/Descargadero
- 4) Calentamiento/Vaporización de GLP
- 5) Antorcha de Quema
- 6) Regulación, Odorización y Salida a Distribución Domiciliaria

3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- HDSA-PAGLP-CV-R-MD-0001 Memoria Descriptiva Planta de Almacenamiento CAVIAHUE.
- HDSA-PAGLP-CV-R-PI-0001 Esquema P&I Planta de Almacenamiento CAVIAHUE.

4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

- NAG 112 **Norma** para el proyecto, construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo. (GL)
- NAG 155 **Norma** mínima para el diseño, construcción, operación y mantenimiento para plantas de GLP de bajo volumen de almacenamiento para sistemas de distribución por redes instaladas en la vía pública. (GL)
- NAG 200 **Disposiciones y normas** mínimas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas. (GN-GL)
- Ref. 1: Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems. API 14 E. Fifth Edition, 1991

 	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 4 de 9	

5. PREMISAS DE DISEÑO

5.1. CRITERIOS DE DISEÑO:

El adecuado diseño del sistema consiste en establecer para las condiciones de operación de las bombas la relación correcta entre las presiones, para evitar los fenómenos de cavitación y de separación de la columna que originan un funcionamiento inestable causando fatiga y vibraciones en todo el sistema.

5.2. ECUACIONES UTILIZADAS

Las características de diseño y constructivas de la bomba determinan la presión necesaria para vencer las pérdidas internas de carga, las que conjuntamente con la presión necesaria para la creación de la velocidad de succión del fluido, constituyen el ANPA requerido (Altura Neta de Presión de Aspiración requerido) por la bomba.

Las bases de cálculo se fijan a partir del concepto de que los problemas de cavitación se evitan manteniendo la presión en cualquier punto del sistema por encima de la tensión del vapor del fluido a bombear, es decir:

$$(P_a + H_s) - (H_f + H_a + \text{ANPA}_{\text{requerido}}) \geq P_v$$

Las presiones en la ecuación anterior se representan como alturas equivalentes de columna de fluido. Dicha ecuación indica que la carga de la succión debe ser suficiente como para que presión de operación sea mayor a la presión de vapor del fluido en todo el sistema, a pesar de las pérdidas por fricción y las condiciones constructivas de la bomba.

Esto significa que para el sistema en todo momento debe cumplirse:

$$\text{ANPA}_{\text{disponible}} \geq \text{ANPA}_{\text{requerido}}$$

Siendo el ANPA disponible:



$$\text{ANPA}_{\text{disponible}} = (P_a + H_s) - (H_f + H_a + P_v)$$

A continuación, se desarrolla cada término:

P_a : Presión atmosférica absoluta.

H_s : Altura de succión estática, es la altura o diferencia entre el nivel (mínimo de operación) libre del recipiente y la línea de centro de la brida de succión de la bomba.

H_f : Altura representativa de las pérdidas por fricción, es la altura representativa de las pérdidas de carga de toda la tubería de succión hasta la brida de succión de la bomba.

 	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 5 de 9	

H_a : Altura de aceleración del fluido. Representa la presión necesaria para acelerar la masa fluida de la tubería de succión de una posición estática a su velocidad máxima durante la carrera del émbolo. Esta altura puede calcularse empíricamente según:

$$H_a = \frac{L \cdot V \cdot N \cdot C}{K \cdot g}$$

- L: representa el largo de la cañería de succión. Se reduce a 20 diámetros de cañería cuando existen amortiguadores de pulsación (correctamente instalado y cargado) en la línea de succión.
- V: es la velocidad del fluido en la cañería de succión.
- N: es el número de emboladas por minuto.
- C: es una constante empírica que depende del tipo de bomba (siendo menor para bombas multiplex, debido a que esta característica disminuye el golpeteo hidráulico).
- K: es un factor empírico que depende del fluido (K = 1,4 para agua caliente y K = 2,5 para petróleo caliente).
- g: aceleración de la gravedad.

P_v : Tensión de vapor. Para hidrocarburos hidratados con agua se adoptan los valores correspondientes al agua.



5.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

El sistema de bombeo está compuesto por las Bombas Centrifugas BP-01 y BP-02, una backup de la otra.

- Caudal Máximo de operación: 10 m³/h (1 Bombas de Despacho operando a 85 EPM)
- Temperatura de Operación: 5 °C_30°C

5.4. PROPIEDADES DEL FLUIDO

Se considerará que, en todo momento el fluido de proceso será PROPANO Comercial con las propiedades indicadas debajo:

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 6 de 9	

VALORES CARACTERÍSTICOS	PROPANO COMERCIAL		BUTANO COMERCIAL	
Tensión de vapor absoluta a 20° C	8,5 bar abs.		2,25 bar abs.	
Temperatura de ebullición a presión atm.	– 45° C		– 0,5° C	
Masa en volumen del gas a 20° C y presión atmosférica (ρ) (valores SEDIGAS)	2,095 kg/m³		2,625 kg/m³	
Densidad en fase gas (respecto al aire)	1,62		2,03	
Masa en volumen del líquido a 20° C (ρ)	506 kg/m³		580 kg/m³	
Densidad en fase líquida (respecto al agua)	0,506		0,580	
Poder Calorífico Superior -Hs-	12 000 kcal/kg	13,95 kWh/kg	11 900 kcal/kg	13,83 kWh/kg
	25 140 kcal/m³	29,23 kWh/m³	31 240 kcal/m³	36,32 kWh/m³
Poder Calorífico Inferior -Hi-	10 900 kcal/kg	12,67 kWh/kg	10 820 kcal/kg	12,47 kWh/kg
	22 835 kcal/m³	26,55 kWh/m³	28 400 kcal/m³	33,02 kWh/m³
Presión atmosférica = 1,01325 bar; Masa en volumen del aire ρ = 1,293 kg/m³;				
Masa en volumen del agua ρ = 1000 kg/m³.				

5.5. DATOS DE LAS BOMBAS

- Bombas de Trasvase BP-01 y BP-02**

Marca: BOMBADUR

Modelo: GLM-10

Tipo: Centrífuga

Caudal de diseño: 10 m³/h

Potencia Eléctrica motor: 5.5 HP.

NPSH Requerido: 1.6 m

Bomba Centrífuga de Doble Etapa Double Stage Centrifugal Pump

GLM

Modelo / Model		GLM-05	GLM-10	GLM-15	GLM-20
Caudal / Flow Rate	m³/h / gpm	5 / 22	10 / 44	15 / 66	20 / 88
Δ Presión / Δ Pressure	bar / psi	1400 rpm 50 Hz	1 / 14.5	1 / 14.5	1 / 14.5
		1800 rpm 60 Hz	3 / 43	3 / 43	3 / 43
		2900 rpm 50 Hz	5 / 72	5 / 72	5 / 72
		3600 rpm 60 Hz	8 / 115	8 / 115	8 / 115
Entrada / Input	pulg / in	2	2	2	2
Salida / Output	pulg / in	1 ½	1 ½	1 ½	1 ½
Igualización / Leveling	pulg / in	½	½	½	½
Potencia (HP) / Power (HP)	50 Hz / 60 Hz	4 / 6	5.5 / 7.5	7.5 / 10	10 / 12.5



Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE

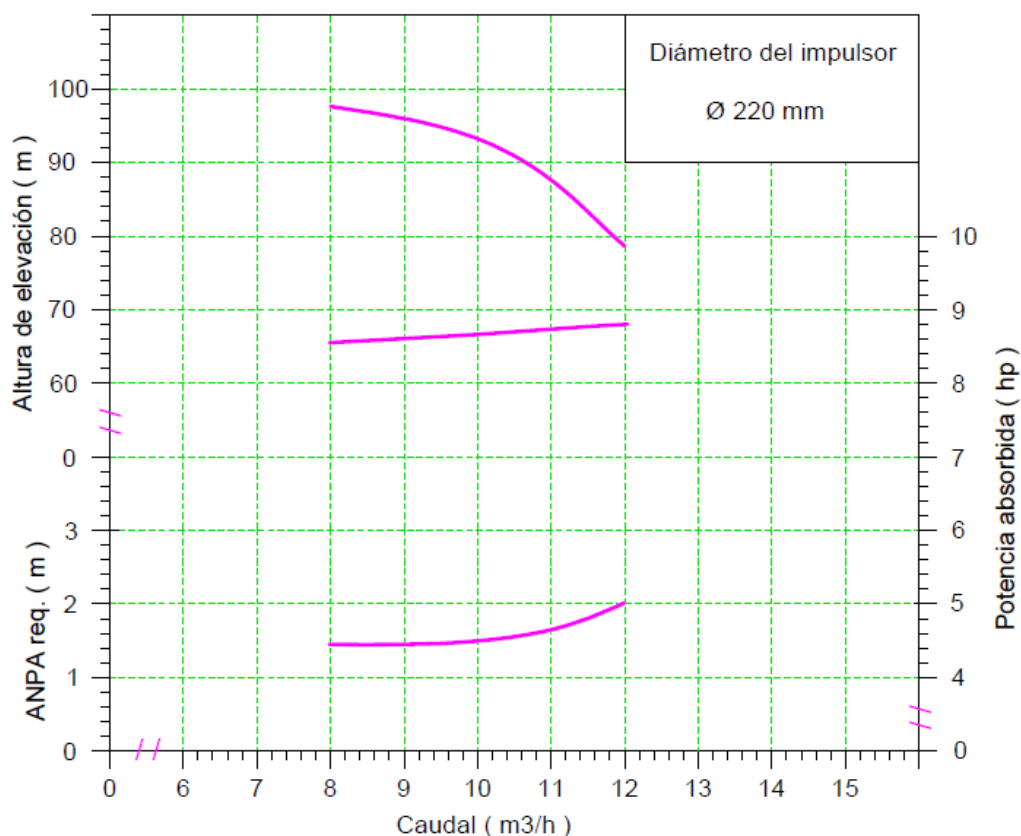
Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001

REV :
<0>

**Fase: INGENIERÍA
DETALLE**

Fecha emisión: 21/10/2019

Página: 7 de 9




Nota: las curvas se obtienen ensayando las bombas con agua ($\gamma = 1$), las mismas son validas para líquidos de viscosidades semejantes a la del agua.
La potencia absorbida para un líquido diferente a la del agua es :
$$\text{Potencia abs. líquido} = \text{Potencia abs. agua} \times \gamma \text{ líquido}$$

El desempeño de la bomba puede verse disminuido no por un problema del equipo, sino por las características termodinámicas del fluido a bombear o por no respetar las indicaciones de instalación suministradas por BOMBADUR S.R.L.
Las curvas características están sujetas a modificaciones sin previo aviso.

6. VERIFICACIÓN DE ANPA

Determinación de la pérdida de carga de la succión de las bombas, la misma se realizo con el Software InstruCalc 9.0.

	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 8 de 9	

Piping

Pipe sizes : Length : 65 m I.D. : 3.068 in
 Pipe elevations : Start : 0 m End : 0 m
 Pipe material : Steel Pipe fouling : 0%

Number of Valves Gate Globe Check
 4
Number of fittings 90 deg ell 45 deg ell Thru tee Branch tee
 1
 Pipe ends Uniform inlet. Uniform outlet

Fluid Data

Name : Propane

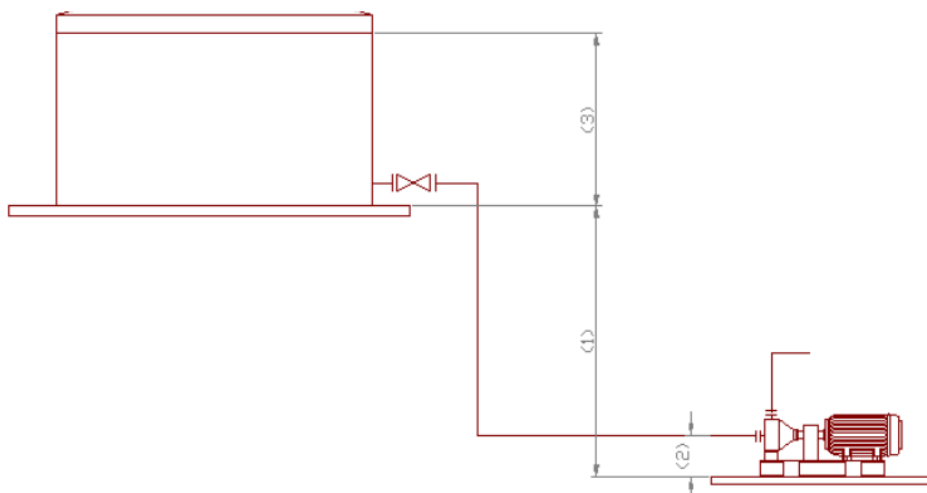
Variable Input Data



	<u>Maximum</u>	<u>Normal</u>	<u>Minimum</u>	<u>Units</u>
Liquid flowrate	10	5	10	m3/h
Temperature	4	4	35	degC
Source pressure	5	5	12	kg/cm2g
Specific gravity @ FTP	.5202	.5214	.4864	
Viscosity	.09022	.09097	.07225	cp
Equipment losses	.01	.01	.01	kg/cm2

Output Data

Loss per 100 m	.02177	.005802	.02014	kg/cm2
Destination pressure	4.975	4.986	11.98	kg/cm2g
Fluid velocity	1.91	.9549	1.91	ft/s
Reynolds number	261232	129838	305010	

Para la aplicación de las ecuaciones de ANPA se considera el siguiente esquema:



	Proyecto: Planta de Almacenamiento y Despacho de GLP CAVIAHUE	Doc N° HDSA-PAGLP-CV-R-MC-0001	REV : <0>
	Fase: INGENIERÍA DETALLE	Fecha emisión: 21/10/2019	
		Página: 9 de 9	

CÁLCULOS

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
PRESIÓN DE VAPOR		
Tipo de fluido	Otro	
Presión de Vapor del Otro Fluido	4,9	kgf/cm2
No completar		
Altura de la Presión de Vapor	49,00	mca

ALTURA DE PRESIÓN		
Tipo de equipo	Equipo Presurizado	
No completar		
Presión en el Equipo	5	kgf/cm2g
Altura de Presión	60,33	mca

ALTURA DE SUCCIÓN ESTÁTICA		
DH entre plateas (1)	1,5	m
Nivel de operación TK (3)	1,5	m
Altura de brida de succión (2)	0,2	m
Diferencia de niveles	2,8	mcl
Hs	1,42	mca

CARGA DE FRICCIÓN		
Hf	0,25	mca

RESULTADOS

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
VERIFICACIÓN DE ANPA		
ANPA Disponible	12,5	mca
ANPA Requerido	1,60	mca
Se verifica que ANPAd>ANPAr?	VERIFICA	