

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“PROPUESTA DE DISEÑO DE LA HIDRÁULICA DE UNA
PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES
UBICADA EN LA REGIÓN PASCO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

VICTOR RAÚL DÍAZ ROCHA

LIMA – PERÚ

2013

DEDICATORIA

“En primer lugar a Dios quien me permite escribir estas palabras, quien nunca me dejo desmayar y renovó mis fuerzas todos los días, quien me dio la oportunidad de conocerlo, quien es el motor de mi vida. A mi esposa, una valerosa y honorable mujer quien me inyecta valor para cada decisión y a quien amo infinitamente. A mi hijo a quien amo con todas mis fuerzas, mi inspiración, motor y motivo de seguir en la lucha. A mis padres que siempre han estado a mi lado brindándome apoyo en cada paso que he dado y siempre confiaron en que lo lograríamos. A mis hermanos, mis mejores amigos quienes siempre están a mi lado sobre todo en los momentos más difíciles que me tocaron vivir. A mis sobrinas y sobrinos, en quienes veo futuro de éxito y por quienes me esmero en influir positivamente. A mis profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería, catedráticos con una labor incansable y de servicio. A todos ellos con mucho respeto y aprecio”.

RESUMEN

El propósito del siguiente informe es desarrollar una propuesta de diseño hidráulico para los principales procesos de operación de una Planta de Abastecimiento de Combustibles, que opera con Gasolinas 84, 90, Diesel B5 y se ubica en la Región Pasco.

Para tal efecto, en el primer capítulo se establecen los objetivos y el alcance de la propuesta; en el segundo capítulo se listan las normas nacionales e internacionales a tener en consideración, se describen las principales características de los combustibles involucrados y se establecen las bases de cálculo, centrados principalmente en el balance de energía en el sistema y las interacciones entre fluido – tubería, fluido – válvulas y accesorios y fluido – bombas; en el tercer capítulo se fundamentan los criterios para el diseño: objetivo, localización, condiciones climatológicas, tamaño, filosofía de operación y control de la Planta, se diseña el Diagrama de Flujo de Procesos (PFD) y se muestran los cálculos y resultados para el dimensionamiento de tuberías y bombas (diámetros de tubería, pérdidas de carga, cabeza de succión positiva disponible y potencia requerida de bombeo).

De esta manera se desarrolla el Diagrama de Tuberías e Instrumentación (P&ID) del Sistema de Recepción, Almacenamiento y Despacho de la Planta de Combustibles, demostrando la importancia de la disciplina de “Ingeniería de Procesos” para establecer las bases del diseño.

CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del Tema	6
1.2. Objetivos de la Propuesta	7
1.2.1. Objetivo General	7
1.2.2. Objetivos Específicos	7
1.3. Alcance de la Propuesta	7

CAPÍTULO II: DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS

2.1. Documentación, Normas y Estándares de Referencia	8
2.1.1. Normatividad Nacional	8
2.1.2. Normatividad Internacional	8
2.2. Abreviaturas	9
2.3. Sistema de Unidades	9
2.4. Combustibles Almacenados	10
2.4.1. Descripción General	10
2.4.2. Características Físicas del Diesel DB5	10
2.4.3. Características Físicas de las Gasolinas G84 y G90	11
2.5. Bases de Cálculo	12
2.5.1. Velocidad del Fluido en la Tubería	13
2.5.2. Pérdida de Carga (Caída de Presión debido a la Fricción)	13
2.5.3. Diámetro de Tubería	15
2.5.4. NPSH Disponible ($NPSH_D$) para Bombeo	16
2.5.5. Cabeza Manométrica Requerida para Bombeo	17
2.5.6. Potencia Requerida para Bombeo	17

CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA HIDRÁULICA DE UNA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES

3.1. Criterios de Diseño	
3.1.1. Bases Normativas de Diseño	18
3.1.2. Objetivo de la Planta	19
3.1.3. Localización de la Planta	19

3.1.4. Condiciones Climatológicas	21
3.1.5. Tamaño de la Planta	21
3.2. Filosofía de Operación y Control de la Planta	21
3.2.1. Operación de Recepción	23
3.2.2. Operación de Almacenado de Combustibles	24
3.2.3. Operación de Medición y Despacho	24
3.2.4. Operación de Transferencia de Combustibles (Estación de Bombeo)	26
3.2.5. Otros Componentes de la Planta	29
3.3. Diagrama de Procesos	30
3.4. Parámetros de Operación	31
3.5. Dimensionamiento de Tuberías	37
3.5.1. Recepción y Almacenamiento de G84/G90/DB5	37
3.5.2. Almacenamiento y Despacho de G84/G90/DB5	40
3.6. Dimensionamiento de Bombas	44
3.6.1. Cálculo del $NPSH_D$ para Bombeo	44
3.6.2. Cálculo de la Cabeza Manométrica Requerida para Bombeo	44
3.6.3. Cálculo de la Potencia Requerida para Bombeo	45
3.6.4. Selección de Bombas	45
3.7. Resultados	48
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1. Conclusiones	49
4.2. Recomendaciones	50
CAPÍTULO V: BIBLIOGRAFÍA	
CAPÍTULO VI: ANEXOS	
A. Bases Normativas de Diseño	
B. Diagrama de Distribución de Planta	
C. Diagrama de Flujo de Procesos	
D. Distribución de Tuberías de Recepción y Despacho	
E. (P&ID) Sistema de Recepción, Entrega a Tanques y Despacho de Combustibles	
F. Catálogo de filtros y coladores, proveedor “Sure Flow Equipment”.	

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del Tema

En el distrito Yanacancha, provincia y región Pasco, se ubicaba la Planta de Combustibles de PETROPERÚ, la cual cerró operaciones por no cumplir con los reglamentos del Subsector Hidrocarburos y por su cercanía (25 m) con la mina de tajo abierto operada por la Compañía Minera Volcan (Ver Fig. 1)

Este suceso generó un desabastecimiento en la zona de influencia (regiones Pasco y Huánuco) que se viene amortizando con transferencia de combustibles desde Lima a una Planta provisional; motivo por el cual, se propone la construcción de una nueva planta de abastecimiento de combustibles, para lo cual se requiere iniciar con los estudios de ingeniería de la misma.



Fig. 1.- MINERA TAJO ABIERTO VOLCAN - PASCO

1.2. Objetivos de la Propuesta

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar el Diseño Hidráulico de una Planta de Abastecimiento de Combustibles.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Dimensionar el tamaño de planta y proponer diagrama de distribución.
- Conceptualizar la operación y control de la planta y desarrollar un diagrama de flujo de procesos.
- Realizar los cálculos hidráulicos para la transferencia de combustibles en las principales operaciones de la planta.

1.3. Alcance de la Propuesta

Se calculará los siguientes parámetros a nivel de Ingeniería Básica:

- Velocidad del fluido en la tubería
- Pérdida de carga entre fluido - tubería y fluido - válvulas y/o accesorios.
- Diámetros de tuberías de recepción y despacho.
- Cabeza neta de Succión Positiva Disponible ($NPSH_D$) de las bombas de recepción y despacho.
- Potencia Requerida y Cabeza Manométrica de las bombas de recepción y despacho.

CAPÍTULO II:

DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS

2.1. Documentación, Normas y Estándares de Referencia

A continuación se enumera la normatividad nacional e internacional que se considera para el diseño.

2.1.1. Normatividad Nacional

D.S. N° 045-2001-EM: “Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de Hidrocarburos”

D.S. N° 026-1994-EM: “Reglamento de Seguridad para el Transporte de Hidrocarburos

D.S. N° 052-93-EM: “Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos”

2.1.2. Normatividad Internacional

ANSI/ASME B16.5: “Pipe Flanges and Flanged Fittings”

API 14E: “Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems”

CRANE Engineering: “Valve Engineering Data” ©1995

GPSA: “Engineering Data Book”

2.2. Abreviaturas

En la Tabla 1 se indican las abreviaturas empleadas en el presente Informe

Tabla 1.- ABREVIATURAS

ABREVIATURAS	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
m.s.n.m	Metros sobre el Nivel del Mar	m
Bls	Barriles	bbbl
% v/v	Porcentaje en Volumen	%
G84	Gasolina 84 + Alcohol Anhidro	-
G90	Gasolina 90 + Alcohol Anhidro	-
DB5	Combinación de Diesel con Biodiesel	-
AA	Alcohol Anhidro	-
NPSH	Cabeza Neta de Succión Positiva (Net Positive Suction Head por sus siglas en inglés)	ft

2.3. Sistema de Unidades

En este Informe se manejarán las siguientes unidades (Ver Tabla 2).

Tabla 2.- SISTEMA DE UNIDADES

VARIABLE	UNIDAD
Presión	Psig (mm Hg)
Temperatura	°C (°F, °K)
Caudal volumétrico	gpm (BPD)
Capacidad	Bbl
Potencia	Hp
Viscosidad	cSt
Peso	Kg (Lb)
Longitud	ft (m)
Área	Inch ² (m ² o Ha)
Diámetro de tubería	Inch.
Velocidad	m/seg (km/h; ft/seg)

2.4. Combustibles Almacenados

2.4.1. Descripción General

Gasohol 84 (G84) y 90 (G90): Mezcla de gasolina de 84 y 90 octanos respectivamente y alcohol anhidro¹ en relación de 92.2% v/v y 7.8% v/v.

Diesel B5 (DB5): Mezcla de Diesel N° 2 y Biodiesel B100 en relación de 95% v/v y 5% v/v respectivamente.

2.4.2. Características Físicas del Diesel DB5

Combustible utilizado para motores de combustión interna de ciclo Diesel. Ver propiedades físico químicas en la Tabla 3.

Tabla 3.- PROPIEDADES DEL DIESEL B5

PROPIEDAD	VALOR
Estado físico	Líquido
Color	Transparente, claro a amarillo brillante.
Olor	Característico como kerosene
Gravedad específica 15.6°C	0,84 - 0.87
Punto de Ebullición	152,5 °C a 378,5 °C
Punto de Inflamación	55°C mín.
Punto de Autoignición	257 °C aprox.
Presión de vapor	0,02 psi (1,0 mmHg) @ 20°C
Viscosidad (cSt @ 40°C)	2,69
Límites de Inflamabilidad,	1,3 a 6,0 % vol. en aire
Clase	II

Fuente: Petroperú S.A.

Además según la NFPA, la clasificación de riesgos Para DB5 es: Salud: 0 / Inflamabilidad: 2 / Reactividad: 0, y su Código UN es 1202

¹ Mezcla de Alcohol Desnaturalizado (Etanol) de 95% v/v y un agente desnaturalizante, generalmente Nafta en proporción de 2 a 3% v/v; el contenido de agua no deberá superar el 0.3% en mezcla.

2.4.3. Características Físicas de las Gasolinas G84 y G90

Las gasolinas son mezclas volátiles de hidrocarburos ligeros, utilizadas en motores de combustión interna del ciclo Otto (mediante chispa). Éstas se diferencian por su octanaje (resistencia del combustible a la auto-detonación interna en los motores).

Las propiedades físicas y químicas de las Gasolinas (84 y 90) se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. - PROPIEDADES DE LAS GASOLINAS G84 Y G90

PROPIEDAD	VALOR
Estado físico	Líquido
Color	Transparente, claro a amarillo
Olor	Característico
Gravedad específica 15.6°C	0,73 -0,76
Punto de Ebullición (rango)	32,5 a 209 °C
Punto de Inflamación	< 0°C
Punto de Autoignición	280 °C aprox.
Presión de vapor	7.5 psia
Viscosidad (cSt)	0,88 ^(*)
Límites de Inflamabilidad	1,4 a 7,6 , % vol. en aire
Clase	IA

Fuente: Petroperú S.A. / ^(*) API 1996 – A Guide to the Assessment and Remediation to underground Petroleum Release.

Además según la NFPA, la clasificación de riesgos Para Gasolinas es:

- Salud: 0
- Inflamabilidad: 3
- Reactividad: 0

Y su Código UN²: 1203

²Número de Identificación para Materiales y Sustancias Peligrosas de las Naciones Unidas

2.5. Bases de Cálculo

El diseño hidráulico a desarrollar se basa en la necesidad de transportar fluidos (combustibles), los cuales se consideran incompresibles y se asume despreciable la transferencia de calor; para tal efecto, se requieren máquinas hidráulicas que suministren energía al fluido (Bombas).

Por lo tanto, se debe estudiar las interacciones que se originen entre fluido – tuberías y fluido - bombas a lo largo del recorrido para lograr un óptimo diseño.

El Balance de Energía en un sistema indica lo siguiente:

$$\left(\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \right) - \left(\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \right) = \frac{dQ}{dm} + (u_1 - u_2) - \frac{dW}{dm} \quad (1)$$

Los dos primeros términos son la diferencia de energías de presión, cinética y potencial entre dos puntos, los términos $\frac{dQ}{dm} + (u_1 - u_2)$ y $\frac{dW}{dm}$, vienen a ser “Caída de Presión debido a la fricción (h_f)”³ y el trabajo que ejerce la bomba sobre el fluido “Cabeza Manométrica (H_m)”, respectivamente. Además, para el sistema en estudio se considera despreciable el cambio en energía cinética y las presiones en los extremos serán atmosféricas, por lo cual la ecuación (1) queda:

$$H_m = (Z_2 - Z_1) + h_f + h_m \quad (2)$$

Esta ecuación se usará para determinar el comportamiento de las bombas y para las Velocidades, Pérdida de Carga y Diámetros se usarán las Prácticas Recomendadas para el diseño e Instalación de Sistemas de Tuberías Offshore según API 14E. Los términos mencionados se desarrollan a continuación:

³ Sumatoria de pérdidas primarias (h_f) y pérdidas menores (h_m)

2.5.1. Velocidad del Fluido en la Tubería

Para este cálculo se tomará la ecuación 2.1 de la [Ref. 4]:

$$V_{\text{línea}} = \frac{0,012 \times Q}{d^2} \quad (3)$$

Dónde:

Q : Caudal de líquido (BPD)

d : Diámetro interno de la tubería (Inch)

2.5.2. Pérdida de Carga

También llamada Pérdida de cabeza (h), se define como la suma de pérdidas primarias (fricción: fluido – tubería, h_f) y pérdidas menores (fricción: fluido - válvulas y accesorios, h_m), expresadas en pies de fluido.

A. Pérdidas Primarias (h_f)

Se calcula de la ecuación de Darcy - Weisbach según lo siguiente:

$$h_f = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Dónde:

f : Factor de fricción de Moody.

l : Longitud del tramo de la tubería

d : Diámetro interno de la tubería

v : Velocidad del fluido en la tubería ($V_{\text{línea}}$ en ft/s)

g : Aceleración de la gravedad (32.2 ft/s²)

B. Pérdidas Menores (h_m)

Cálculo similar a las pérdidas primarias según la siguiente ecuación:

$$h_m = K \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

Donde:

K : Coeficiente de resistencia que incluye la longitud equivalente (l/d)

g : Aceleración de la gravedad (32.2 ft/s²)

El coeficiente de resistencia y la longitud equivalente se obtienen de tablas según material, clase y diámetro de tubería o en general se puede usar la “Tabla del Factor K” para acero comercial de la [Ref. 5].

C. Caída de Presión (ΔP)

La Pérdida de Carga también se puede expresar en términos de Caída de Presión según un arreglo matemático⁴ de la ecuación (4).

$$\Delta P = \frac{0,00115 \times f \times Q^2 \times S}{d^5} \quad (6)$$

Dónde:

ΔP : Caída de presión por cada 100 pies (psig/100ft)

Q : Caudal de Líquido (BPD)

S : Gravedad específica del fluido.

d : Diámetro interno de la tubería (Inch)

⁴ Ver la ecuación para fase líquida de la [Ref. 4]

En consecuencia, otro método para calcular la pérdida de carga será multiplicar ΔP por la longitud total, la cual comprende el tramo de tubería y la longitud equivalente (l_{EQ}) de las válvulas y accesorios del sistema, los cuales se pueden verificar de la Tabla 2.2 de la [Ref. 4].

Además, se debe tener en cuenta el cálculo del factor de fricción (f) y el Número Reynolds (Re) según la [Ref. 4]:

$$\frac{1}{\sqrt{f_1}} = -2 \log \left[\frac{K/d}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f_0}} \right] \quad (7)$$

$$Re = \frac{\rho dv}{\mu} \quad (8)$$

Donde:

K : Rugosidad específica del material (inch)

Re : Número adimensional Reynolds

ρ : Densidad del fluido (lb/ft^3)

μ : Viscosidad del fluido ($lb/ft\text{-seg} = cp/1488, cst \cdot S/1488$)

2.5.3. Diámetro de Tubería

Para este cálculo se tomará como parámetros principales la velocidad y caída de presión dentro de la tubería, que según la Pag 21 [Ref. 4] indica:

- $2 \text{ ft/seg} < V_{\text{línea}} < 9 \text{ ft/seg}$
- $\Delta P < 10\%$ de la Presión de ingreso al sistema

2.5.4. NPSH Disponible (NPSH_D) para Bombeo

Siempre se debe tener suficiente energía disponible en la succión de la bomba para que el fluido llegue al impulsor y contrarreste las pérdidas; de lo contrario se produciría la cavitación y pérdida de eficiencia. Esta energía disponible se conoce como Cabeza Neta de Succión Positiva (NPSH_D) y se calcula siguiendo lo establecido en la [Ref. 4]:

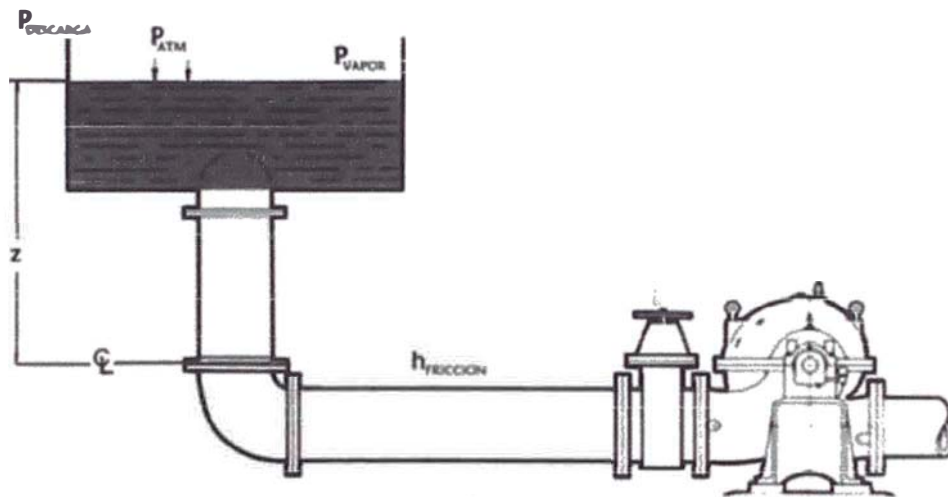


Fig. 2.- ARREGLO DE BOMBEO PARA CÁLCULO DE NPSH_D

$$NPSH_D = \Delta z + P_{atm} - h_s - P_v \quad (9)$$

Donde:

P_{atm} : Presión atmosférica (psi)

Δz : Diferencia entre succión y nivel de líquido (ft)

h_s : Pérdida de carga en la succión (psi)

P_v : Presión de vapor del líquido (psi)

Nota : La conversión de unidades de Presión (psia) a pies de columna de líquido (ft) se hará según: $\frac{\Delta P \times 2,31}{S.G.}$, siendo S.G la gravedad específica del fluido.

2.5.5. Cabeza Manométrica Requerida para Bombeo

La Cabeza Manométrica se puede expresar según la ecuación (2) o como la diferencia de presiones en la descarga y la succión expresado en pies o psi:

$$H_m = H_{m \text{ Descarga}} - H_{m \text{ Succión}} \quad (10)$$

$$H_{m \text{ Succión}} = P_{ATM} + \Delta z_s - h_s \quad (11)$$

$$H_{m \text{ Descarga}} = P_{ATM} + \Delta z_D + h_d \quad (12)$$

Donde:

h_s : Pérdida de carga en la Succión (ft o psi)

h_d : Pérdida de carga en la Descarga (ft o psi)

Δz : Diferencia de Nivel entre Bomba y Nivel Líquido (ft o psi)

2.5.6. Potencia Requerida para Bombeo

El trabajo útil que hace la bomba es el peso del líquido bombeado en un periodo, multiplicado por la cabeza manométrica (carga producida) y se expresa en términos de caballaje de líquido dividido entre eficiencia.

$$BHP = \frac{[Q \times H_m \times S]}{[3,960 \times \eta]} \quad (13)$$

Donde:

BHP: Potencia de la bomba al 100% de eficiencia (Hp)

Q : Caudal máximo de operación (GPM)

H_m : Cabeza manométrica o carga del sistema (ft)

S : Gravedad específica del fluido

η : Eficiencia de la bomba

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA HIDRÁULICA DE UNA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES

3.1. Criterios de Diseño

3.1.1. Bases Normativas de Diseño

Todo proyecto de diseño inicia con un análisis de la normatividad Nacional que aplique. En el Anexo A se muestra un extracto de cada Norma listada en el ítem 2.1.1, con el cual se plantea un esquema básico de Planta con 7 áreas de operación (Ver Tabla 5):

Tabla 5.- ÁREAS DE OPERACIÓN DE LA PLANTA

Nº DE LEYENDA	ÁREA	COMPONENTES
1	Recepción y Despacho	Islas de carga/descarga de camiones y vagones
2	Almacenamiento	Área de Tanques
3	Tuberías y Bombas	Bombas de recepción, despacho
4	Servicios	Sistema contra incendio, pozo de agua, sala de fuerza, pozo séptico.
5	Edificaciones	Administración y facturación.
6	Patio de maniobras	Pistas de 2 carriles en ambos sentidos.
7	Parqueo Vehicular	Estacionamiento para transporte pesado y liviano

Elaboración Propia

3.1.2. Objetivo de la Planta

La planta tendrá por finalidad la Recepción de los productos DB5, G84 y G90 desde camiones tanque o vagones de ferrocarril, Almacenamiento en tanques verticales y Despacho a camiones cisterna.

3.1.3. Localización de la Planta

La Planta de Abastecimiento estará ubicada a la altura del Km. 267 de la Carretera Central, provincia y región Pasco, aproximadamente a 4,300 m.s.n.m. y en un área aproximada de 130,000 m² (13 Ha).



Fig. 3.- LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

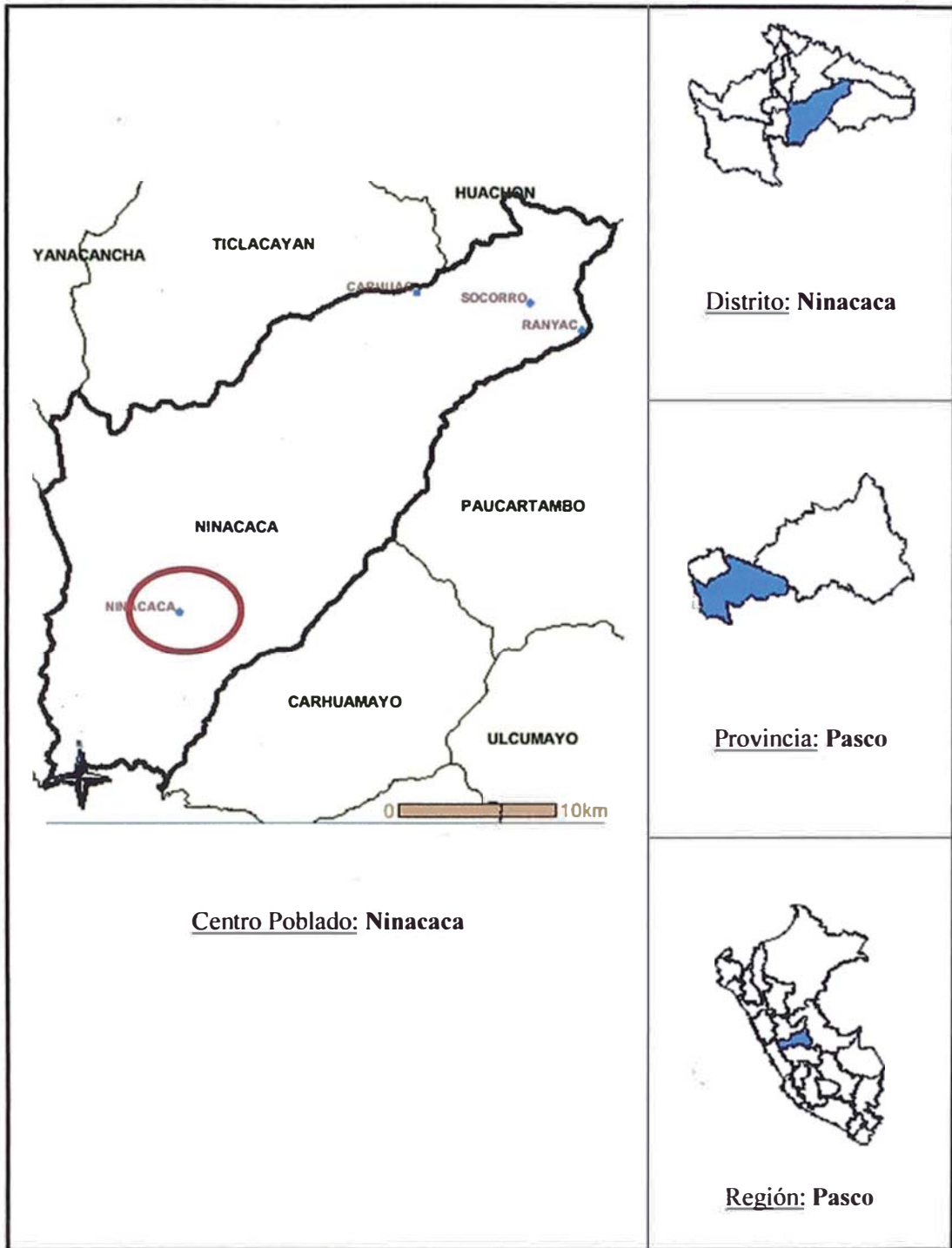


Fig. 4.-LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

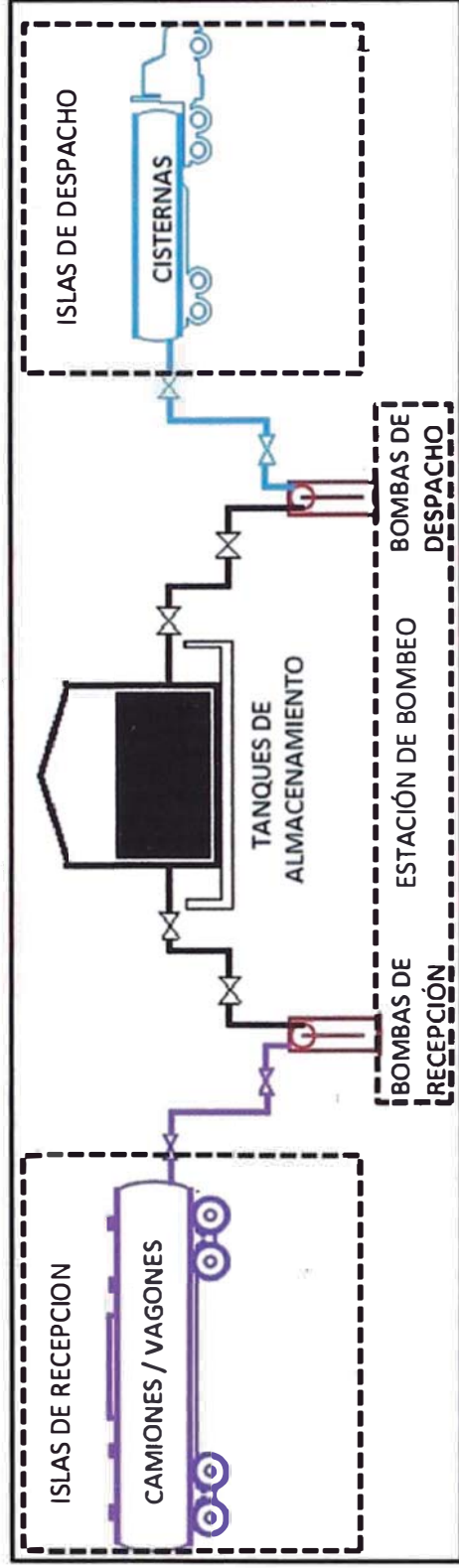


Fig. 5.- ESQUEMA PRINCIPAL DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE COMBUSTIBLES

3.2.1. Operación de Recepción

Se plantean 3 Islas de Recepción, para la descarga desde camiones tanque y desde vagones cisterna de ferrocarril⁵.

Tabla 8.- ISLAS DE RECEPCIÓN

ISLAS	PARA	CAPACIDAD HASTA (Gal)	Nº BRAZOS DE CARGA	PRODUCTOS
Isla N° 01	Camiones Tanque	11,000	1	Gasoholes G84 y G90
Isla N° 02	Camiones Tanque	11,000	2	Diesel DB5
Isla N° 03	Vagones Cisterna	8,000	3	Gasoholes G84, G90 y DB5

Elaboración Propia

La descarga será por la parte inferior (Fig. 6) y la línea hacia bombas incluirá válvulas de seguridad con cierre manual que cortaran el flujo en emergencias. Además, cada vehículo contará con conexión a Tierra; mientras no se registre la señal, el sistema no podrá iniciar.



Fig. 6.- SWITCH DE NIVEL, TOMAS PARA CARGUÍO Y CONEXIÓN A TIERRA

⁵ Se proyecta la construcción de una línea férrea que se desprenda del ramal La Oroya – C. de Pasco.

3.2.2. Operación de Almacenado de Combustibles

Luego de la recepción del combustible, se bombea el mismo hacia los tanques de almacenamiento, los cuales tendrán una capacidad total de 15,340 Bls distribuidos según la Tabla 9.

Tabla 9.- CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

PRODUCTO	Nº TANQUES	CAPACIDAD [Bls]		TECHO	ALTURA [pies]
		POR TANQUE	TOTAL		
Gasohol G84	1	1,200	1,200	Fijo con Sábana Flotante	24
Gasohol G90	2	1,500	3,000	Fijo con Sábana Flotante	24
Diesel DB5	2	5,570	11,140	Fijo	36
TOTAL	5	8,270	15,340		

Elaboración Propia

Nota: En el futuro se puede contar con 1 tanque de 460 Bls con sábana flotante para Alcohol Anhidro y 1 más de G84 de 1,200 Bls, con lo que se llega a los 17,000 Bls.

Cada tanque contará con la indicación de nivel tipo regleta y sistema alivio de presiones y vacío.

3.2.3. Operación de Medición y Despacho

El sistema de despacho de combustibles consistirá de dos islas de carguío, las cuales tendrán dos brazos de carga cada uno.

Tabla 10.- ISLAS DE DESPACHO

ISLAS	PARA	CAPACIDAD Hasta (Gal)	Nº BRAZOS DE CARGA	PRODUCTOS
Isla N° 01	Camiones Tanque	9,000	2	G90 y DB5
Isla N° 02	Camiones Tanque	9,000	2	G84 y DB5

Elaboración Propia

Cada camión cisterna será llenado con su bomba respectiva, con caudal máximo 300 GPM. La capacidad de éstos son: 1000, 3000 y 9000 galones, por lo que el tiempo de operación estimado se muestra en la Tabla 11:

Tabla 11.-TIEMPO DE LLENADO DE CISTERNAS

TIEMPO DE OPERACIÓN (min)	9,000 GAL	3,000 GAL	1,000 GAL
Bombeo	30	10	4
Registro/Otros	10	10	10
Tiempo Total	40	20	14

Elaboración Propia en base a estimados.

Tiempo promedio de operación: 25 minutos / Periodo de Trabajo: 8 horas por día

El sistema de control y despacho estará centralizado por un Computador Tipo “Batch” o Pre-seleccionador Electrónico y cada isla estará equipada por un computador de flujo.

Además, el sistema de despacho contendrá un Filtro Desaireador⁶ y un Medidor de Desplazamiento Positivo que conmutará con un sistema de sobrellenado⁷ y un detector de puesta a tierra.

Para cada despacho de gasolinas se deberá colocar línea de recuperación de vapores, la cual liberará los gases a un quemador de vapores y el combustible recuperado será reinyectado al tanque de gasolinas.

⁶ Elimina la presencia de burbujas y partículas sólidas del flujo, las cuales interfieren con la correcta medición de líquido desplazado por el medidor.

⁷ El sistema cierra la válvula en el brazo de carga y detiene la bomba

3.2.4. Operación de Transferencia de Combustibles (Estación de Bombeo)

Las líneas de recepción de G84, G90 y DB5 llegarán a una “Estación de Bombeo” que tendrá un arreglo de válvulas y bloqueos que permite que cada bomba de despacho tenga como respaldo la de recepción del mismo producto, manteniendo en todo momento la independencia de la línea y del producto.

El sistema de bombeo constará de 7 bombas de 300 gpm⁸, 3 de recepción (1 por producto), 3 para despacho (1 por producto) y 1 de apoyo para DB5⁹ (Ver Fig. 7 y 8)

Las bombas serán centrífugas de tipo vertical para prevenir fenómenos de cavitación, con motor a prueba de explosión; las presiones mínimas de succión y descarga serán 5 psig y 50 psig respectivamente.

El sistema de seguridad funcionará tal que una vez que se recibe señal de tierra de un vagón o cisterna se puede activar la bomba.

El arreglo tendrá un filtro *strainer* de canastillo de 250 micrones (60 Mesh), para retención de arena fina. Estos filtros contarán con línea paralela en caso de remplazo o mantenimiento, así como una válvula de purgado de líquido y medidor de presión diferencial.

⁸ 300 gpm: Caudal promedio de uso en este tipo de Plantas

⁹ Se considera una bomba más (*Standby*) debido a la mayor demanda de este combustible

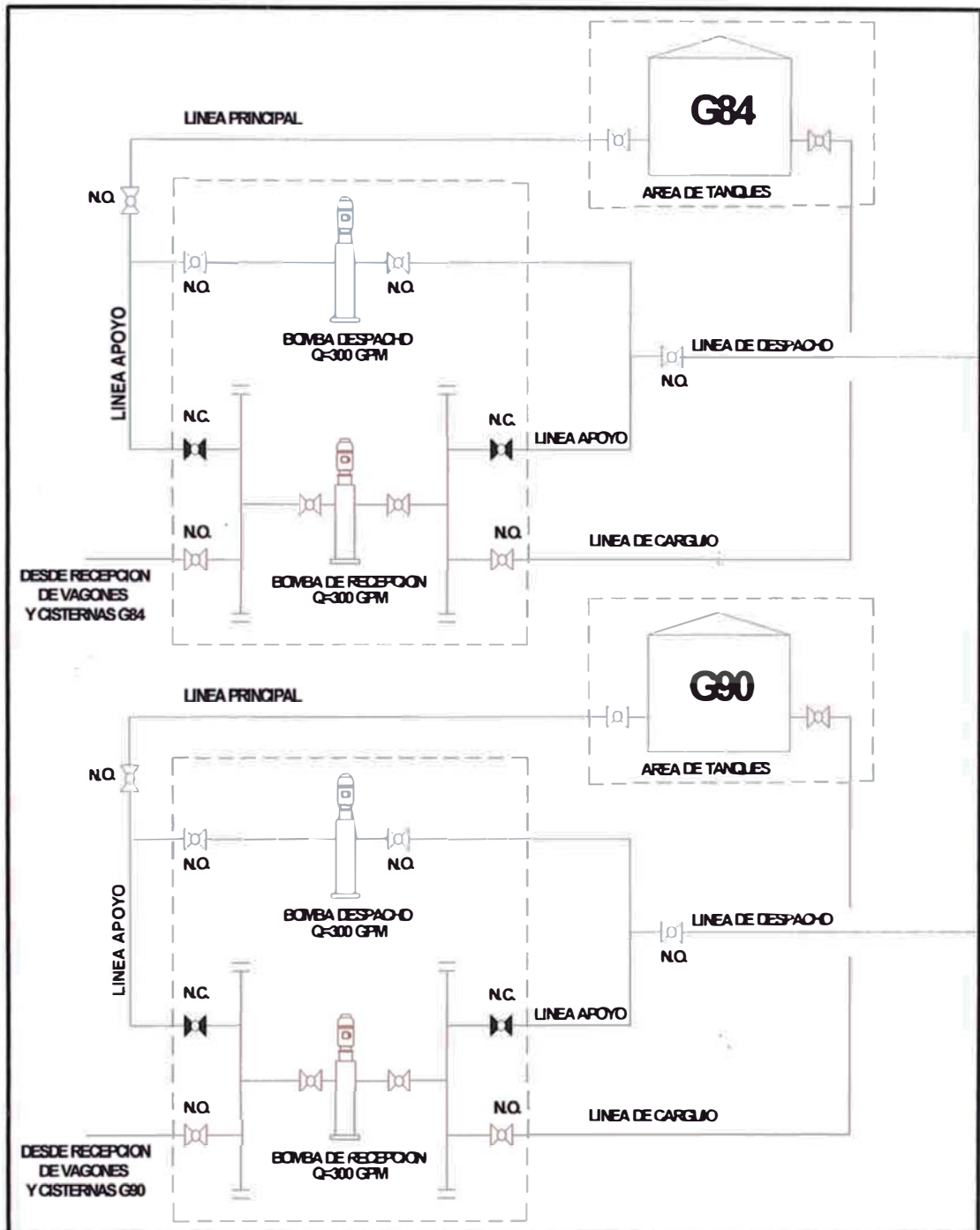


Fig. 7.- SISTEMA DE BOMBEO PARA G84 Y G90

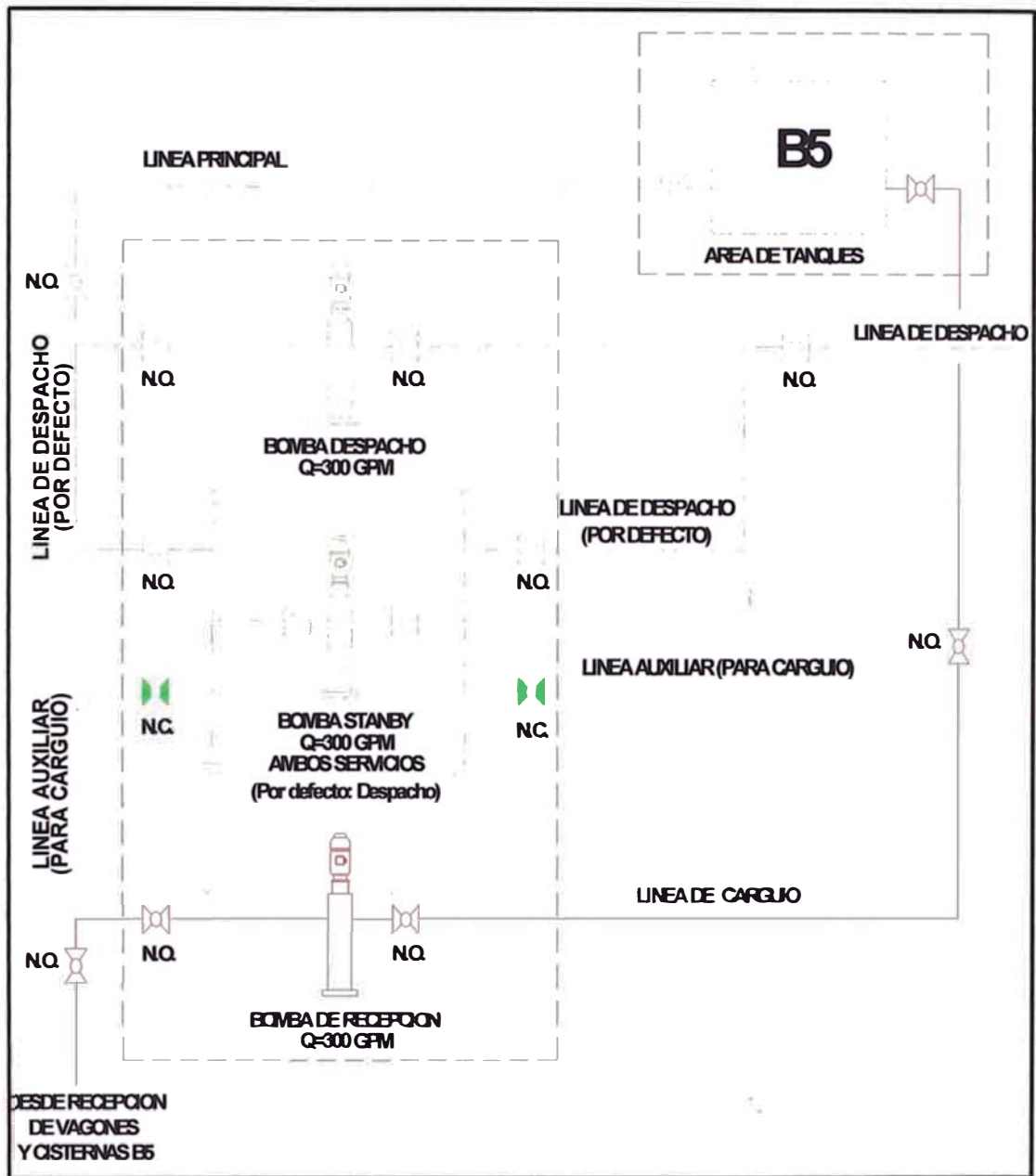


Fig. 8.- SISTEMA DE BOMBEO PARA DB5

3.2.5. Otros Componentes de la Planta

A. Sistema Contra Incendio

Rociadores para tanques e islas; hidrantes, monitores de agua y sistema de espuma (presión mín.: 100 psig en el lugar más alejado).

B. Sistema de Drenaje Aceitoso

Red de tuberías enterradas que colectarán hidrocarburos o agua contaminada, que serán colectados en una pileta API, poza para eliminación (por evaporación) del agua separada de hidrocarburos.

C. Sistema de Agua de Servicio

Suministro y distribución de agua dulce: Pozo, bomba, cisterna, tanque y red de tuberías. Se debe prever la interconexión a futura red de agua.

D. Sistema de Drenaje Pluvial

Red de tuberías enterradas que colectan agua de lluvia no contaminada proveniente de patios, pistas y techos.

E. Sistema de Eliminación de Vapores

Brazos que fijan la línea de retorno a camiones, conectados a un recipiente y bomba de recuperación de condensados, sirve para eliminar vapores.

F. Equipos No Rotativos y Rotativos

No Rotativos: Tanques de Almacenamiento, de agua contra incendio, de espuma y para condensados.

Rotativos: Bombas de Recepción/Despacho, Contra Incendio, Presurización Jockey, Condensado, de Pozo y de agua.

G. Instrumentación de Medición

De Caudal: Desplazamiento Positivo con corrección de temperatura.

De Presión: Indicadores tipo Bourdon, diafragma o fuelle.

De Nivel: Indicadores tipo Regleta y tipo Radar para Tanques.

De Temperatura: Termómetros bimetalicos.

3.3. Diagrama de Procesos

En base a los Criterios de Diseño se desarrolla la Distribución de Planta y el Diagrama de Flujo de Proceso que se muestran en los Anexos B y C.

3.4. Parámetros de Operación

- Como se observa en la Fig. 5 las líneas para la Recepción, Bombeo y Despacho de combustibles se pueden desagregar según lo siguiente:

Recepción-Almacenamiento: Succión de vagones + bombeo + descarga a tanques

Almacenamiento-Despacho: Succión de tanques + bombeo + descarga a camiones

- Debido a que la temperatura de trabajo está entre 3 a 15 °C (37 a 59 °F) y la máxima presión debajo de 285 psig, la tubería será de acero al carbono ASTM A-106 Gr B y clase 150# según ANSI/ASME 16.5.
- Para realizar los cálculos se tomarán los escenarios más críticos (distancias y caudales mayores), según si la operación es recepción o despacho (Ver Fig. 9, 10 y 11) y considerando los siguientes parámetros:

Tabla 12.- PARÁMETROS DE OPERACIÓN

PARÁMETROS	G-84 / G-90 (*)	DB5
Q (GPM)	300	300 / 600**
K (mm)	0,046	0,046
μ (cst)	0,88	2.69
ρ (lb/ft ³)	46,176	54,288
S	0,74	0,845
P _{DESCARGA MAX} (psi)	50,0	50,0
P _{VAPOR} (psi)	7,5	0,02

(*) Se consideran propiedades de gasolinas

(**)Se considera el escenario SIN (recepción) o CON (despacho) bomba de apoyo.

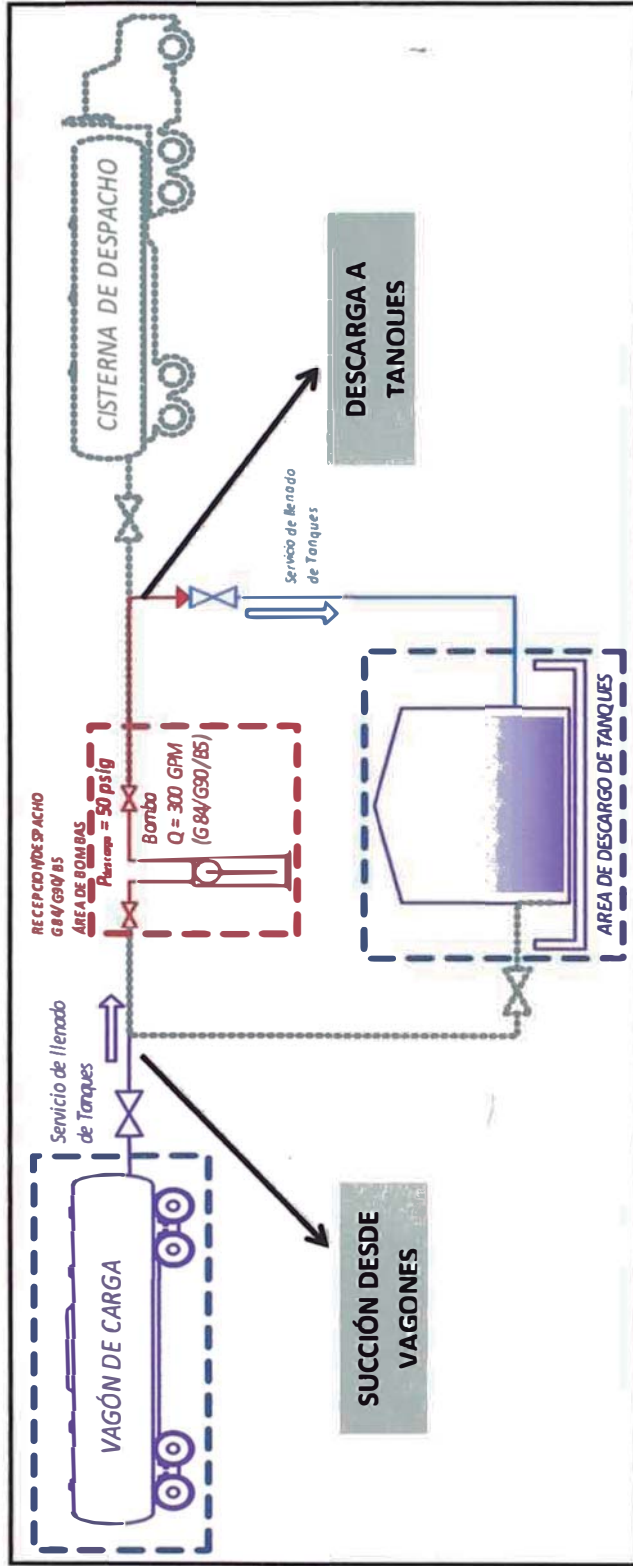


Fig. 9.- SISTEMA DE RECEPCIÓN - ALMACENAMIENTO

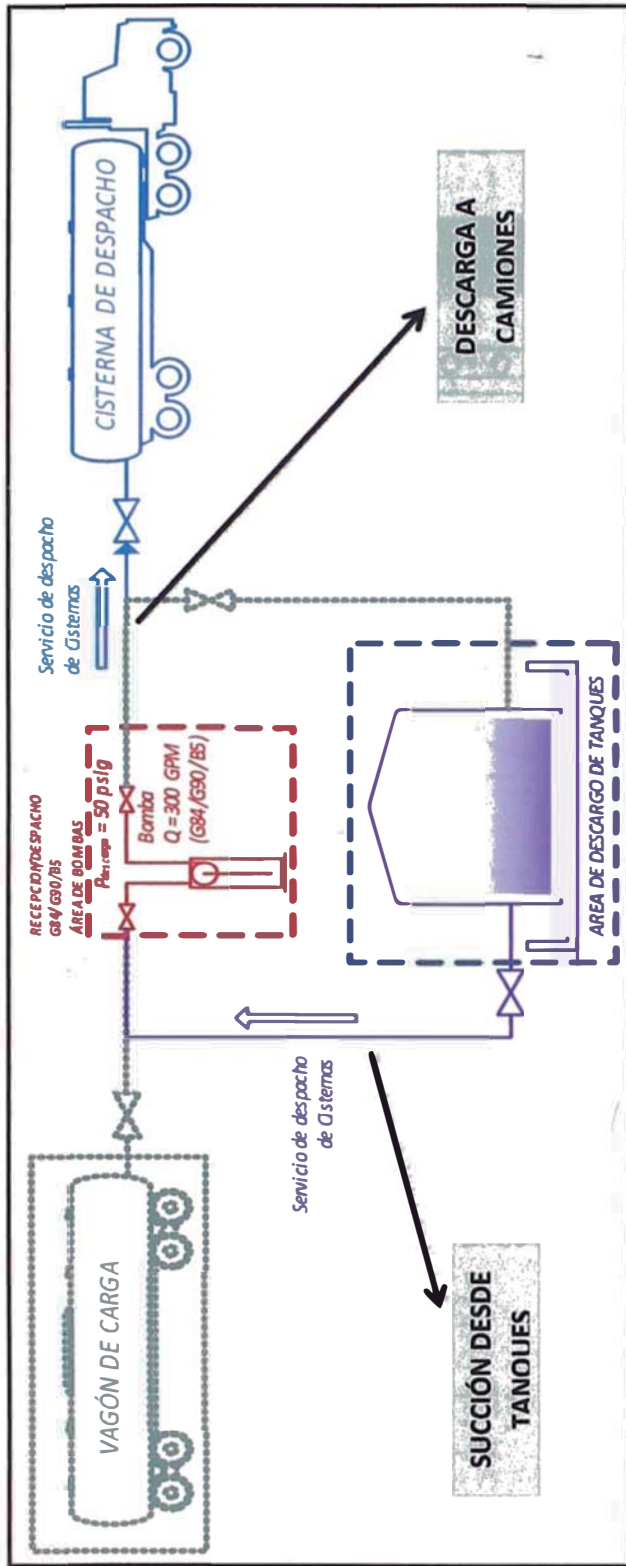


Fig. 10.- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO - DESPACHO

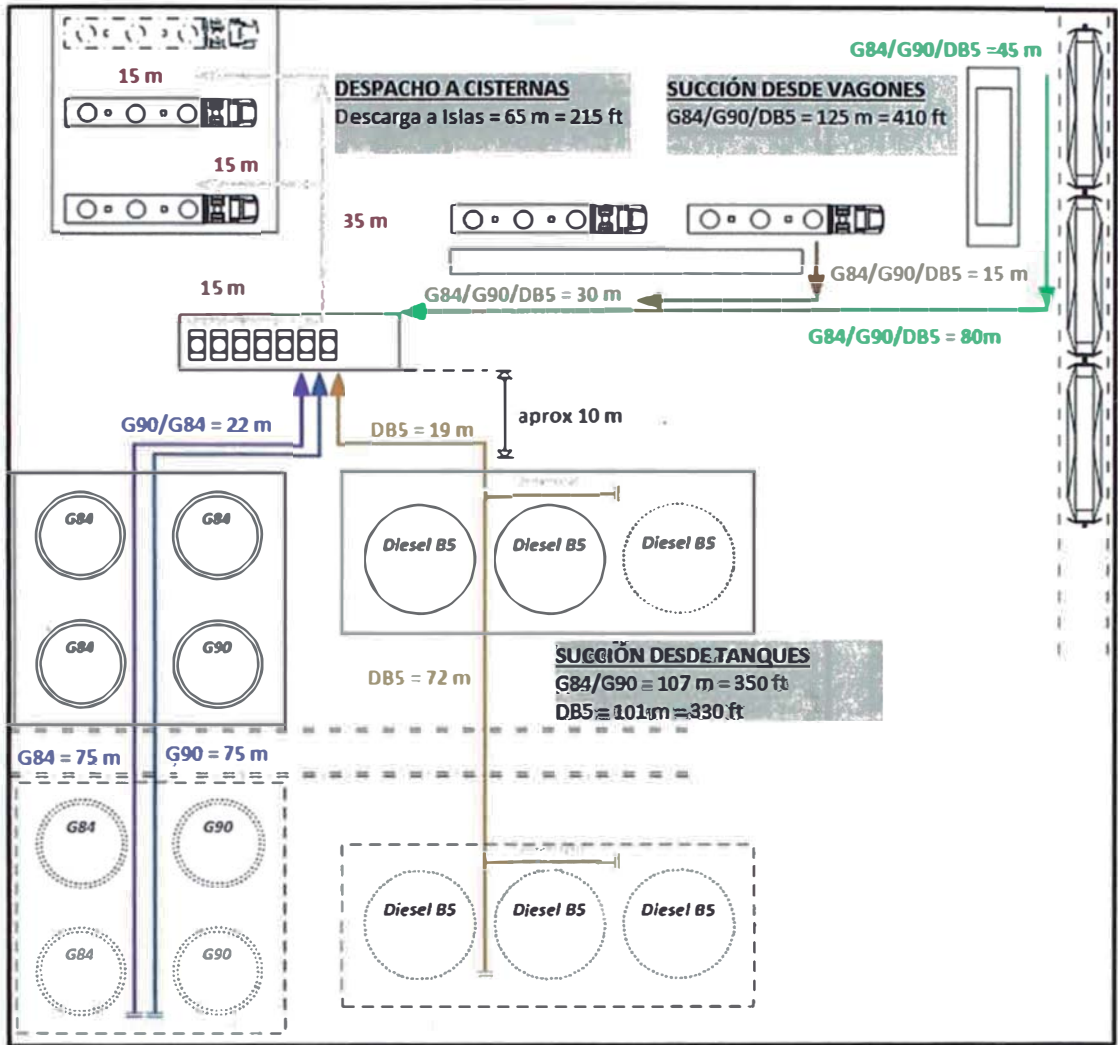


Fig. 11.- ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

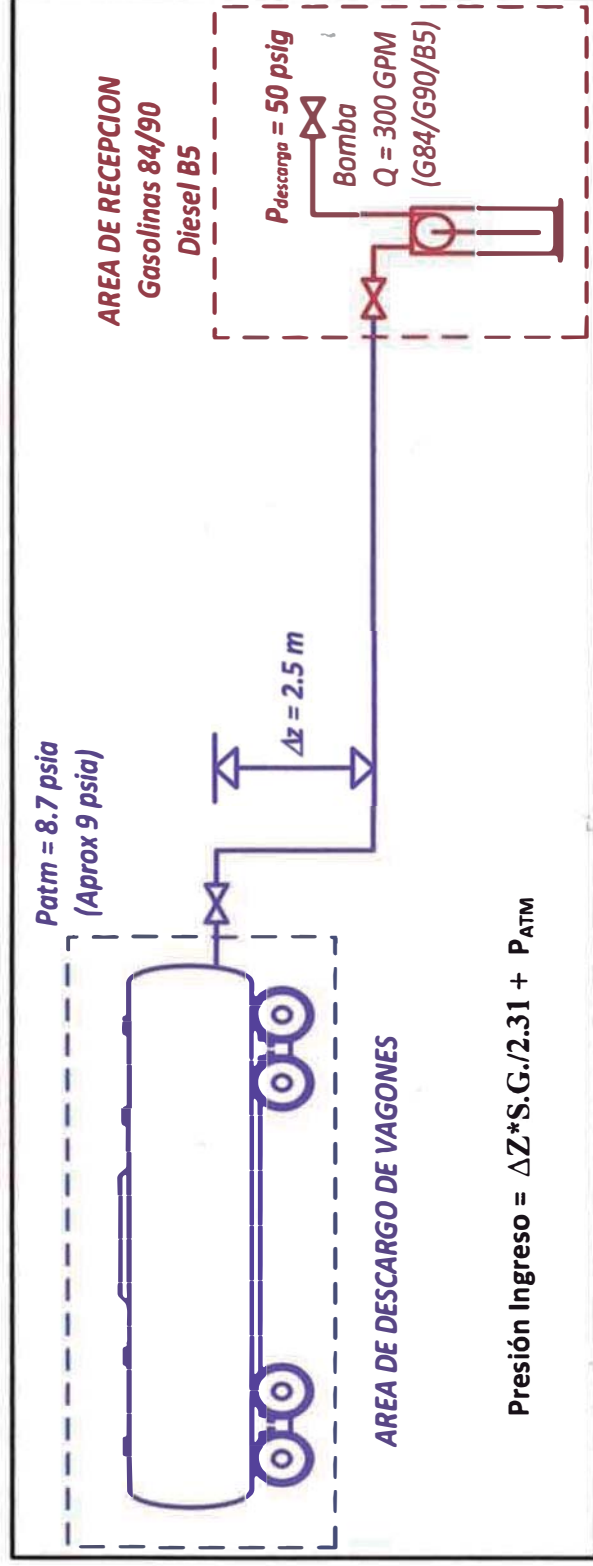


Fig. 12.- ESQUEMA ENTRE VAGONES Y BOMBAS

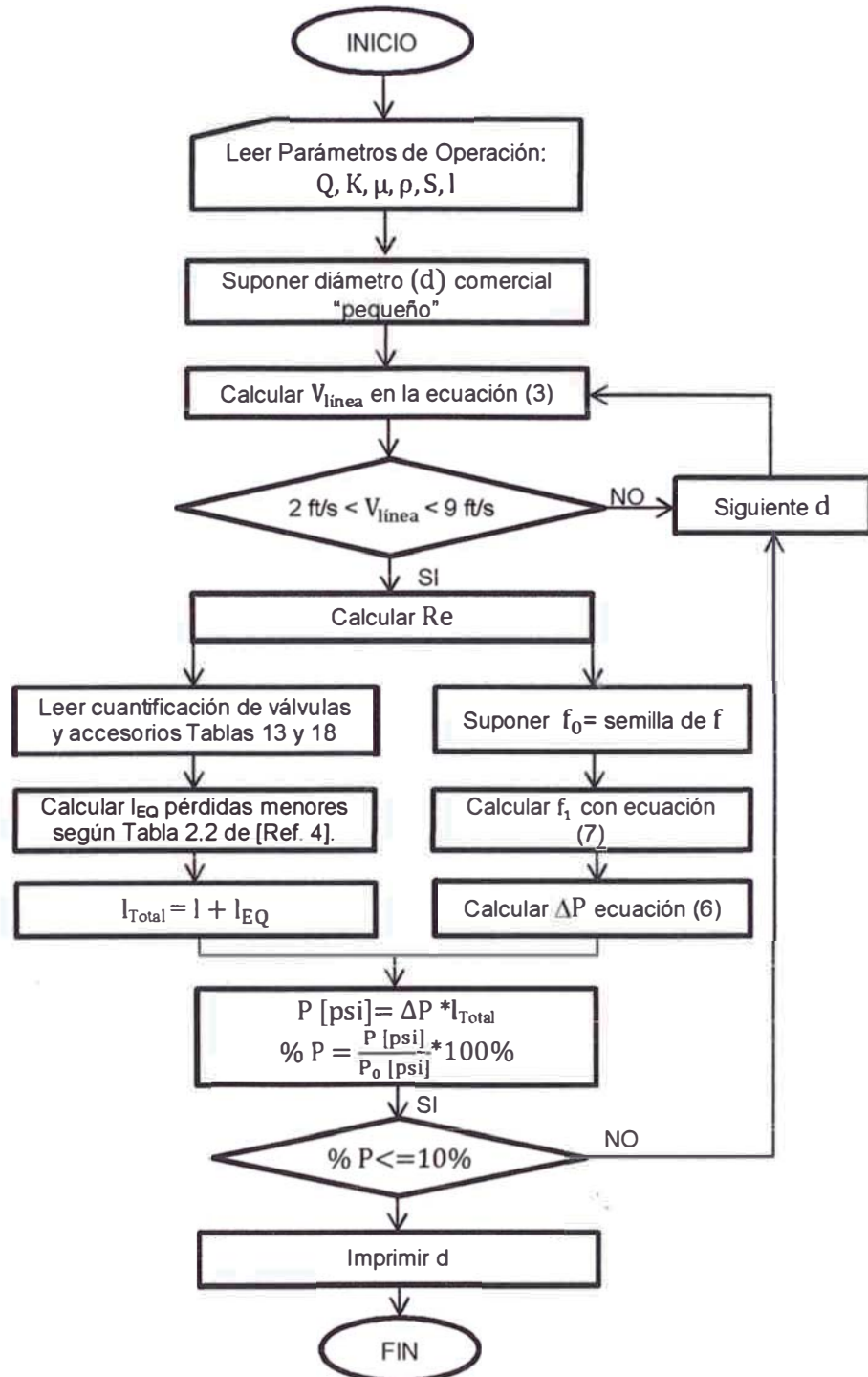


Fig. 13.- CALCULO DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

* P_0 es la Presión inicial del sistema que depende de cada operación

3.5. Dimensionamiento de Tuberías

Para el dimensionamiento de las tuberías se seguirá el procedimiento que se muestra en el Diagrama de Flujo de la Fig. 13, en el cual se calcula según cada diámetro nominal: la velocidad del fluido, número Reynolds, factor de fricción, longitud equivalente y caída de presión.

3.5.1. Recepción y Almacenamiento de G84/G90/DB5

- Se considera la succión desde vagones (328 ft) y descarga a tanques (350 ft para G84/90 y 330 ft DB5) según Fig. 11.
- La Presión de ingreso al sistema de tuberías es la suma de la cabeza topográfica y la presión atmosférica (Ver Fig. 12).
- Se asumió un arreglo de válvulas y accesorios hacia Bombas que de acuerdo a los Anexos C y D sería el siguiente:

Tabla 13.- ARREGLO DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS

VÁLVULA / ACCESORIO	SUCCIÓN	DESCARGA
Válvula de Bola	4 (G84/G90) 5 (DB5)	3
Válvula Check	0	1 (de giro)
Codo 90°	6	4 (G84/G90) 5 (DB5)
Conexión Te (de Corte)	3	2
Reducción	1 (6"X4")	1 (Sólo DB5)
Filtro Canastillo (*)	1	0

(*) La caída de presión se extrae de los catálogos de proveedores (Ver Anexo F)

Tabla 14.- SUCCIÓN DE G84/G90 DESDE VAGONES / 300 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		Longitud Equivalente [ft]			Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁	l	l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	P [psi]	[%]
2	28.89	525,048	0.015000	0.019647	328.00	56.00	384.00	46.880	190.018	1668
4	7.61	269,566	0.015000	0.018072	328.00	101.00	429.00	1.538	7.149	63
6	3.36	178,940	0.015000	0.017951	328.00	151.00	479.00	0.197	1.123	9
8	1.94	135,982	0.015000	0.018229	328.00	192.00	520.00	0.051	0.264	2
10	1.23	108,311	0.015000	0.018657	328.00	245.00	573.00	0.017	0.095	1
12	0.87	90,909	0.015000	0.019095	328.00	289.00	617.00	0.007	0.044	0

Tabla 15.- DESCARGA DE G84/G90 A TANQUES / 300 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		Longitud Equivalente [ft]			Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁	l	l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	[psi]	[%]
2	28.89	525,048	0.015000	0.019647	351.05	55.00	406.050	46.8798	190.355	381
4	7.61	269,566	0.015000	0.018072	351.05	99.00	450.050	1.2383	5.573	10
6	3.36	178,940	0.015000	0.017951	351.05	148.00	499.050	0.1969	0.983	2
8	1.94	135,982	0.015000	0.018229	351.05	192.00	543.050	0.0507	0.275	1
10	1.23	108,311	0.015000	0.018657	351.05	243.00	594.050	0.0166	0.099	0
12	0.87	90,909	0.015000	0.019095	351.05	288.00	639.050	0.0071	0.045	0

Tabla 16.- SUCCIÓN DE DBS DESDE VAGONES / 300 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		l	Longitud Equivalente [ft]		Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁		l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	[psi]	[%]
2	28.89	171,763	0.015000	0.020753	328.08	58.00	386.08	56.547	228.318	1941
4	7.61	88,185	0.015000	0.020476	328.08	104.00	432.08	1.990	9.149	78
6	3.36	58,538	0.015000	0.021293	328.08	155.00	483.08	0.267	1.469	10
8	1.94	44,485	0.015000	0.022191	328.08	198.00	526.08	0.070	0.371	3
10	1.23	35,433	0.015000	0.023119	328.08	252.00	580.08	0.024	0.137	1
12	0.87	29,740	0.015000	0.023937	328.08	298.00	626.08	0.010	0.064	1

Tabla 17.- DESCARGA DE DBS A TANQUES / 300 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		l	Longitud Equivalente [ft]		Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁		l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	[psi]	[%]
2	28.89	171,763	0.015000	0.020753	331.36	58.00	389.36	56.5467	220.1731	440
4	7.61	88,185	0.015000	0.020476	331.36	106.00	437.36	1.9902	8.7045	17
6	3.36	58,538	0.015000	0.021293	331.36	159.00	490.36	0.2668	1.3081	3
8	1.94	44,485	0.015000	0.022191	331.36	204.00	535.36	0.0705	0.3772	1
10	1.23	35,433	0.015000	0.023119	331.36	259.00	590.36	0.0235	0.1389	0
12	0.87	29,740	0.015000	0.023937	331.36	306.00	637.36	0.0101	0.0647	0

3.5.2. Almacenamiento y Despacho de G84/G90/DB5

- Se considera la succión desde tanques (350 ft para G84/90 y 330 ft DB5) y descarga a camiones (215 ft) según Fig. 11.
- La Presión de ingreso al sistema de tuberías es la suma de la cabeza topográfica (según altura de cada tanque) y la presión atmosférica.
- Se asumió un arreglo de válvulas y accesorios hacia Bombas que de acuerdo a los Anexos C y D sería el siguiente:

Tabla 18.- ARREGLO DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS

VÁLVULA / ACCESORIO	SUCCIÓN	DESCARGA
Válvula de Bola	5	4 (G84/G90) 5 (DB5)
Válvula Check	0	1 (de giro)
Codo 90°	10 (G84/G90) 12 (DB5)	4 (G84/G90) 2 (DB5)
Conexión Te (de Corte)	4	2 (G84/G90) 3 (DB5)
Reducción	0	2 (Sólo DB5)
Filtro Canastillo (*)	1	1

(*) La caída de presión se extrae de los catálogos de proveedores (Ver Anexo F)

Tabla 19.- SUCCIÓN DE G84/G90 DESDE TANQUES / 300 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		Longitud Equivalente [ft]			Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁	l	l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	[psi]	[%]
2	28.89	525,048	0.015000	0.019647	351.05	80.00	431.05	46.880	212.075	1703
4	7.61	269,566	0.015000	0.018072	351.05	141.00	492.05	1.538	8.119	65
6	3.36	178,940	0.015000	0.017951	351.05	212.00	563.05	0.197	1.289	10
8	1.94	135,982	0.015000	0.018229	351.05	268.00	619.05	0.051	0.314	3
10	1.23	108,311	0.015000	0.018657	351.05	343.00	694.05	0.017	0.115	1
12	0.87	90,909	0.015000	0.019095	351.05	405.00	756.05	0.007	0.054	0

Tabla 20.- DESCARGA DE G84/G90 A CAMIONES / 300 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		Longitud Equivalente [ft]			Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁	l	l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	[psi]	[%]
2	28.89	525,048	0.015000	0.019647	213.25	57.0	270.25	46.8798	136.695	273
4	7.61	269,566	0.015000	0.018072	213.25	102.0	315.25	1.5383	5.400	10
6	3.36	178,940	0.015000	0.017951	213.25	152.0	365.25	0.1969	0.899	2
8	1.94	135,982	0.015000	0.018229	213.25	198.0	411.25	0.0507	0.208	0
10	1.23	108,311	0.015000	0.018657	213.25	250.0	463.25	0.0166	0.077	0
12	0.87	90,909	0.015000	0.019095	213.25	297.0	510.25	0.0071	0.036	0

Tabla 21.- SUCCIÓN DE DB5 DESDE TANQUES / 600 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		Longitud Equivalente [ft]			Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁	l	l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	[psi]	[%]
2	57.78	343,526	0.015000	0.019952	331.36	86.00	417.36	217.451	919.562	6097
4	15.23	176,370	0.015000	0.018795	331.36	151.00	482.36	7.307	37.748	250
6	6.71	117,076	0.015000	0.019007	331.36	228.00	559.36	0.952	6.128	41
8	3.88	88,970	0.015000	0.019511	331.36	286.00	617.36	0.248	1.750	10
10	2.46	70,865	0.015000	0.020120	331.36	367.00	698.36	0.082	0.572	4
12	1.73	59,480	0.015000	0.020693	331.36	433.00	764.36	0.035	0.268	2

Tabla 22.- DESCARGA DE DB5 A CAMIONES / 600 GPM

Diámetro [inch]	V _{línea} [ft/s]	Reynolds Re	Factor de Fricción		Longitud Equivalente [ft]			Caída de Presión (ΔP)		
			f ₀	f ₁	l	l _{EQ}	l _{Total}	[psi/100 ft]	[psi]	[%]
2	57.78	343,526	0.015000	0.019952	213.25	63.00	276.25	217.4506	612.7174	1225
4	15.23	176,370	0.015000	0.018795	213.25	118.00	331.25	7.3074	26.7062	53
6	6.71	117,076	0.015000	0.019007	213.25	174.00	387.25	0.9525	4.4884	9
8	3.88	88,970	0.015000	0.019511	213.25	229.00	442.25	0.2478	1.3159	3
10	2.46	70,865	0.015000	0.020120	213.25	288.00	501.25	0.0819	0.4106	1
12	1.73	59,480	0.015000	0.020693	213.25	341.00	554.25	0.0351	0.1945	0

Nota: Usando Bomba de Apoyo para Expansión de Capacidad, 2 bombas de 300 GPM cada una.

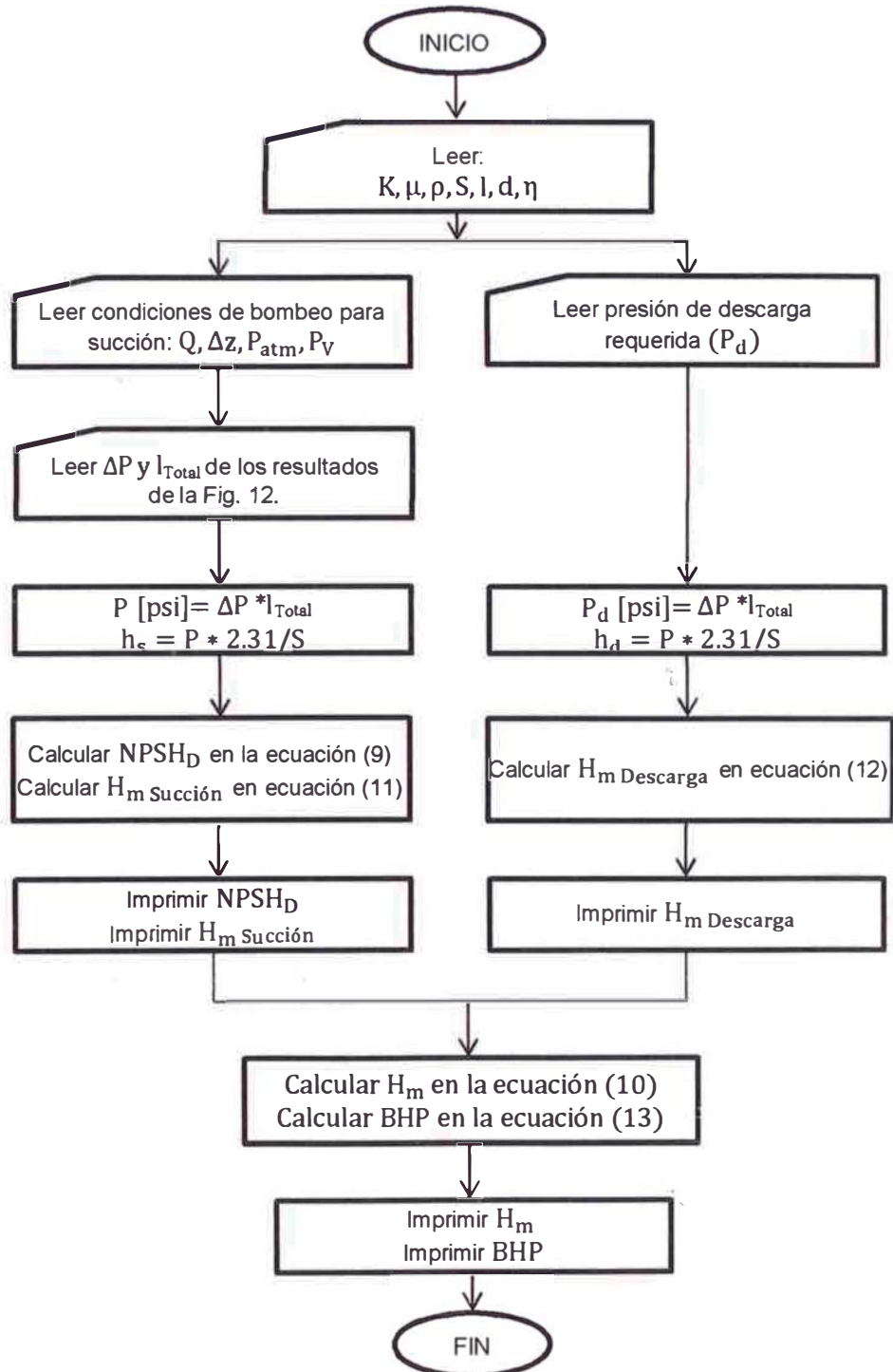


Fig. 13.- CALCULO DE DIMENSIONAMIENTO DE BOMBAS

* P_0 es la Presión inicial del sistema que depende de cada operación

3.6. Dimensionamiento de Bombas

Las condiciones de bombeo se obtienen según Diagrama de Flujo de la Fig. 14, en el cual se calcula NPSH disponible, cabeza manométrica y potencia requerida.

Debido a que cada bomba puede funcionar como recepción o como despacho, se tomará la condición más distante como es la succión desde vagones (328 ft) y descarga a tanques (350 ft para G84/90 y 330 ft DB5).

3.6.1. Cálculo del NPSH_D para Bombeo

El NPSH_D se calcula en la succión desde vagones por ser más crítica; sin embargo, también se calcula desde tanques de almacenamiento para comparación y los resultados se muestra en las Tablas 23 y 24.

Tabla 23.- SUCCIÓN DE G84/G90/DB5 DESDE VAGONES

PARÁMETROS [ft]	G84/G90	DB5
Δz	8.20	8.20
P_{atm}	27.35	23.95
h_s	3.51	4.01
P_v	23.41	0.05
NPSH_D	8.63	28.09

Tabla 24.- SUCCIÓN DE G84/G90/DB5 DESDE TANQUES

PARÁMETROS [ft]	G84/G90	DB5
Δz	14.40	21.60
P_{atm}	27.35	23.95
h_s	4.02	4.78
P_v	23.41	0.05
NPSH_D	14.32	40.71

3.6.2. Cálculo de la Cabeza Manométrica Requerida para Bombeo

La Cabeza Manométrica se calculará como el mínimo requerido para vencer las pérdidas de carga y la cabeza topográfica (Ver Tabla 25).

Además, para obtener una presión de descarga de la bomba de 50 psi, la cabeza manométrica se denomina “óptima” y se muestra en la Tabla 26.

Tabla 25.- CABEZA MANOMÉTRICA MÍNIMA REQUERIDA

PARÁMETROS [ft]	G84/G90		DB5	
	SUCCIÓN	DESCARGA	SUCCIÓN	DESCARGA
Δz	8.20	14.40	8.20	21.60
P_{atm}	27.35	27.35	27.35	27.35
h_s	3.51	17.40	4.01	3.58
H_m	32.05	59.15	31.54	52.53
H_m	27.10		20.99	

Tabla 26.- CABEZA MANOMÉTRICA ÓPTIMA REQUERIDA (50 PSI)

PARÁMETROS [ft]	G84/G90		DB5	
	SUCCIÓN	DESCARGA	SUCCIÓN	DESCARGA
Δz	8.20	156.08	8.20	136.69
P_{atm}	27.35		27.35	
h_s	3.51		4.01	
H_m	32.05	156.08	31.54	136.69
H_m	124.03		105.15	

3.6.3. Cálculo de la Potencia Requerida para Bombeo

La potencia requerida se calcula considerando la situación óptima del sistema y para un nivel de eficiencia del 60%.

Tabla 26.- POTENCIA REQUERIDA DE BOMBEO

PARÁMETROS	G84/G90	DB5
Q [GPM]	300.00	300.00
H_m [ft]	124.03	105.15
S	0.74	0.85
BHP [Hp]	11.59	11.22

3.6.4. Selección de Bombas

Las curvas características de las bombas seleccionadas para el servicio se muestran en la Fig. 14 y 15.

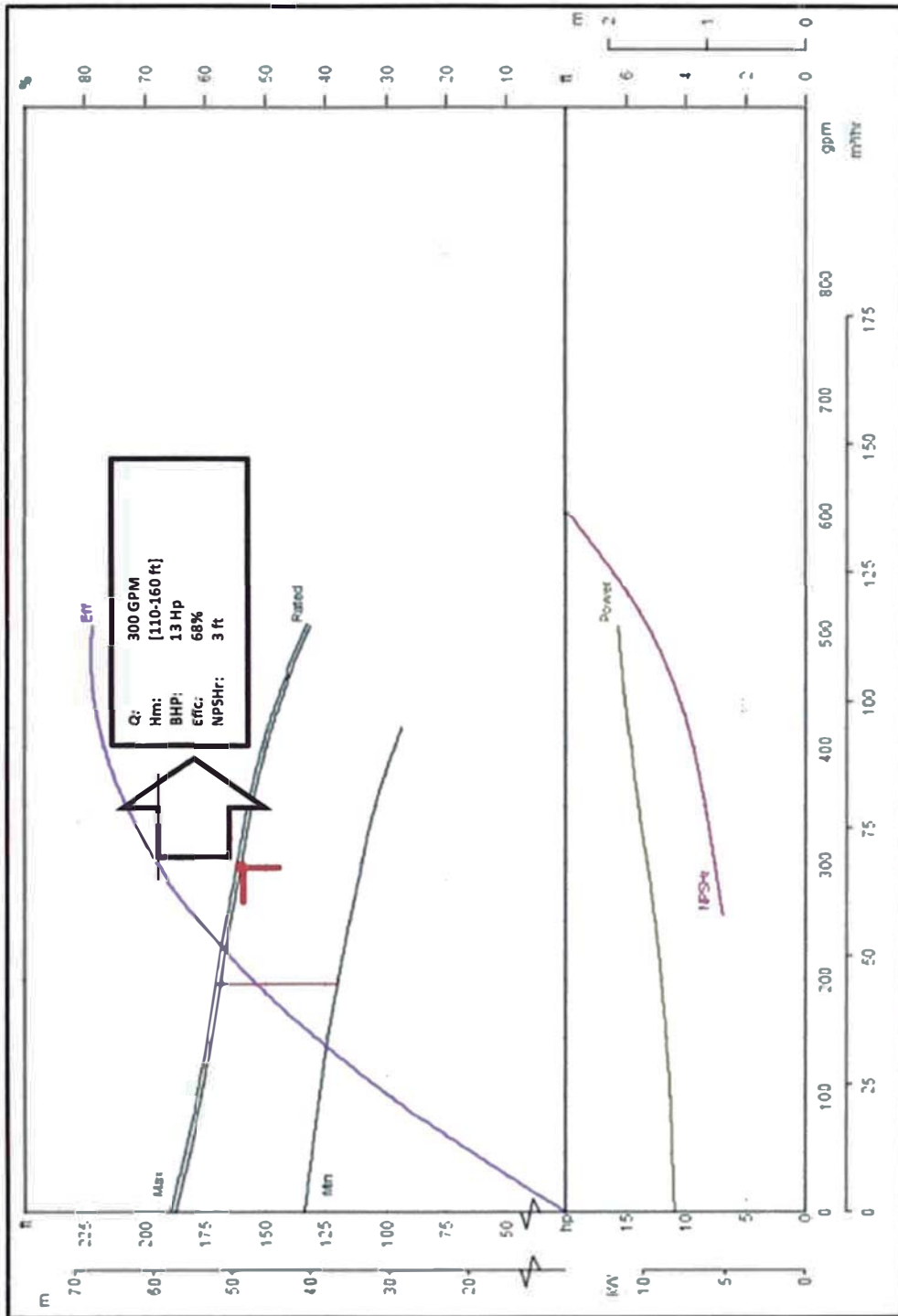


Fig. 14.- CURVA CARACTERÍSTICA PARA BOMBA DE SERVICIO G84/G90

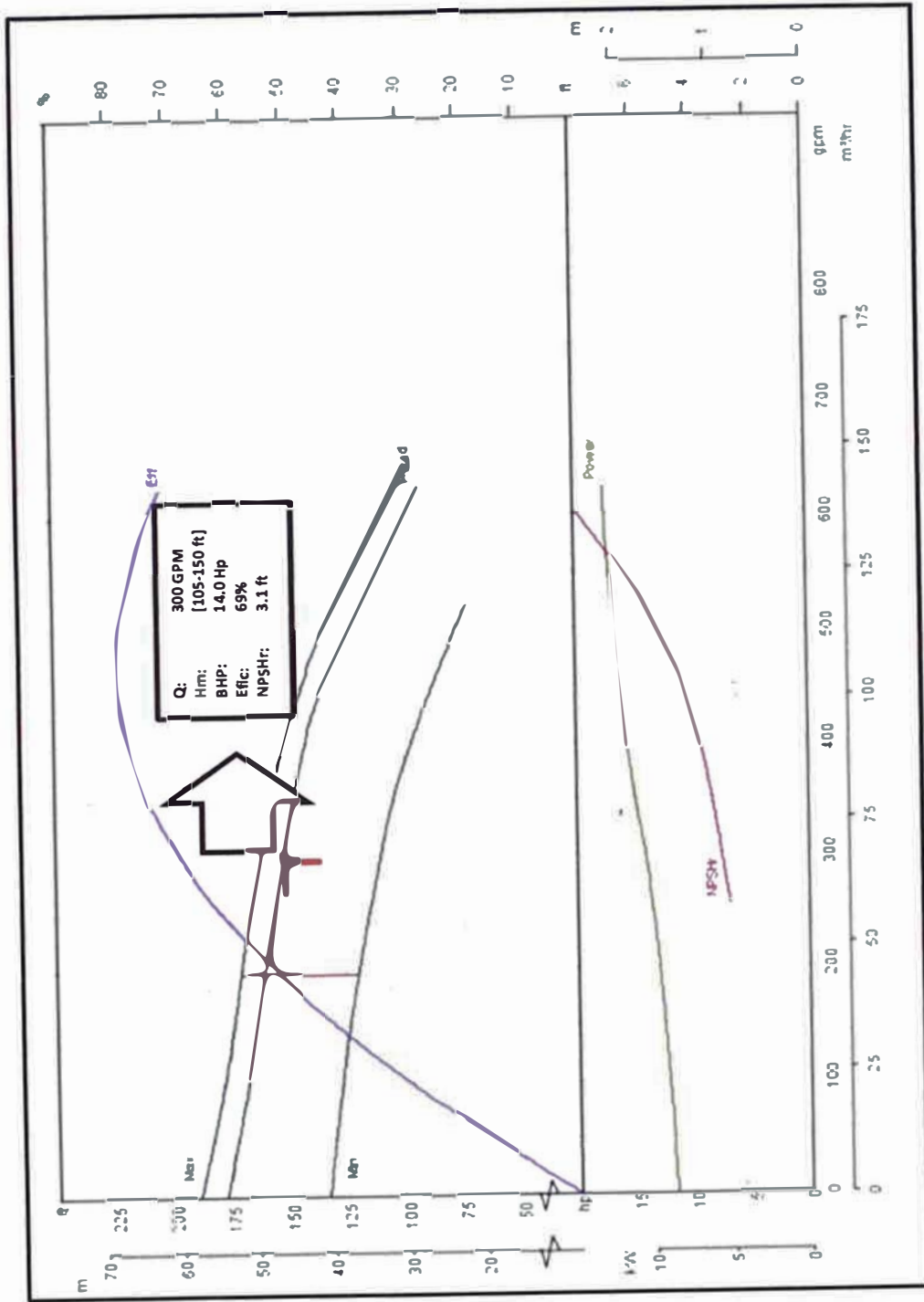


Fig. 15.- CURVA CARACTERÍSTICA PARA BOMBA DE SERVICIO DB5

3.7. Resultados

1. Los resultados del dimensionamiento de tuberías se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25.- REQUERIMIENTO DE TUBERÍAS

OPERACIÓN	PRODUCTO	V _{Línea} [ft/seg]	Caída de Presión		D [inch]
			[%]	ΔP [psi]	
Succión desde Vagones	G84/G90 (300 GPM)	3.36	9.0	1.12	6
	DB5 (300 GPM)	3.36	10.0	1.47	6
Descarga a Tanques	G84/G90 (300 GPM)	7.61	10.0	5.57	4
	DB5 (300 GPM)	3.36	3.0	1.31	6
Succión desde Tanques	G84/G90 (300 GPM)	3.36	10.0	1.29	6
	DB5 (600 GPM)	3.88	10.0	1.75	8
Descarga a camiones	G84/G90 (300 GPM)	7.61	10.0	5.40	4
	DB5 (600 GPM)	6.71	9.0	4.49	6

2. Los resultados del dimensionamiento de bombas se calcularon para la succión desde vagones y descarga a tanques y se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26.- REQUERIMIENTO DE BOMBAS

PRODUCTO	NPSH _D [ft]	H _m [ft]	BHP [Hp]
G84/G90 (300 GPM)	8.63	124.03	11.59
DB5 (300 GPM)	28.09	105.15	11.22

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. El Tamaño de Planta, Diagrama de Distribución y Flujo de Procesos, responde a la demanda, cumple requerimientos normativos nacionales, se basa en normas internacionales y establece una filosofía de operación y control.
2. Los diámetros calculados para las tuberías de Recepción y Despacho de Diesel DB5 y Gasoholes G84/G90 cumple los criterios de velocidad y caída de presión que menciona las Buenas Prácticas para Diseño e Instalación de Sistema de Tuberías Off Shore – API 14E .
3. Los diámetros requeridos de succión resultan mayores que la descarga y las pérdidas por fricción resultan entre 0.19 a 1.5 psi/100pies; sin embargo mayores caídas se registran en la descarga debido al mayor caudal para DB5 (600 GPM) y menor diámetro (4”) para gasoholes.
4. El $NPSH_D$ para gasohol resulta menor que para Diesel por la presión de vapor, por lo que se debe tener cuidado en seleccionar la bomba para Gasoholes.
5. Las Potencias óptimas requeridas están alrededor de 11.5 HP asumiendo mínima eficiencia (60%); sin embargo, las bombas comerciales ofrecen más.
6. Debido a que las condiciones de operación serán las mismas para Gasoholes y Diesel, las variaciones debidas a cada fluido afectan mínimamente a la potencia y eficiencia, por lo que el tipo de bomba será prácticamente la misma en ambos casos.

4.2. Recomendaciones

1. Realizar estudios de geotecnia y topografía en el área indicada para ajustar el diseño a la realidad.
2. Luego de desarrollar el Diagrama de Distribución de Planta, solicitar opinión de las demás disciplinas responsables del proyecto, especialmente el diseño civil y arquitectónico, quienes elaboran el Plano de Implantación General.
3. Desarrollar un análisis de riesgo y de ser el caso reevaluar el diseño.
4. Complementar el diseño con un sistema de recepción, almacenamiento, mezcla y despacho de alcohol carburante.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Energía y Minas. 2001. “Reglamento para la Comercialización de combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de Hidrocarburos”. Lima – Perú. D.S. N° 045-2001-EM. [Ref. 1]
2. Ministerio de Energía y Minas. 1991. “Reglamento de Seguridad para Transporte de Hidrocarburos”. Lima –Perú. D.S. N° 026-1994-EM. [Ref. 2]
3. Ministerio de Energía y Minas. 1993. “Reglamento Seguridad para Almacenamiento Hidrocarburos”. Lima–Perú. D.S. °052-93-EM. [Ref. 3]
4. American Petroleum Institute. “Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems”. Quinta edición. Washington D.C. API 14E. 1991 [Ref. 4]
5. CRANE Engineering. “Valve Engineering Data”. ®1995. [Ref. 5]
6. Irwing H. Shames. “Mecánica de los Fluidos”. Mc-Graw Hill. México. 1974. [Ref. 6]
7. Mc Cabe / Smith. “Operaciones Básicas de Ingeniería Química”. Editorial Reverte. 1983. [Ref. 7]

CAPÍTULO VI

ANEXOS

ANEXO A:

BASES NORMATIVAS DE DISEÑO

A. Conceptos Básicos

Planta de Abastecimiento:

Según la [Ref. 1] la definición es la siguiente:

“Instalación de un inmueble donde se realizan operaciones de recepción, almacenamiento, transferencia, agregado de aditivos y despacho de combustibles y también se le denomina Planta de Venta”.

La Planta en estudio comercializará Gasoholes ya mezclados y DB5, por lo que no habrá agregado de aditivos, entonces las operaciones principales se reducen a recepción, almacenamiento y despacho.

Tipos de Combustibles Líquidos:

Según la [Ref. 1], en su artículo 4° indica que

“La clasificación de hidrocarburos depende particularmente de su punto de inflamación de la siguiente manera”:

- Clase I: Punto de inflamación ≤ 37.8 °C (100 °F)
- Clase II: 37.8 °C (100 °F) \leq Punto de Inflamación ≤ 60 °C (140 °F)

Para este caso los Gasoholes (92.2% v/v de gasolina) pertenece a la Clase I y el DB5 a la Clase II (Ver Tablas 4 y 5).

Ubicación Requerida:

Según la [Ref. 1], en su artículo 8° señala:

“Las Plantas de Abastecimiento nuevas no podrán ubicarse a menos de cien (100) metros, medidos entre límites de propiedad, de cualquier construcción, proyecto con licencia de construcción o con licencia de funcionamiento... de locales de afluencia masiva de público”.

En la selección del terreno para el proyecto se debe prever una zona industrial de preferencia o caso contrario realizar un planteamiento integral que considere la zonificación ecológica y económica, así como los planes de desarrollo urbano y planes directores de las municipalidades; además de ubicar las instalaciones con un retiro de 100 metros desde todo el lindero.

Facilidades de Planta:

Según la [Ref. 1], en su artículo 9° señala:

“Las facilidades de una Planta de Abastecimiento, incluyen además de Tanques, sistemas de recepción y carga, patio de maniobras, brazos de llenado o recepción, bombas, tuberías, sistemas contra incendio y de seguridad, así como otros equipos relacionados”.

Además de las áreas de operación de recepción, almacenamiento y despacho (a través de brazos de carga y descarga) debe haber áreas para bombas, tuberías y el sistema contra incendio.

B. Área de Recepción / Despacho

Según la [Ref. 1], en su artículo 13° indica:

“Los sistemas de despacho para combustible clase I y II, deberán ser de carga por el fondo con recuperación de vapores y contarán con:

- a) Sistema de detección y bloqueo por sobrellenado*
- b) Sistema automático de corte por pérdida de puesta a tierra.*
- c) Sistema de quemado para evitar que los vapores recuperados sean liberados al ambiente”.*

De la misma [Ref. 1], en el artículo 14° señala que las condiciones básicas que deberán tener los puntos de recepción y despacho son:

- a) “Para evitar contaminaciones, cada producto deberá tener una propia línea de despacho.*
- b) La distancia mínima desde oficinas hasta puntos de carga será 20 m.*
- c) Los puntos de carga para camiones cisternas deberán ser ubicados tal que permitan fácil acceso y rápida evacuación en caso de emergencia. Los Vagones-Cisterna, deberán tener estacionamiento propio”.*

En el artículo 96° de la [Ref. 2] se indica:

“Las operaciones de carga y descarga de vehículos cisterna se ejecutarán empleando preferentemente, medidores termo compensadores (de desplazamiento positivo o medidores de turbina)”.

C. Área de Almacenamiento

Tanques de Almacenamiento:

Según la [Ref. 3], en el Capítulo II señala:

Artículo 17º: “Los tanques atmosféricos serán usados para líquidos que tienen presión de vapor máxima 0.914 Kg/cm² abs (13 psia) a nivel del mar”

Los tanques para este proyecto son tipo convencional atmosférico, ya que cumple para gasolinas como para DB5 (Ver Tablas 4 y 5).

Artículo 18º: “Los principales tipos de tanques atmosféricos son de techo flotante y de techo fijo.

a) Los de techo flotante o con sabana flotante son aquellos en que el techo flota sobre la superficie del líquido, eliminándose el espacio para vapores. Estos serán utilizados en almacenamiento de líquidos con presión de vapor Reid mayor a 0.281 Kg/cm² abs (4 psia).

b) Los de techo fijo pueden tener techo con forma de domo o cono. El tanque opera con un espacio para vapores, el cual cambia cuando varía el nivel de líquidos. Ventilaciones en el techo permiten la emisión de vapores y que el interior se mantenga aproximadamente a presión atmosférica. Éstos tanques son usados donde los de techo flotante no son exigidos.

Para DB5 se selecciona de Techo Fijo y para los Gasoholes de Techo Fijo con Sábana Flotante.

Planeamiento de las Instalaciones:

Según la [Ref. 3], en el Capítulo III señala:

Artículo 22°: “*El arreglo y diseño general debe basarse en condiciones de seguridad y eficiencia de las instalaciones y se tomará en cuenta:*

- a) Proximidad a áreas urbanas y vías o proyectos de desarrollo.*
- d) Cantidad y clase de líquidos almacenados.*
- e) Topografía del lugar.*
- f) Facilidades de acceso en caso de emergencias”.*

Además, se define distancias mínimas requeridas desde tanques de almacenamiento a linderos de propiedad y a la vía pública más próxima.

Distribución de Tanques Atmosféricos:

En el Artículo 29° de la [Ref. 3] se señala:

- a) Los tanques con líquidos de bajo punto de inflamación se ubicarán en áreas lejanas de procesos, linderos o zonas ocupadas.*
- b) De ser posible, los tanques deberán agruparse de acuerdo a su riesgo (tipo de tanque o tipo de líquidos almacenados).*
- c) Los tanques con líquidos de bajo punto de inflamación tendrán arreglo en filas de no más de 2 tanques c/u adyacentes a vías de acceso.*
- d) Los tanques con líquidos de alto punto de inflamación tendrán un arreglo en filas de no más de 3 tanques”.*

Se escogen arreglos de filas de 2, ubicados lo más alejado del lindero o vía pública y se agruparán por producto.

Precaución ante Derrames Accidentales:

En el Artículo 39° de la [Ref. 3] se señala:

- a) *“Para los tanques debe preverse un sistema de protección de derrames, que puede constar de diques estancos o muros de retención.*
- b) *Las áreas estancas de seguridad estarán formadas sobre suelo impermeable a los combustibles que encierra, la capacidad volumétrica no será menor que 110 por ciento del tanque mayor”.*

D. Área de Tuberías y Bombas

Según la [Ref. 3], en el Capítulo III señala:

Artículo 47°: *“El diseño, fabricación, montaje e inspección del sistema de tuberías que conducen líquidos, deberán ser adecuados a máximas presiones de trabajo, temperatura y esfuerzos mecánicos”.*

Artículo 48°: *“Los tanques atmosféricos, tuberías, válvulas, accesorios deberán satisfacer las especificaciones del ANSI B31.3, así como:*

- b) *Las válvulas podrán ser de hierro fundido, bronce, aluminio, hierro maleable o material similar.*
- c) *Las válvulas preferentemente serán de paso completo, cuando las válvulas no son de vástago ascendente, deberán tener un sistema que permita visualizar si está abierta o cerrada.*
- g) *Se recomienda el montaje de un suficiente número de válvulas de cierre, control y alivio para operar adecuadamente el sistema.*

- j) La presión de diseño será no menor de 10.546 Kg/cm² (150 psi).*
- k) Las estaciones de bombas para líquidos Clase I, preferentemente estarán situadas al aire libre, y agrupadas en una sola área.*
- l) El tipo de bomba será determinado por las características del líquido y requerimientos de bombeo. Preferentemente se utilizarán bombas centrífugas, excepto cuando los líquidos sean muy viscosos.*
- m) En el ingreso a las bombas, se instalarán filtros que prevengan el ingreso de partículas sólidas que puedan dañar al equipo.*

E. Otras Áreas

Edificaciones:

En el artículo 15° de la [Ref. 1] indica que las instalaciones dentro de la Planta, deberán cumplir lo siguiente:

- f) “Los edificios administrativos deberán ubicarse en áreas seguras, preferentemente cerca de principales puntos de ingreso y con acceso a vías públicas a fin que los visitantes no ingresen a áreas de trabajo.*
- g) Las estaciones de bombeo que manejen líquidos Clase I estarán situados a más de quince (15) metros de los linderos para malla de alambre. Si es sólido, la distancia podrá reducirse a seis (6) metros.*
- h) Las edificaciones de servicios que no constituyen riesgo, pero pueden tener fuego abierto u otro similar, serán situadas en áreas seguras*
- i) La casa de generadores y bombas contra incendio deberán ser ubicadas en áreas seguras”.*

Patio de Maniobras:

De [Ref. 1], en artículos 10° y 12 señalan:

- a) *“El tráfico será de un solo sentido.*
- b) *Las entradas, salidas, y el patio de maniobras se proyectarán para que el vehículo con mayor radio de giro, pueda transitar fácilmente.*
- c) *Las facilidades de carga deberán ser dimensionadas para minimizar el tiempo de espera de los medios de transporte”.*

Parqueo vehicular:

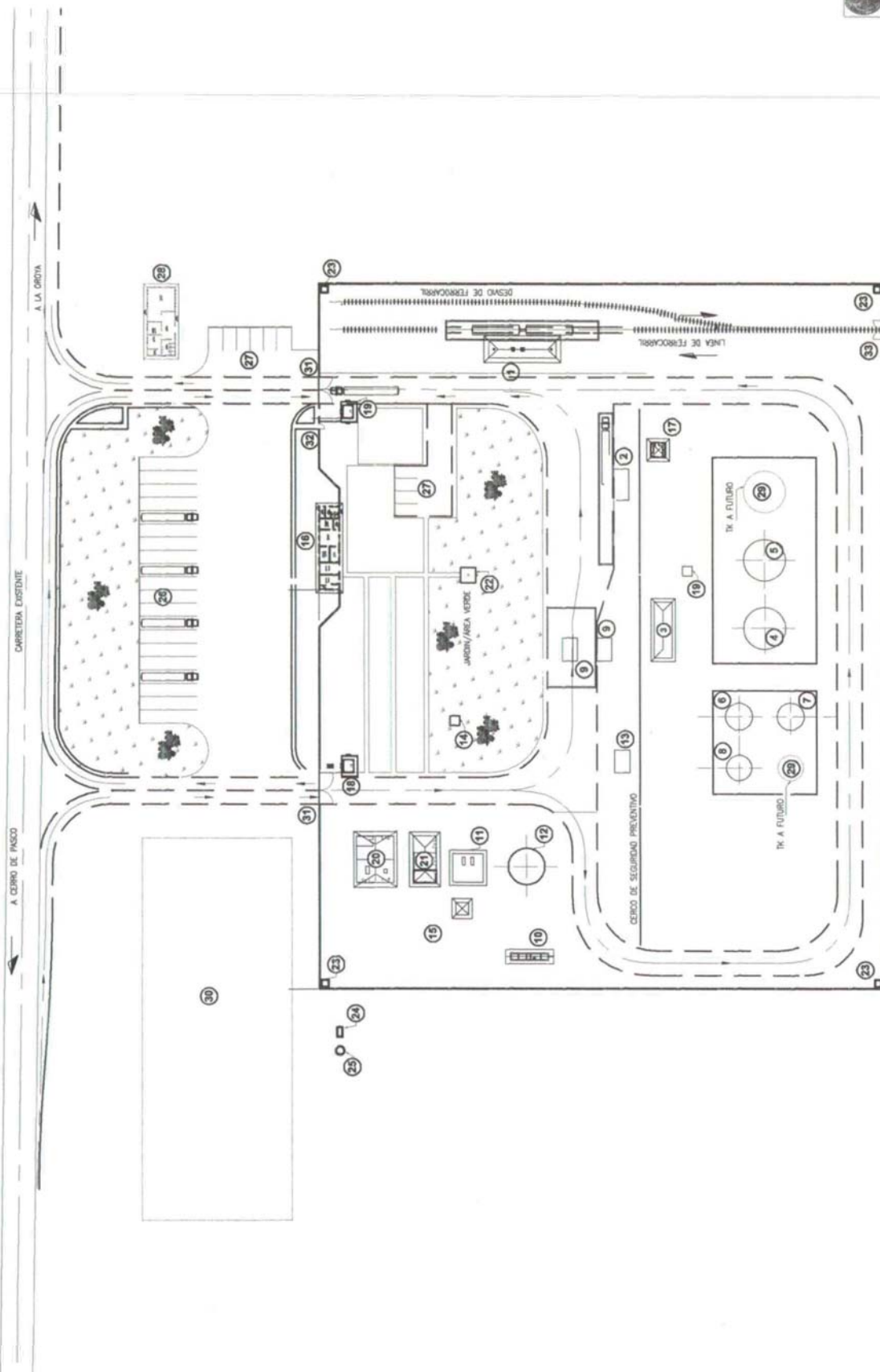
De la misma [Ref. 1] en el artículo 21° señala:

“... Se ubicará a no menos de 20 metros de la zona de operación”.

ANEXO B:

DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

DISTRIBUCION DE AREAS	
1	PLANTACION DE ARBUSTOS DE BARRERA POR ALBERCA
2	PLANTACION DE ARBUSTOS DE BARRERA POR ALBERCA EXISTENTE
3	AREA DE BARRERA DE SEGURIDAD Y ESCUDO, BARRERA
4	AREA PLANTAS JARDIN VERDE Y AREA PLANTAS
5	TRAMO DE ACERCAMIENTO SUELO DE BARRA EN (21-1)
6	TRAMO DE ACERCAMIENTO SUELO DE BARRA EN (21-2)
7	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-3)
8	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-4)
9	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-5)
10	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-6)
11	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-7)
12	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-8)
13	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-9)
14	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-10)
15	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-11)
16	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-12)
17	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-13)
18	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-14)
19	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-15)
20	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-16)
21	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-17)
22	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-18)
23	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-19)
24	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-20)
25	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-21)
26	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-22)
27	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-23)
28	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-24)
29	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-25)
30	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-26)
31	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-27)
32	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-28)
33	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-29)
34	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-30)
35	TRAMO DE ACERCAMIENTO DE BARRA EN (21-31)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO DE DISEÑO DE LA INSTALACION DE UN PLANTAL DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS EN LA REGION PASCO

PLAN: **DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PLANTA**

ESCALA: 1:500

FECHA: 10/05/2022

PROFESOR: DR. J. J. GARCIA

ALUMNO: J. J. GARCIA

GRUPO: 000000

ANEXO C:

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

P1P2
 TANQUE DE RESERVA DE GASOLINA G84
 CAPACIDAD: 300 GPM @ 1800 RPM
 RPM VERTICAL: 2000
 MATERIAL: CARBON STEEL
 CONDICION: 6"x4" / 1150 W
 PRESION OPERACION: 50 PSIG

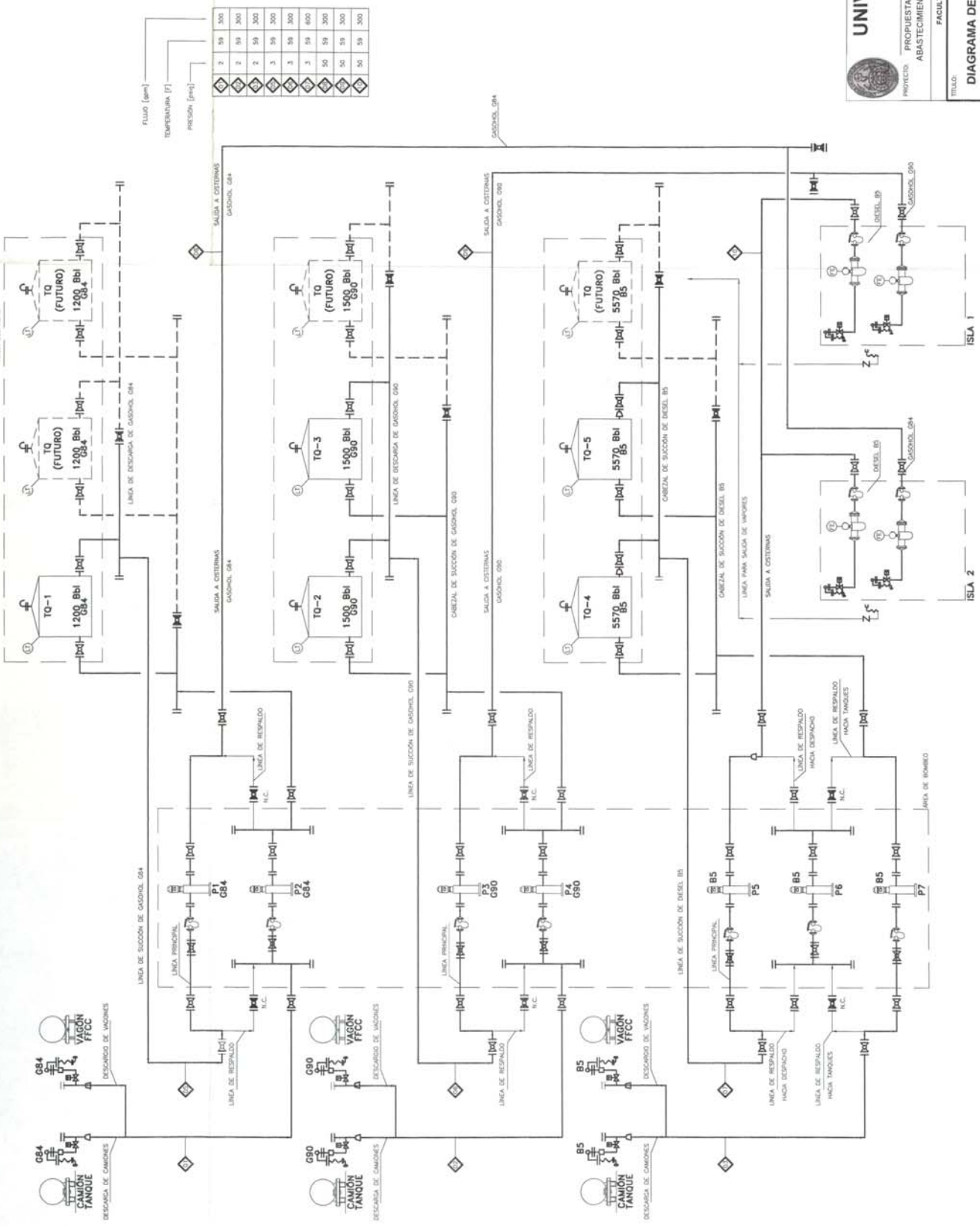
P3P4
 TANQUE DE RESERVA DE GASOLINA G90
 CAPACIDAD: 300 GPM @ 1800 RPM
 RPM VERTICAL: 2000
 MATERIAL: CARBON STEEL
 CONDICION: 6"x4" / 1150 W
 PRESION OPERACION: 50 PSIG

P5P6P7
 TANQUE DE RESERVA DE DIESEL BS
 CAPACIDAD: 300 GPM @ 1800 RPM
 RPM VERTICAL: 2000
 MATERIAL: CARBON STEEL
 CONDICION: 6"x4" / 1150 W
 PRESION OPERACION: 50 PSIG

TO-1
 TANQUE DE RESERVA DE GASOLINA G84
 CAPACIDAD: 1200 BBL
 MATERIAL: CARBON STEEL

TO-2/3
 TANQUE DE RESERVA DE GASOLINA G90
 CAPACIDAD: 1200 BBL
 MATERIAL: CARBON STEEL

TO-4/5
 TANQUE DE RESERVA DE GASOLINA G90
 CAPACIDAD: 1200 BBL
 MATERIAL: CARBON STEEL



FLUJO [gpm]	TEMPERATURA [F]	PRESION [psig]
2	59	300
2	59	300
2	59	300
3	59	300
3	59	300
3	59	400
50	59	300
50	59	300
50	59	500

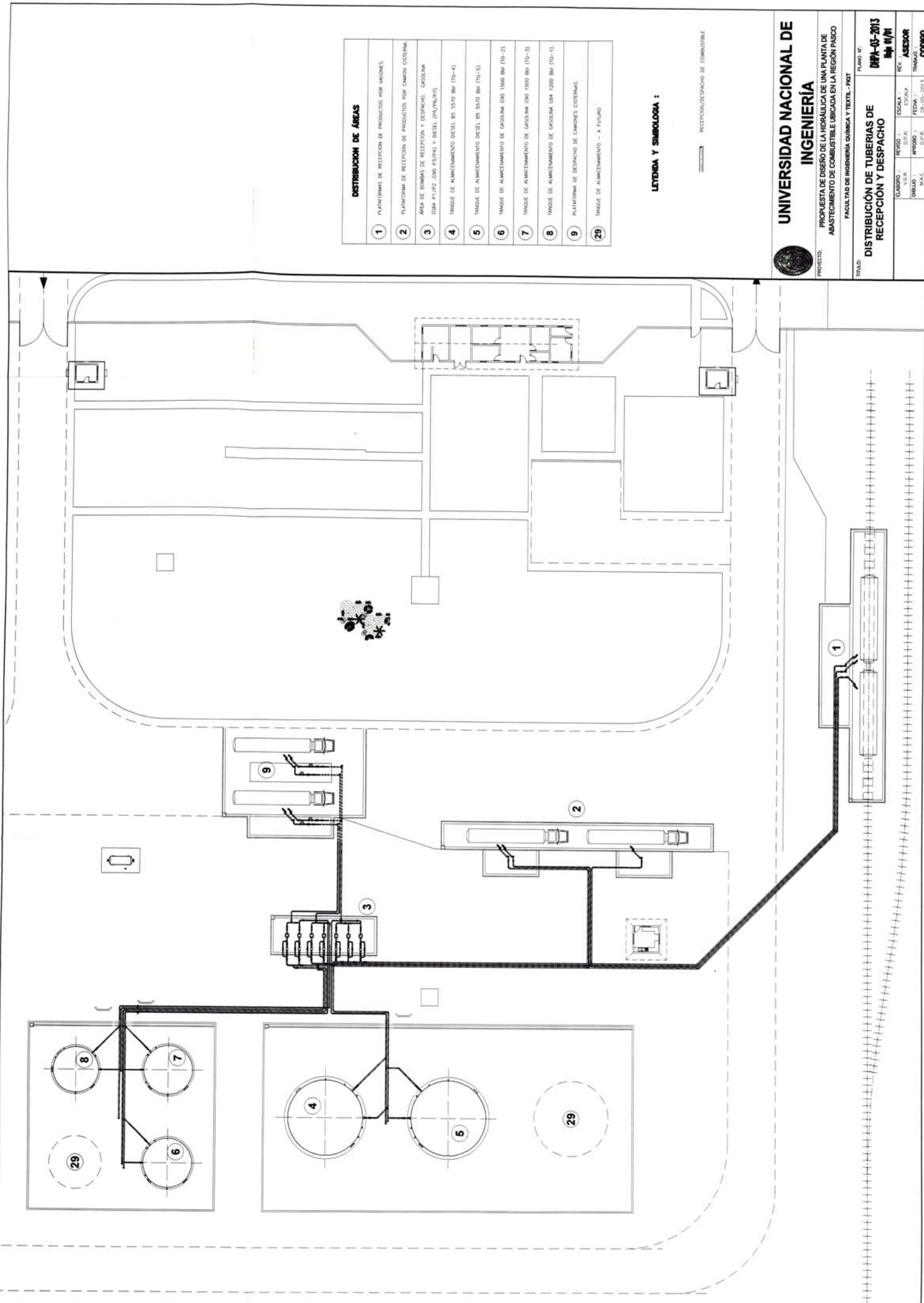


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE LA HIDRÁULICA DE UNA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE UBICADA EN LA REGIÓN PASCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL - PQT

TÍTULO: **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS**
 PLANO N°:
 FECHA: 07-2013
 DISEÑADO: [Nombre]
 ASESOR: [Nombre]
 CODIGO:

ANEXO D:

**DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE
RECEPCIÓN Y DESPACHO**



DISTRIBUCION DE AREAS

- 1 PLATAFORMA DE RECEPCION DE PRODUCTOS POR MAQUINAS.
- 2 PLATAFORMA DE RECEPCION DE PRODUCTOS POR CAMION COSTERA.
- 3 AREA DE BOMBAS DE RECEPCION Y DESPACHO: GASOLINA (504 P/192, 500 P/194) Y DIESEL (505/195/197).
- 4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DIESEL 60 5070 BM (10-4).
- 5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DIESEL 80 5070 BM (10-5).
- 6 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA 600 1500 BM (10-2).
- 7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA 600 1500 BM (10-3).
- 8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA 604 1200 BM (10-1).
- 9 PLATAFORMA DE DESPACHO DE CAMIONES COSTERAS.
- 29 TANQUE DE ALMACENAMIENTO - A FUJURO

LEYENDA Y SIMBOLOGIA :

RECEPCION/DESPACHO DE COMBUSTIBLE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE LA HIDRÁULICA DE UNA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE UBICADA EN LA REGIÓN PASCO

FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL - PUNT

PLANO N°

DISTRIBUCIÓN DE TUBERIAS DE RECEPCION Y DESPACHO

DFIA-05-2013

Rev. 01/01

ASESOR

COORDO

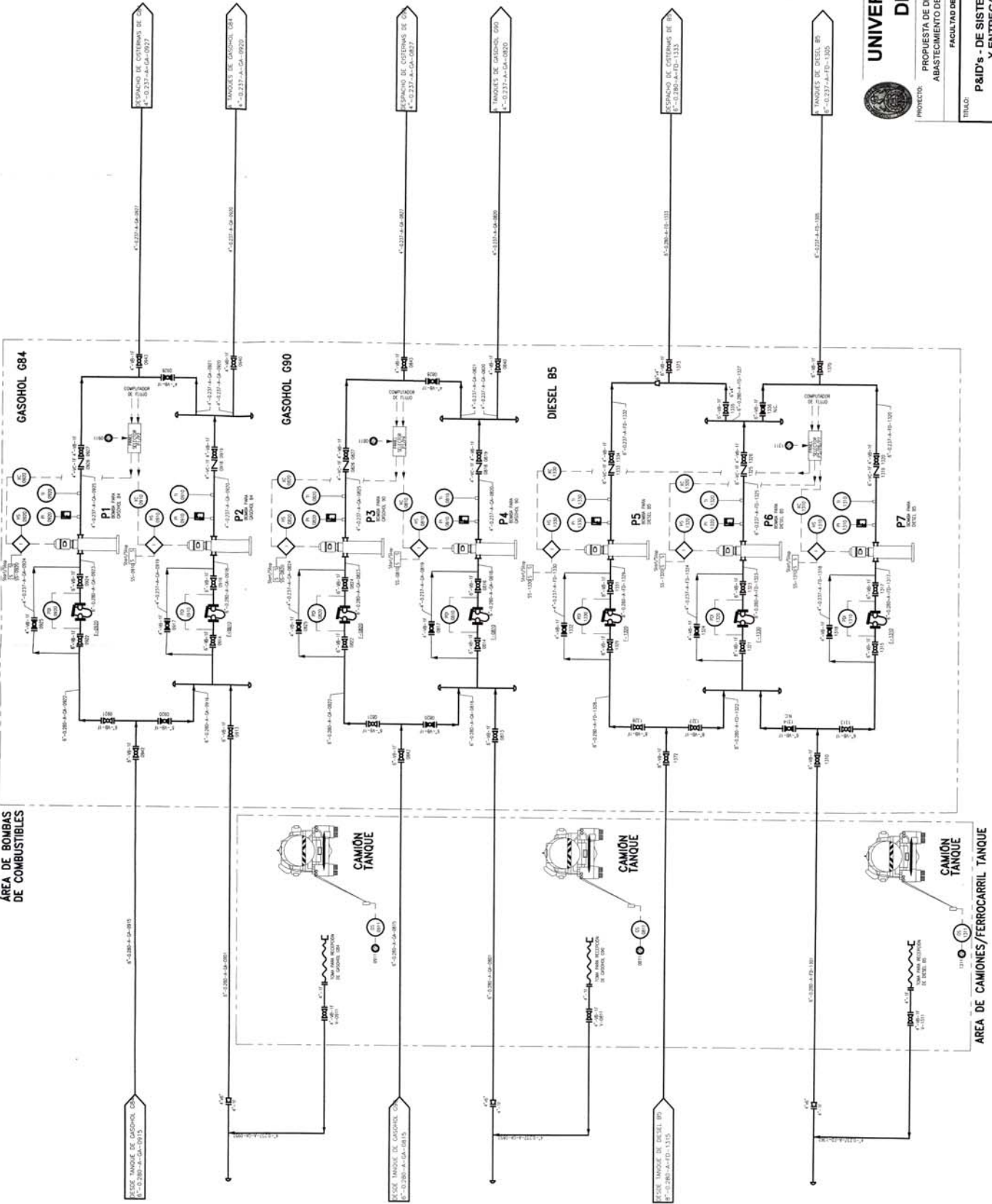
ELABORADO :	REVISO :	ESCALA :	REV. :
V.D.B.	D.P.R.	ESCALA	ASESOR
DIBUJO :	APROBADO :	FEDATARIO :	TRAMITADO :
M.A.C.	D.P.A.	D.P.A.	COORDO

28-05-2013

ANEXO E:

**P&ID SISTEMA DE RECEPCIÓN, ENTREGA
A TANQUES Y DESPACHO DE
COMBUSTIBLES**

ÁREA DE BOMBAS DE COMBUSTIBLES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE LA HIDRÁULICA DE UNA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE UBICADA EN LA REGIÓN PASCO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL-PIOT

TÍTULO: P&ID's - DE SISTEMA DE RECEPCIÓN Y ENTREGA A TANQUES
PLANO N°: DHPA-04-2013
REV.: 01/02
ASesor

ELABORADO:	REVISO:	ESCALA:	FECHA:
DIBUJÓ:	APROBÓ:	D.P.R.	28-05-2013
M.A.C.	D.P.R.		

CODIGO



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA**

PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO DE LA HIDRÁULICA DE UNA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE UBICADA EN LA REGIÓN PASCO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL - IQQT

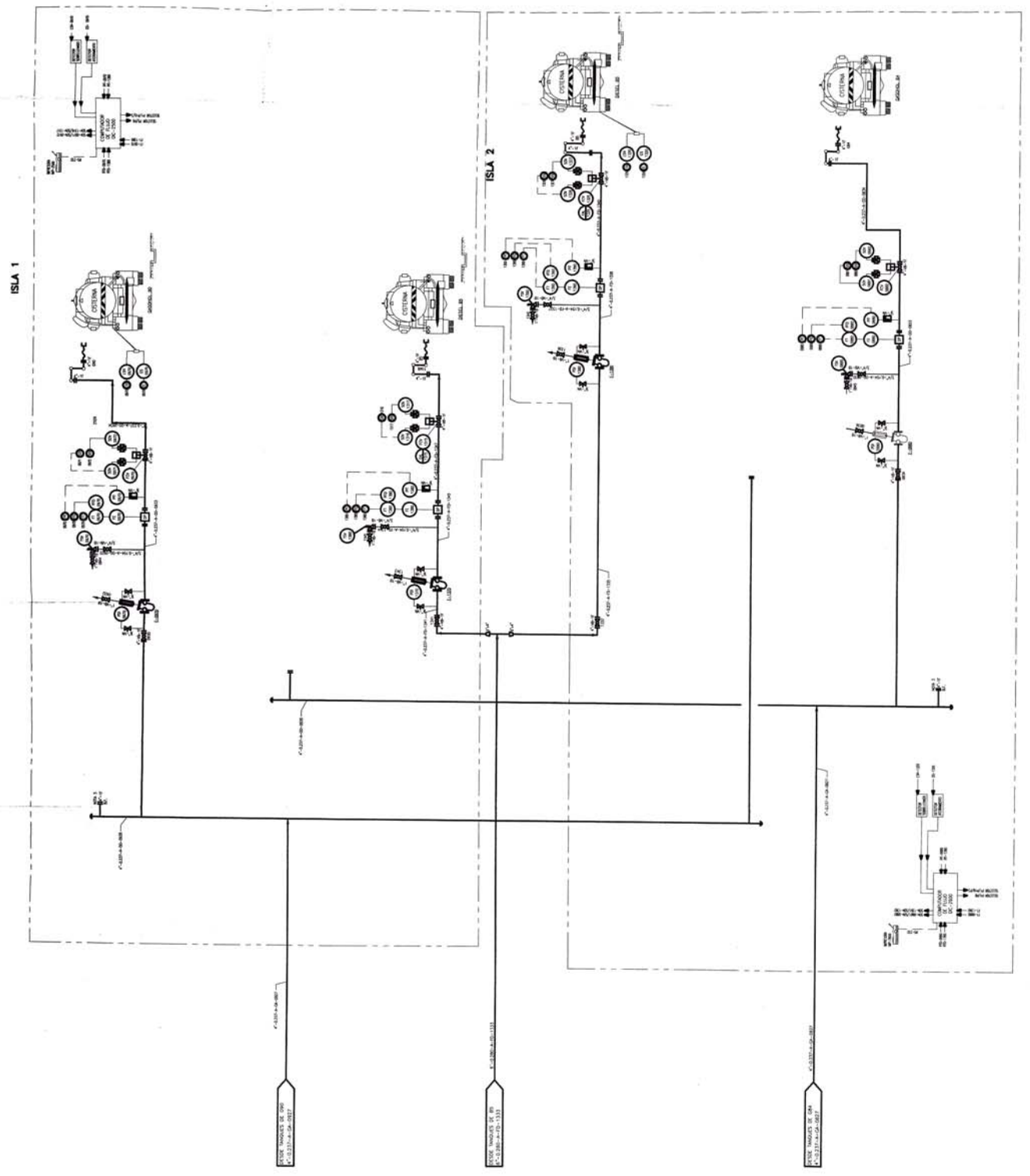
TÍTULO: P&ID's - DEL SISTEMA DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE

PLANO N°: DIPA-04-2013

REV. 1: ASESOR

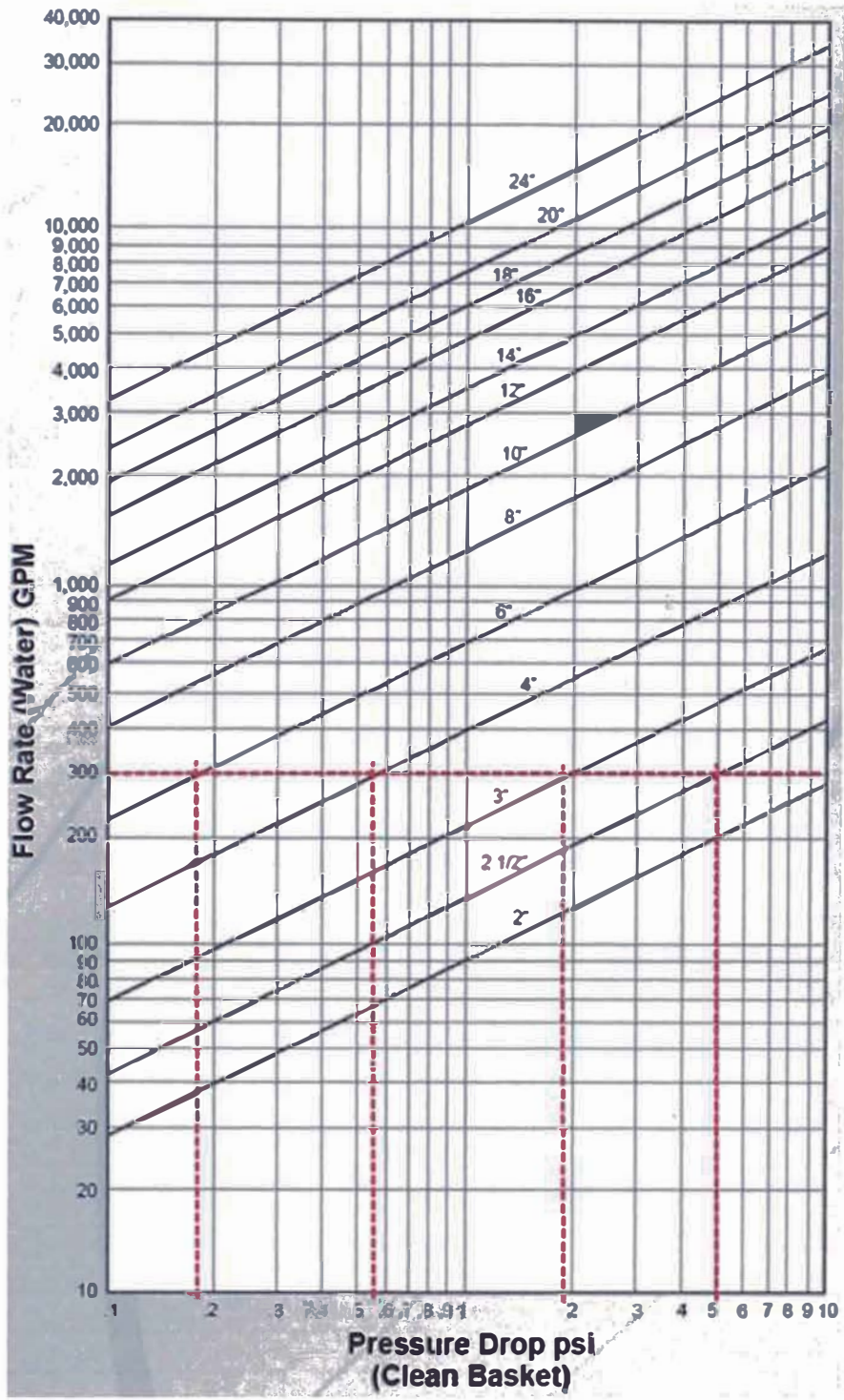
FECHA: 28-05-2013

CODIGO



ANEXO F:

**CATÁLOGO DE FILTROS Y COLADORES,
PROVEEDOR “SURE FLOW EQUIPMENT”.**



Fuente: Catálogo de Filtros y coladores, proveedor "Sure Flow Equipment".