

L U M B R E



Gas LP en planta: el tanque de 5000 litros, la vaporización y toda su ingeniería

Materia: Ingeniería de gases y procesos

03/10/2026

Antes de empezar

Ingeniería completa del gas LP en planta con el tanque de 5000 litros como caso de trabajo: presión de vapor y temperatura, llenado al ochenta y cinco por ciento, hoja de cargas, calor latente y la regla de los 97 watts, cuándo hace falta un vaporizador, escarcha y enfriamiento, válvulas y accesorios, regulación en dos etapas, caída admisible por tramo, riesgos con fuga y BLEVE, normativa, ahorro y mantenimiento, y la diferencia con nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono.

QUÉ APRENDERÁS

- Calcular el inventario útil de un tanque de 5000 litros, convertir la demanda del proceso a kilogramos por hora, estimar la vaporización natural y dimensionar el vaporizador, diagnosticar escarcha y enfriamiento, identificar los accesorios del tanque, regular en dos etapas y calcular el diámetro de la línea, y evaluar riesgos, normativa y oportunidades de ahorro.

Gas LP en planta: el tanque de 5000 litros, la vaporización y toda la ingeniería alrededor

Esta es la guía completa del sistema de gas licuado de petróleo en una planta industrial: qué guarda el tanque, por qué la presión no dice cuánto gas queda, cuánta demanda puede satisfacer un recipiente de 5000 litros sin ayuda, cuándo hay que comprar un vaporizador y de qué tamaño, cómo se regulan y se calculan las líneas, qué accesorios lleva la campana, qué puede salir mal y qué obliga la norma. Todo con números, usando el tanque de 5000 litros como caso de trabajo.

Ficha del objeto · Lumbre

Curso: Ingeniería de gas LP y gases industriales · Ruta: Ruta de ingeniería del gas LP en planta · Etapa: Ingeniería del tanque de 5000 litros · Nivel: intermedio avanzado · Duración sugerida: 5 horas con videos, diagramas y cálculos · Edad referencial: 17 años en adelante · Prerrequisitos: manómetro y cinta métrica, hoja de cargas térmicas de la planta y ficha técnica del tanque · Materiales: calculadora, tabla de presión de vapor y plano de la instalación.

1. Qué es el gas LP: líquido que se guarda, gas que se quema

El gas LP no es un gas que se comprime: es una mezcla de propano y butano que a temperatura ambiente se licúa con presión moderada. Se guarda como líquido porque el licuado ocupa mucho menos que el vapor (cada litro de licuado guarda entre 240 y 270 litros de gas), y se usa como gas porque el quemador necesita mezcla con aire, no rocío. Toda la ingeniería de la instalación nace de ese cambio de fase: el tanque almacena líquido, la línea lleva vapor y entre los dos hay que meter calor.

- Componentes: propano y butano siempre en mezcla; la proporción la declara el proveedor y cambia presión y poder calorífico.
- Estado en el tanque: líquido saturado en equilibrio con su vapor, a la presión de vapor de la mezcla para esa temperatura.
- Densidad del licuado: 0.50 a 0.55 kilogramos por litro; pesa la mitad que el agua y por eso flota si hay agua en el fondo.
- Densidad del vapor: de 1.5 a 2.0 veces la del aire; no se sube, se acumula en pozos, drenajes, registros y sótanos.
- Poder calorífico: alrededor de 12.8 kilowatt hora por kilogramo, entre 46 y 50 megajoules por kilogramo en base inferior.
- Rango de inflamabilidad en aire: de 2.1 a 9.5 por ciento en volumen, con energía de ignición muy baja.
- Olorización: se agrega mercaptano para poder detectarlo antes de llegar a una concentración peligrosa.

Comparación de los dos componentes: la columna que decide una parada de invierno es la de presión de vapor.

Propiedad	Propano	Butano	Mezcla comercial
Punto de ebullición a una atmósfera	42 grados bajo cero	0.5 grados sobre cero	Entre ambos, según proporción
Presión de vapor a 21 grados	8.5 kilogramos por centímetro cuadrado	2.1 kilogramos por centímetro cuadrado	De 3 a 8 según temporada
Masa por litro de licuado	0.51 kilogramos	0.58 kilogramos	0.545 kilogramos
Comportamiento en frío	Vaporiza aún con clima gélido	Deja de vaporizar bajo cero	Se ajusta pidiendo más propano
Uso típico en planta	Demanda alta, intemperie, clima frío	Clima cálido, demanda estable	El caso común mexicano

La planta no consume gas: consume calor. El dato que manda es cuántos kilowatts pide el proceso y cada cuánto tiempo, no el tamaño del tanque. Un tanque grande mal

conectado a una línea chica entrega menos que un tanque chico bien calculado, porque lo que se agota primero es la capacidad de vaporizar, no el inventario.

VIDEO

QUE ES EL GAS LP

Observa cómo separan la idea de almacenar líquido y consumir vapor: de esa distinción sale todo el dimensionamiento de la instalación.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=kmjtICmrpS0>

1. Una planta necesita saber cuántos kilogramos de gas quedan en el tanque. ¿Qué instrumento le da ese dato de forma confiable?

- ☐ El manómetro montado en la campana
- ☐ El indicador de nivel de flotador o de mástil
- ☐ El conteo de litros del camión repartidor
- ☐ La temperatura medida con infrarrojo sobre el casco

2. El vapor de gas LP es más pesado que el aire y por eso se acumula en drenajes, registros y sótanos.

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

3. Un litro de licuado guarda entre _____ y _____ litros de gas a presión atmosférica.

2. Presión de vapor: manda la temperatura, no la cantidad de gas

Mientras haya líquido y vapor conviviendo, el manómetro no marca cuánto gas hay: marca la temperatura del líquido. La presión es la de equilibrio del licuado y por eso el indicador confiable de inventario es el flotador o el mástil, nunca el manómetro. Un tanque de 5000 litros al cuarenta por ciento de lleno y uno al ochenta por ciento marcan la misma presión si están a la misma temperatura.

Presión absoluta aproximada; resta 1.03 kilogramos para leer el manómetro en presión manométrica.

Temperatura del licuado	Propano	Butano	Consecuencia operativa
Presión de vapor a 0 grados	4.8 kilogramos	1.0 kilogramo	Con butano casi no queda presión para empujar
Presión de vapor a 21 grados	8.5 kilogramos	2.1 kilogramos	Valor de referencia del diseño en clima templado
Presión de vapor a 38 grados	13.3 kilogramos	3.6 kilogramos	Verano al sol: se acerca a la presión de diseño
Temperatura de diseño del código	cerca de 20 kilogramos	por arriba de 6 kilogramos	Aquí se revisa la placa, no la memoria

El propano hierve a 42 grados bajo cero y el butano a 0.5 grados sobre cero. Una mezcla con demasiado butano deja de vaporizar cuando baja la temperatura y la planta se queda sin flama aunque el tanque esté lleno a la mitad: por eso en clima frío se pide mezcla con más propano y en clima cálido se puede economizar con más butano.

Cómo leer la presión de tu tanque

Mide la temperatura ambiente y la del licuado, con termómetro de contacto sobre la pared inferior. Entra a la tabla con la temperatura del licuado, no con la del aire. Si el manómetro marca por debajo de la curva hay menos líquido del que crees o el regulador está abierto del todo; si marca por encima, el tanque está recibiendo sol directo o hubo sobrellenado.

4. Un tanque de 5000 litros está al cuarenta y cinco por ciento de llenado a 21 grados con mezcla sesenta cuarenta. Se le agregan 500 litros de licuado a la misma temperatura. ¿Qué marca el manómetro antes y después?

- ☐ Sube proporcional al volumen agregado
- ☐ Sube apenas, por comprimir la cámara
- ☐ Prácticamente no cambia
- ☐ Depende de la proporción de butano

Reflexiona: La presión de un tanque saturado es propiedad de la temperatura: si creías que sube al cargar gas, vuelve a leer esta sección antes de fiarte de un manómetro.

ACTIVIDAD
INTERACTIVA
DISPONIBLE EN
LUMBRE

5. Vas a pedir gas LP en enero para un túnel de secado que no puede parar. ¿Qué especificación pides al proveedor?



6. Un tanque con propano está a 38 grados de temperatura de licuado. ¿Cuál es su presión de vapor absoluta, en kilogramos por centímetro cuadrado?

Respuesta: (kg/cm²)

ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN LUMBRE



3. El tanque de 5000 litros: dimensiones, llenado e inventario útil

El tanque estacionario horizontal de 5000 litros es el corazón de la instalación y mide aproximadamente 1.5 metros de diámetro por 3 metros entre puntos de apoyo. Va sobre dos patines de concreto, anclado, con puesta a tierra, a por lo menos tres metros de la línea de propiedad, de un edificio o de un camino, y nunca sobre una excavación, un drenaje o un sótano: el vapor de gas LP pesa entre 1.5 y 2 veces lo que pesa el aire y baja hasta el punto más cercano.

Ficha del caso de trabajo; las distancias corresponden a NFPA 58 para recipientes ASME de hasta 2000 galones.

Parámetro	Valor	De dónde sale
Capacidad geométrica	5000 litros	Placa del fabricante
Diámetro y largo aproximados	1.5 metros por 3 metros de casco	Geometría del cilindro horizontal
Superficie mojada al ochenta y cinco	14 a 15 metros cuadrados	Casco más domos en contacto con líquido
Tope de llenado	4250 litros	Cámara de expansión térmica
Inventario útil	2125 a 2340 kilogramos	Litros por densidad del licuado
Capacidad en agua equivalente	1320 galones	Para tablas de distancia
Distancia a edificio, vía o propiedad	3.0 metros	Recipientes de 501 a 2000 galones
Presión de diseño típica	17.2 kilogramos por centímetro cuadrado	Confirmar siempre en la placa

La regla del ochenta y cinco por ciento no es un margen de comodidad: el licuado se expande con el calor y un tanque lleno a tope se vuelve hidráulico. Cuando la temperatura sube y no queda cámara de expansión, la presión se dispara en segundos

y la costura cede. Por eso el llenado se corta por peso o por nivel, y el operador que aprovecha el camión y carga hasta arriba está poniendo un recipiente a presión sobre personal. Para la venta, la práctica comercial redondea el tanque de 5000 litros a unos 2000 kilogramos de gas, aunque el cálculo geométrico dé más: la diferencia es densidad real de la mezcla, temperatura de entrega y el margen que el propio proveedor se guarda. El cálculo fino es $4250 \text{ por } 0.545 = 2316$ kilogramos, y con una demanda de 83 kilogramos por hora la autonomía real da 28 horas.

Antes de comprar el tanque: cinco preguntas de obra

¿Hay tres metros libres hacia todos los lados y ninguna excavación aguas abajo? ¿El camión repartidor alcanza la boquilla de llenado sin retroceder sobre la vía? ¿El suelo soporta los patines con el recipiente lleno, que pesa más de cinco toneladas? ¿La ubicación queda a la sombra por la tarde? ¿Existe una ruta de escape y un corte remoto alcanzable sin pasar frente al tanque?

ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

8. Calcular en cinco pasos lo que realmente tienes



VIDEO

What ACCESSORIES Should an LPG Storage TANK Have?

Revisa la lista de accesorios conforme aparece y compárala con la campana de tu propio tanque: falta uno y ya tienes una no conformidad abierta.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=ybxo1LqTyMM>

VIDEO

COMO INSTALAR TANQUE DE GAS ESTACIONARIO

Fíjate en la secuencia de obra: ubicación, patín, anclaje, distancia a construcciones y prueba de hermeticidad antes de conectar cualquier aparato.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=MQvnZvHiuQw>

9. ¿Cuántos kilogramos de licuado caben en un tanque de 5000 litros llenado al ochenta y cinco por ciento con densidad de 0.545 kilogramos por litro?

Respuesta: (kg)

10. Con 2316 kilogramos útiles y una demanda de 83 kilogramos por hora, ¿cuál es la autonomía en horas?

Respuesta: (h)

11. Cada número del tanque responde a una pregunta distinta: cuánto guarda, hasta dónde se llena y a qué distancia debe estar.

11.	Capacidad geométrica	-----
11.	Tope de llenado	-----
11.	Capacidad en agua para tablas	-----
11.	Distancia mínima de seguridad	-----
11.	Energía térmica almacenada	-----

Opciones: 5000 litros · 4250 litros · 1320 galones · 3.0 metros · 29 600 kilowatt hora

12. El quince por ciento que queda libre no es espacio desperdiciado: es la cámara de expansión _____.

4. La demanda: convertir kilowatts de proceso en kilogramos por hora

Todo dimensionamiento empieza con la hoja de cargas. Cada aparato consume una potencia y tiene un factor de simultaneidad: la demanda máxima no es la suma de todas las placas, sino la suma ponderada por lo que realmente opera al mismo tiempo.

La conversión a combustible es una sola división: potencia entre el poder calorífico por la eficiencia del quemador.

Hoja de cargas de una planta mediana: 815 kilowatts reales en el momento de mayor consumo.

Aparato	Potencia en kilowatts	Factor	Contribución
Túnel de secado	420	1.0	420
Caldera de proceso	350	0.9	315
Freidoras industriales	60	1.0	60
Horno de curado	40	0.5	20
Demanda máxima real	880 instalados		815

- Demanda media: energía total del turno entre las horas del turno; define el consumo mensual y el presupuesto.
- Demanda máxima en un instante: define el diámetro de la línea y la capacidad del vaporizador.
- Demanda de arranque: un equipo frío puede pedir el triple de su potencia estable durante veinte minutos.
- Factor de simultaneidad: no todo arranca a la misma hora; pregúntalo a producción y no lo asumas.
- Reserva de diseño: se calcula de quince a veinticinco por ciento arriba de la demanda máxima medida.

El dato que casi nadie tiene: la demanda medida

Sigue el tanque una mañana completa con cronómetro e indicador de nivel en porcentaje. Bajar de ochenta a cuarenta por ciento en un tanque de 5000 litros son casi 1900 kilogramos: si ocurre en veintidós horas, tu demanda real promedio ronda 85 kilogramos por hora y ninguna placa de aparato te lo habría dicho igual.

13. Un quemador entrega 340 kilowatts útiles con eficiencia de 0.85 y poder calorífico de 12.8 kilowatt hora por kilogramo. ¿Cuántos kilogramos por hora consume?

Respuesta: (kg/h)

14. Ordena el cálculo desde la placa del aparato hasta la compra del vaporizador

Levantar la potencia nominal de cada aparato _____

Aplicar el factor de simultaneidad del turno _____

Sumar la demanda máxima en kilowatts _____

Dividir entre poder calorífico y eficiencia _____

Agregar la reserva de quince a veinticinco por ciento _____

Comparar contra la vaporización natural disponible _____

5. Vaporización natural: cuánta capacidad tienes sin gastar un watt

Vaporizar cuesta calor: 350 kilojoules por kilogramo para el propano, unos 97 watts de potencia por cada kilogramo por hora que se retire. Un tanque de 5000 litros a 21 grados ambiente, con 15 metros cuadrados de superficie mojada, recibe unos 600 watts del aire y alcanza para 6 kilogramos por hora. Si el proceso pide 83 kilogramos por hora, el tanque solo aporta 6 y el resto lo tiene que poner un vaporizador.

Balance térmico del tanque solo: explica por qué un tanque lleno se queda sin flama.

Parámetro	Valor usado	Comentario
Coeficiente aire a licuado	8 watts por metro cuadrado kelvin	Sin viento; con viento sube a 15 o 20
Superficie mojada	15 metros cuadrados	Tanque de 5000 litros al ochenta y cinco
Salto térmico disponible	5 kelvin	Licuado a 16 grados con ambiente a 21
Calor latente del propano	350 kilojoules por kilogramo	Equivale a 97 watts por kilogramo por hora
Resultado del balance	600 watts dan 6 kilogramos por hora	Frente a 83 kilogramos por hora de demanda

La regla de los cien watts

Cada kilogramo por hora que retires del tanque cuesta unos 97 watts de calor. Multiplica tu demanda por cero punto uno y tendrás kilowatts: 83 kilogramos por hora piden ocho kilowatts de calor y el aire apenas regala 0.6. Esa diferencia es exactamente el tamaño del vaporizador que vas a comprar.

De los 83 kilogramos por hora que pide la planta, el tanque aporta 6 de forma natural: los 77 restantes tienen que venir de una máquina que meta calor al licuado, o de una estrategia alternativa como varios tanques en paralelo, mezcla rica en propano o recortar la punta de arranque.

VIDEO

Fundamentos de la vaporización del GLP

Escucha con papel el balance de calor: el video usa la misma relación entre kilogramos por hora y kilowatts; anota el número que él maneja y compáralo con los 97 watts.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=kkGkBrMh3JU>

- Vaporizador de ambiente, con aletas o aire forzado: gratis de operar y limitado por el clima; apoya, no resuelve.
- Vaporizador eléctrico de inmersión: simple y compacto, pero cada kilowatt térmico se paga a tarifa eléctrica.
- Vaporizador de baño de agua con quemador propio: el caballo de batalla industrial, buena estabilidad y combustible barato.
- Vaporizador de agua caliente o vapor de la caldera existente: el costo marginal más bajo si ya tienes caldera sobrada.
- Vaporizador de combustión directa: compacto y potente; exige manejo de gases de combustión y control de salida.
- Regasificador de cilindros o baterías: para planta con demanda media y sin espacio para tanque estacionario.

15. Clasifica cada elemento en su categoría.

Elementos:

- Vaporizador de ambiente con aletas
- Tanque a la sombra y sin viento
- Baño de agua con vapor de caldera
- Vaporizador eléctrico de inmersión
- Vaporizador de combustión directa
- Atanador con quemador propio a gas

Calor que no se paga	. . .
Calor que se paga en energía	. . .

16. La planta pide 83 kilogramos por hora en punta de arranque y su tanque de 5000 litros vaporiza 6 kilogramos por hora de forma natural. ¿Cuál es la decisión de ingeniería correcta?

- ☐ Cambiar a un tanque de 20 000 litros
- ☐ Instalar un vaporizador de alrededor de 100 kilogramos por hora
- ☐ Conectar dos reguladores en paralelo
- ☐ Pedir el gas con más butano para abaratar

6. Escarcha, hielo y frío: la firma visible de un balance roto

Cuando se retira vapor más rápido de lo que el ambiente puede entregar calor, el licuado se enfría, su presión de equilibrio cae, la flama se achica y el horno o el túnel se desfasan. El hielo es la factura visible de ese balance: primero aparece la barba sobre el domo del tanque, después la escarcha del regulador y al final el bloqueo de hielo en la línea.

Diagnóstico por ubicación: el sitio del hielo indica qué balance se rompió.

Dónde aparece el hielo	Qué está pasando	Qué se hace
Domo y parte alta del tanque	El licuado se enfría porque la demanda pasa la vaporización natural	Vaporizador o recortar la punta de arranque
Cuerpo del regulador primario	El gas se expande y se enfría al bajar de presión: salto Joule, no fuga	Segunda etapa, regulador más grande o vaporizador
Línea de líquido	Hay vapor atrapado o retiro de líquido donde debía haber vapor	Purgar, revisar boquilla y conexión

Dónde aparece el hielo	Qué está pasando	Qué se hace
Gotitas sobre el casco	Condensación normal por humedad ambiente	Nada: no es una falla
Hielo en filtro o válvula	Arrastre de agua dentro del tanque o del gas	Drenar fondo y exigir especificación al proveedor

Cuando el licuado baja de temperatura, su presión de equilibrio cae y con ella la presión disponible en el quemador: la planta reporta que se está acabando el gas aunque el tanque esté a la mitad. El mismo enfriamiento puede congelar el agua arrastrada hasta cerrar el orificio del regulador por completo.

VIDEO

POR QUE SE CONGELA MI EQUIPO DE GAS ???

Compara el síntoma del video con la tabla anterior e identifica si la helada mostrada es de expansión, de demanda o de humedad arrastrada.



Escanea para verlo en Lumbre
<https://www.youtube.com/watch?v=xGgjYf0uS9U>

VIDEO

FROZEN VAPORIZER - Equipos de Gas LP SYTA

Observa el vaporizador cubierto de hielo y la explicación sobre el agua del baño: es el mismo balance de calor visto desde el lado del equipo.



Escanea para verlo en Lumbre
<https://www.youtube.com/watch?v=8rLnBfrfCCA>

17. El regulador primario aparece cubierto de escarcha y la presión de salida se cae a media producción. ¿Cuál es la causa más probable?

- ☐ Fuga en el diafragma del regulador
- ☐ Enfriamiento del gas al expandirse, con demanda alta
- ☐ Exceso de propano en la mezcla
- ☐ Tanque con nivel de llenado demasiado alto

18. Una barba de hielo sobre el domo del tanque casi siempre significa que la demanda supera la vaporización natural.

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

19. A las seis de la mañana arrancan el túnel y la caldera al mismo tiempo, con el tanque a ocho grados. ¿Qué se observa en los primeros veinte minutos?

- ☐ La presión sube por el arranque
- ☐ La flama se mantiene igual durante horas
- ☐ La presión cae y la flama se achica poco a poco
- ☐ El nivel del tanque sube solo

Reflexiona: Es enfriamiento por demanda: el licuado paga con su propio calor el calor latente de vaporización.

7. Válvulas y accesorios: qué lleva la campana y para qué

La campana del tanque concentra siete accesorios que no se ven desde el piso: válvula de llenado con check, válvula de exceso de flujo en la salida de vapor, válvula de retiro de líquido con su solenoide, válvula de alivio, indicador de nivel de mástil, indicador de nivel flotador y drenaje de fondo. Cada uno tiene una función y sustituir uno por otro es la forma más rápida de provocar una emergencia. La boquilla de vapor siempre va en la parte alta del tanque y la de líquido en el fondo: es la única regla que hay que memorizar sin tabla.

Ocho elementos de la campana y del fondo que hay que conocer por nombre y por función.

Accesorio	Función	Qué pasa si falta o se confunde
Válvula de llenado con check	Permite la carga y evita el regreso	Regreso de producto al camión
Válvula de exceso de flujo	Corta si la línea de vapor se rompe	Fuga sin control tras un arrancamiento
Válvula de retiro de líquido	Alimenta de licuado al vaporizador	Conectar un quemador a líquido

Accesorio	Función	Qué pasa si falta o se confunde
Solenoides de corte remoto	Parar el flujo desde un punto seguro	No se puede cortar a distancia
Válvula de alivio	Descargar antes de que ceda la costura	Ruptura del recipiente por sobrepresión
Indicador de nivel	Inventario real en porcentaje	Se compra gas a ciegas o se sobrellena
Manómetro	Diagnóstico de temperatura del licuado	Se confunde con medidor de inventario
Drenaje de fondo	Sacar agua y residuos acumulados	Corrosión interna y gas contaminado

- Nunca se conecta un aparato de combustión a la boquilla de líquido: el licuado se expande 270 veces, inunda el quemador y apaga la flama o provoca una deflagración.
- El corte remoto debe accionarse desde un punto seguro y señalizado, no junto al tanque.
- Las mangueras del camión se desconectan con acoplamiento seco y válvula cerrada; sin eso la fuga ocurre en plena maniobra.
- Toda unión roscada en gas se prueba con solución jabonosa y no con llama, y se revisa otra vez después del primer llenado.

Regla de oro de los accesorios

Si un accesorio falta, está tapado o fue sustituido por un tapón, la instalación no está en condiciones de operar: no es una observación menor. Antes de conectar un proceso nuevo se hace recorrido de campana con lista de verificación impresa y se firma.

20. Relaciona cada elemento de la izquierda con su pareja.

20.	Válvula de exceso de flujo	-----
20.	Válvula de alivio	-----
20.	Indicador de mástil	-----
20.	Solenoide	-----
20.	Drenaje de fondo	-----

Opciones: Se cierra sola si la línea se rompe · Protege contra sobrepresión · Muestra el nivel real del licuado · Corte remoto desde punto seguro · Extrae agua y residuos

21. La boquilla de _____ va en la parte alta del tanque y la de _____ en el fondo.

22. Orden seguro para poner en marcha el sistema después de un llenado

Confirmar el cierre de todas las válvulas de aparato _____

Abrir lentamente la válvula de vapor del tanque _____

Purgar y leer la presión de primera etapa _____

Verificar segunda etapa en el quemador más lejano _____

Recorrer uniones con solución jabonosa _____

Encender aparato por aparato, nunca en bloque _____

8. Regulación en dos etapas y cálculo de la línea

De los 8.5 kilogramos por centímetro cuadrado del tanque a los 28 milímetros de columna de agua del quemador hay casi 300 veces de diferencia, y esa caída no se hace en un solo salto. La primera etapa baja la presión a 1 o 2 kilogramos y la segunda la deja en presión de servicio. Bajar todo en un solo regulador provoca bloqueo por frío de expansión, presión inestable y flama que se apaga cuando arranca otro aparato.

A menor presión de trabajo, menor margen de caída: por eso la baja presión exige tubería más gorda.

Tramo	Presión de trabajo	Caída admisible
Tanque a primera etapa	De 8.5 a 13 kilogramos	La que fije el vaporizador
Primera a segunda etapa	De 1.0 a 2.0 kilogramos	0.35 kilogramo en la punta
Segunda etapa a aparatos	28 milibares	0.25 kilopascal
Inyector del aparato	2.8 kilopascal	Ya no se puede perder nada

Una línea se dimensiona por caída de presión y no por la rosca que entra en la conexión. La masa que circula es la misma, pero a 28 milibares ocupa casi ocho veces el volumen que ocupa a 8 kilogramos de presión: por eso la tubería de alta presión

puede ser de media pulgada y la bajada a los aparatos tiene que ser de dos pulgadas. A 28 milibares y 15 grados el vapor de propano pesa 1.9 kilogramos por metro cúbico, y ese dato es el que manda el diámetro.

ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

23. Dimensionar la línea de baja presión, con números



VIDEO

Ejemplo de regulación de Gas L.P. en dos etapas

Sigue el armado de los dos reguladores y localiza el punto donde se ajusta la presión de salida: ese es el tornillo que el operador de planta no debe tocar.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=EJzmydNW3Dw>

VIDEO

Como instalar una tubería para tanque estacionario?

Observa soportes, pendiente, uniones y la diferencia entre línea de líquido y línea de vapor: coincide con la regla de diámetro distinto por tramo.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=QJYMob6r6vQ>

24. ¿Cuál es la densidad del vapor de propano a 28 milibares y 15 grados, en kilogramos por metro cúbico?

Respuesta: (kg/m³)

25. La línea de alta presión puede ser más delgada porque el mismo kilogramo ocupa mucho menos volumen comprimido.

☐ Verdadero

☐ Falso

ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN LUMBRE



27. El quemador más lejano se apaga cuando arranca la freidora y el manómetro de segunda etapa cae 200 milibares. ¿Cuál es el diagnóstico más probable?

☐ El tanque está vacío

☐ La línea está subdimensionada o la caída se salió de margen

☐ El regulador está calibrado al alza

☐ Sobró propano en la mezcla

9. Riesgos, impactos y normativa: lo que puede pasar y con qué se cumple

El riesgo grande no es la fuga chica: es la fuga grande que no se enciende de inmediato. El licuado sale, se expande 270 veces, viaja pegado al piso y busca ignición lejos del tanque; la llama regresa por la nube y calienta el domo. Si el fuego moja una pared del recipiente mientras la válvula de alivio no alcanza a enfriar el metal, el acero pierde resistencia y ocurre el BLEVE: el tanque revienta, el licuado flasha y la bola de fuego se forma en el sitio donde estaba el gas, no donde estaba el fuego.

Las cinco familias de riesgo y su contramedida: cada una se revisa al menos una vez al año.

Familia de riesgo	Escenario	Contramedida de diseño
Fuga y nube	Rotura de manguera en el llenado; el licuado se expande y viaja a ras de piso	Distancias, ninguna excavación aguas abajo, corte remoto, exceso de flujo
BLEVE	Fuego externo moja el metal por encima del nivel y el alivio no alcanza	Drenaje de escurrimientos, protección pasiva, plan de emergencia
Sobrellenado	Tanque sin cámara de expansión con la temperatura subiendo	Tope de ochenta y cinco por ciento, corte por nivel, flotador

Familia de riesgo	Escenario	Contramedida de diseño
Corrosión	Agua y compuestos de azufre atacan el fondo y las soldaduras	Drenaje periódico, prueba de espesor, dictamen del recipiente
Ignición	Estática, rayo, chispa eléctrica o flama piloto	Puesta a tierra, clasificación de zona eléctrica, control de fuentes

Lo que pesa más que la norma

Antes de cualquier intervención: permiso de trabajo, bloqueo y etiquetado de la línea, extintor y manguera con agua disponible, y una persona afuera observando. El gas LP no avisa dos veces.

Una parada por gas mal dimensionado se paga tres veces: el producto perdido en el túnel o en el horno, la hora extra de re arranque y el servicio de emergencia del vaporizador prestado. El costo de un vaporizador de 100 kilogramos por hora es menor que el de dos tardes de producción detenida, y ese cálculo es el que aprueba la inversión.

- NOM-004-SEDG-2004, Instalaciones de aprovechamiento de gas L.P., diseño y construcción: rige cómo se hace la instalación del punto de consumo en México.
- NOM-020-STPS-2011: condiciones de seguridad en el funcionamiento de recipientes sujetos a presión; aplica al tanque como equipo de trabajo.
- NFPA 58, Liquefied Petroleum Gas Code: distancias según capacidad en agua, accesorios del recipiente, protección contra incendio y diseño de la línea.
- ASME Sección VIII División 1: construcción y prueba hidráulica del recipiente; la placa es la evidencia.
- NOM-001-SEDE: clasificación de áreas y selección de equipo eléctrico donde puede haber gas.

ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN
LUMBRE

**28. ¿Se puede seguir
operando?**



Un recipiente no explota por tener gas: explota por tener una pared caliente sin líquido que la enfríe.

— Principio de operación de los recipientes sujetos a presión

29. La pared del tanque está con escarcha hasta la mitad y un fuego de pallets arde a un metro del patín. ¿Qué zona es la más peligrosa?

- ☐ La zona con escarcha, porque el hielo debilita el acero
- ☐ La pared por encima del nivel, expuesta al fuego sin líquido que la enfríe
- ☐ La zona con líquido, porque el agua corroe desde adentro
- ☐ Ninguna: la válvula de alivio siempre protege el recipiente

10. Ahorro, eficiencia y mantenimiento: el gas más barato es el que no se fuga

El gas LP es de los energéticos más caros por kilowatt hora en la planta, así que el ahorro casi nunca está en el aparato: está en las purgas, en el aire de combustión y en el frío que se tira. Cerrar una purga de 3 kilogramos por hora son casi 1200 kilogramos al año; bajar el aire excesivo de un quemador del 25 al 12 por ciento de oxígeno en chimenea recupera de 4 a 6 puntos de eficiencia; y el calor que el vaporizador le roba al licuado puede usarse para enfriar una cámara en lugar de pagar un enfriador.

Siete oportunidades ordenadas por costo de entrada: las cuatro primeras casi no requieren inversión.

Oportunidad	Cómo se mide	Resultado típico
Purgas y fugas	Recorrido con jabón y caída de presión con la línea cerrada	De uno a cuatro por ciento del consumo
Aire en exceso del quemador	Analizador de combustión: oxígeno y temperatura de chimenea	De cuatro a seis puntos de eficiencia
Aislamiento de la línea de líquido	Temperatura superficial y metros de línea expuesta	Menos vapor atrapado y menos paros
Control del vaporizador	Kilowatts invertidos por kilogramo vaporizado	De treinta a cincuenta por ciento del calor auxiliar
Mezcla estacional correcta	Presión de vapor contra temperatura ambiente	Evita pagar propano en pleno verano
Aprovechar el frío del vaporizador	Carga térmica robada al licuado	Enfriamiento gratis para cámara pequeña
Programar arranques	Curva de demanda por hora	Menos punta y vaporizador más chico

Cálculo de ahorro que se puede firmar

Una purga de tres kilogramos por hora continua son 72 kilogramos por día y más de dos mil por mes. Multiplícalo por el precio del kilogramo que paga tu planta y ponle fecha: con ese número se aprueba el mantenimiento, no con la queja del turno.

ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE
EN LUMBRE

30. Glosario mínimo del sistema de gas LP



ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

31. Programa de mantenimiento en seis estaciones



• El sistema de gas LP en una sola mirada

- Almacenamiento
 - Tanque y patines
 - Tope de llenado
 - Nivel e inventario
- Vaporización
 - Balance de calor
 - Tipo de vaporizador
 - Frío y escarcha
- Distribución
 - Dos etapas
 - Caída admisible
 - Diámetro por tramo
- Seguridad
 - Accesorios
 - Distancias
 - BLEVE y nube
- Gestión
 - Medición
 - Mantenimiento
 - Costo por kilowatt

El mapa mental interactivo es interactivo en la versión online.



Dónde se va el gas en una planta sin control

	Proceso útil	Purga y fuga	Aire en exceso	Arranque sin programa	Frío desperdiciado
Kilogramos	890	72	95	60	38

Unidad: kg por día

El gráfico interactivo es interactivo en la versión online.



32. Escribe tu propia hoja de cargas: lista los aparatos de tu proceso con su potencia, el factor de simultaneidad real y la demanda en kilogramos por hora. Después calcula la vaporización natural de tu tanque y anota el faltante. Ese faltante es tu decisión de compra.

Usa la cadena de seis pasos: inventario, demanda, autonomía, calor latente, vaporización natural y selección con margen.

ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

33. Hoja de campo: datos que hay que levantar antes de calcular



ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN
LUMBRE

34. Vale la pena el vaporizador



ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE
EN LUMBRE

35. Dos filosofías de almacenamiento



ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

36. Juego de memoria: accesorio y función

Une cada accesorio con
lo que realmente hace.



11. Y si es otro gas: nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y argón

Los gases industriales de la planta (nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y argón) se parecen al gas LP en la fotografía y son distintos en la física. El dióxido de carbono se guarda saturado a 17 o 20 bar y su vaporizador ambiente produce hielo seco a menos 78 grados; el nitrógeno y el oxígeno criogénicos llegan líquidos a menos 190 grados en recipientes al vacío; y el oxígeno no necesita arder, hace arder a lo demás. Un vaporizador de gas LP puesto en una línea de dióxido de carbono se congela y una junta de hule se vuelve vidrio.

La misma palabra vaporizador esconde cinco ingenierías distintas: cambian presión, temperatura y materiales.

Gas	Cómo se almacena	Vaporización	Riesgo dominante
Nitrógeno	Líquido criogénico a menos 196 grados, en recipiente al vacío	Vaporizador ambiente de aletas	Asfixia por desplazamiento de oxígeno
Oxígeno	Líquido criogénico o gas comprimido	Vaporizador ambiente	Comburente: hace arder materiales y grasas
Dióxido de carbono	Líquido saturado a 17 o 20 bar	Vaporizador ambiente con control	Hielo seco a menos 78 y válvulas bloqueadas
Argón	Líquido criogénico o gas en baterías	Vaporizador ambiente	Asfixia, igual que el nitrógeno
Gas LP	Líquido saturado de 2 a 13 kilogramos	Depende de la demanda	Ignición y nube más pesada que el aire

- Toda área con gases inertes o criogénicos lleva monitor de oxígeno con alarma antes del 19.5 por ciento.

- En línea de oxígeno no hay grasa, ni sello orgánico suelto, ni herramienta sin desgrasar: el comburente hace el resto.
- En dióxido de carbono la prioridad es separar fase en la línea de líquido, si no llega hielo seco a la válvula.
- Las baterías de veinte cilindros resuelven demanda media sin obra civil; su límite es la autonomía y la maniobra de cambio.
- La tubería criogénica se revisa por vacío perdido, no sólo por fugas: una camisa dañada es producto que se va.

37. El dióxido de carbono líquido a temperatura ambiente se guarda a mucha menor presión que el propano.

☐ Verdadero

☐ Falso

38. Una planta consume 300 kilogramos por hora de gas LP a 26 pesos por kilogramo. ¿Cuánto cuesta el día de 24 horas, en pesos?

Respuesta: (MXN)

ACTIVIDAD
INTERACTIVA
DISPONIBLE EN
LUMBRE

**39. Términos
del oficio
para repasar**

Toca la primera letra de cada palabra y arrastra hasta la última. Valen horizontal, vertical, al revés y en diagonal.



Secretaría de Energía · normas y reglas de gas LP <https://www.gob.mx/energiaReferencia> para verificar la vigencia y el texto actual de las normas mexicanas aplicables a las instalaciones de gas.

12. Cierre: el chequeo de quince minutos

- ¿La placa del tanque está legible y coincide con el dictamen vigente?
- ¿El llenado se corta por nivel o por peso, y en cuánto está el tope?
- ¿Hay tres metros libres y ninguna excavación aguas abajo?
- ¿La campana tiene los siete accesorios, sin tapones improvisados?
- ¿El corte remoto acciona desde punto seguro y se probó este año?
- ¿Están registradas presión y nivel a la misma hora durante un turno completo?
- ¿Sabes cuál es tu demanda máxima medida en kilogramos por hora?
- ¿Tu vaporización natural cubre la punta de arranque o la rebase?
- ¿Los dos reguladores están verificados y con presión de salida anotada?
- ¿La línea tiene pendiente, soportes y diámetro calculado, no heredado?

- ¿Se hizo prueba de fugas después del último llenado?
- ¿Hay monitor de oxígeno si la planta maneja también gases industriales?

*El tanque guarda, el vaporizador entrega, la línea reparte y el regulador sostiene.
Cuando la flama se cae, una de esas cuatro frases describe tu problema: el trabajo
de ingeniería es saber cuál.*

— Regla de las cuatro frases

ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

40. Evaluación del sistema de gas LP en planta



Referencia curricular

Materia:

Ingeniería de gases y procesos

Versión interactiva completa (con actividades, videos y autoevaluación):



<https://lumbre.lat/object/ing-gaslp-01>

Material educativo generado desde Lumbre · lumbre.lat