

GLP

¿propano o butano?

El llamado GLP (Gas Licuado de Petróleo) es un combustible limpio de impurezas, que se manipula y almacena como líquido, pero se emplea como gas. Su limpieza representa una ventaja respecto al fuel oil y el carbón; su manejo como líquido resulta fundamental en medios donde no llegan las tuberías de distribución del gas natural.

Estas características le confieren un lugar preferente en la demanda de la industria que requiere combustibles limpios, en el sector residencial para cocina y calefacción, y en el sector transportes como combustible automotor; si embargo, aunque su consumo se ha difundido considerablemente en los últimos años, existe aún mucha confusión respecto a su composición, características y propiedades.

Para facilitar el conocimiento de su comportamiento y favorecer su empleo con mayores niveles de seguridad y eficiencia, definimos su origen y establecemos la dependencia de sus características en función de la proporción de sus 2 componentes principales: Propano y Butano. Conociendo la variación de sus 3 características fundamentales: Volatilidad, punto de ebullición y densidad, con la proporción de mezcla de sus componentes, podremos establecer un adecuado control de calidad sobre su suministro y planificar mejor su empleo como combustible.

LA CADENA DEL CARBONO

La extraordinaria capacidad de combinación que le otorga al carbono el poder combinarse entre sí formando cadenas lineales o ramificadas constituye la base de la química orgánica. Los hidrocarburos constituyen el marco de referencia de todos los compuestos orgánicos, están conformados con sólo dos elementos, Carbono e Hidrógeno, y se dividen en dos clases principales: alifáticos y aromáticos. Los hidrocarburos alifáticos no contienen el grupo benceno y se dividen, a su vez, en alcanos, alquenos y alquinos.

La cadena lineal de los alcanos constituye la columna vertebral de la química orgánica, modificándose rápidamente las características y propiedades de los compuestos con el número de átomos de carbono. En la **Figura 1** se muestran los puntos de fusión y ebullición de los isómeros de cadena lineal de los primeros diez

Los primeros diez alcanos de cadena lineal*

Nombre del hidrocarburo	Fórmula molecular	Número de átomos de carbono	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
Metano	CH ₄	1	-182.5	-161.6
Etano	CH ₃ -CH ₃	2	-183.3	-88.6
Propano	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	3	-189.7	-42.1
Butano	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CH ₃	4	-138.3	-0.5
Pentano	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃	5	-129.8	36.1
Hexano	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	6	-95.3	68.7
Heptano	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	7	-90.6	98.4
Octano	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	8	-56.8	125.7
Nonano	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	9	-53.5	150.8
Decano	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃	10	-29.7	174.0

*Por cadena lineal se entiende que los átomos de carbono están unidos a lo largo de una línea. Esto no significa, sin embargo, que estas moléculas sean lineales. Cada carbono está hibridado en sp³ (no es sp).

Figura 1
alcanos.

El gas natural está conformado principalmente por metano, algo de etano y una pequeña proporción de propano, que constituye su componente más pesado. Siendo el butano el componente más ligero de las gasolinas, resulta fácil deducir porqué las mezclas propano-butano, modificando convenientemente sus condiciones de presión y temperatura, pueden comportarse en forma similar al gas natural al combustionarse como gases y pueden ser almacenados, transportarse y medirse en forma similar a las gasolinas, al encontrarse como líquidos.

CARACTERIZACIÓN DEL PROPANO Y BUTANO

El GLP se produce a partir de la destilación fraccionada del crudo de petróleo, constituyendo la fracción que sale por el tope de la columna, o se extrae como parte de los condensados que se separan del gas natural húmedo extraído del pozo.

Aunque normalmente se considera como componentes del GLP el propano, isobutano y butano normal, además de otros componentes menores (etano, propileno, butadieno, isobutano, pentano, etc.), para el pre-

sente análisis consideraremos solamente los dos componentes principales, propano y butano, en consideración a que el isobutano posee características muy similares a las del butano normal.

En el Cuadro 1 se muestran las principales propiedades y características fisicoquímicas del propano y butano en forma individual.

La comparación de sus principales características nos permitirán diferenciar el comportamiento individual de ambos hidrocarburos en cada

caso y su influencia en las diferentes proporciones de mezcla.

Las variables más importantes para cumplir tal objetivo son las siguientes:

Presión de vapor

La presión de vapor de una sustancia pura es la presión a la cual la fase vapor está en equilibrio con su fase líquida a una de-

terminada temperatura. Las sustancias más ligeras tienen mayor presión de vapor que las sustancias pesadas.

Cuando se trata de una mezcla de sustancias, la presión de vapor de la mezcla dependerá, además de la temperatura, de la composición que tenga la fase líquida.

En la Figura 2 se grafica la variación de la presión de vapor del propano y butano con la temperatura. Se puede apreciar que la presión de va-

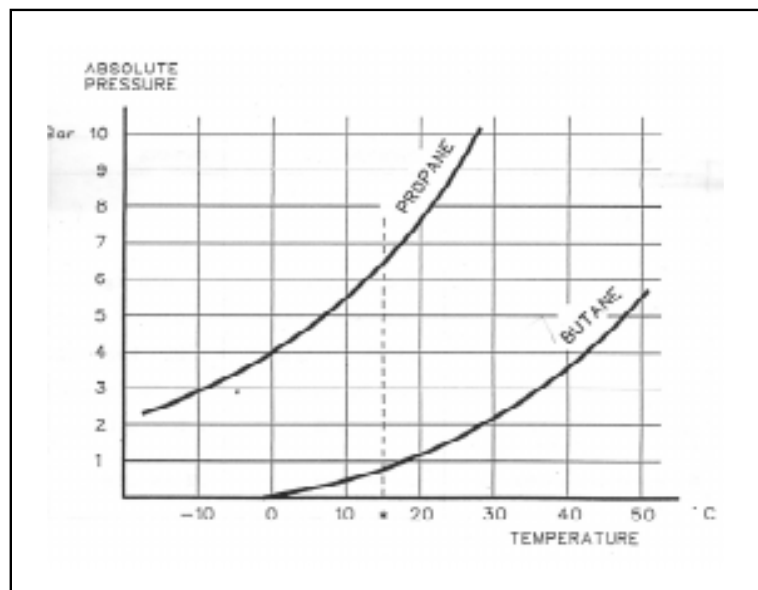


Figura 2

GAS	Propano
Fórmula química	C_3H_8
Peso molecular	44
Peso específico (kg/l)	0.51
Punto de ebullición (°C)	-43
Poder Calorífico superior (kcal/kg)	12060
Poder Calorífico inferior (kcal/kg)	510
Punto de ignición (°C en aire)	2.1 - 9.5
Rango de inflamabilidad, % por volumen	36.4
ft ³ de gas / gal de líquido	8.62
ft ³ de gas / lb de líquido	

Cuadro 1

por del butano es 0.005 bar a 0°C y 0.8 bar a 15°C., mientras que la presión de vapor del propano a estas temperaturas es de 4 bar y 6.5 bar respectivamente. Esto crea una considerable diferencia en la presión de vapor de la mezcla en la medida que las proporciones de propano y butano varían.

La presión se incrementa con la temperatura y ello conduce a grandes variaciones en el volumen de GLP en el estado líquido. Por lo tanto, si un contenedor (balón, bombona o tanque) está completamente lleno de GLP en su estado líquido y aumenta la temperatura, se producirá un rápido incremento de la presión, creando el riesgo de una explosión. Por esta razón, nunca debe llenarse completamente un tanque de GLP.

Punto de Ebullición

Esta es otra característica importante del GLP que diferencia el comportamiento de sus componentes. El punto de ebullición es la temperatura a la cual el propano y butano pasan de líquido a vapor.

Mientras que el propano se condensa a -43 °C y permanece como líquido, el butano lo hace a 0°C, En climas particularmente fríos, resulta

rá conveniente mayor participación de propano para facilitar la gasificación del GLP, necesaria para su inyección al quemador.

Densidad o Peso Específico

La densidad de una sustancia es la masa de dicha sustancia contenida en una unidad de volumen. La densidad del Propano líquido a 60°F es 0.508 gr/cm³ o 31.7 lb/ft³, mientras que la del butano es 0.585 gr/cm³.

Una de las características de la densidad es su propiedad aditiva, esto quiere decir que si tenemos varios elementos de una mezcla, conociendo la densidad y la fracción en peso de cada uno de ellos, podremos calcular la densidad de la mezcla. En sentido opuesto, conociendo la densidad del GLP podremos deducir aproximadamente su proporción de propano y butano.

Poder Calorífico o Calor de Combustión

El calor de combustión de un combustible puede definirse como la cantidad de calor que se absorbe al enfriar los productos de la combustión a la temperatura original de la mezcla de combustible, representando el poder calorífico total del combusti-

ble. Como en la práctica industrial normalmente no se aprovecha el calor de condensación del vapor de agua producido en la combustión, descontando este valor se determina el poder calorífico inferior o neto.

Los valores de poder calorífico del propano y el butano presentan una pequeña diferencia a favor del propano cuando son referidos a masa y una considerable diferencia a favor del butano cuando son referidos a volumen. Esto se explica por las relaciones C/H de ambos hidrocarburos: 4.5 para propano y 4.8 para butano. En la práctica, los poderes caloríficos de diferentes proporciones de mezclas propano-butano se enriquecen con la mayor proporción de butano.

También en razón de sus diferentes relaciones carbono/hidrógeno cantidades similares de masa de propano y butano requieren diferentes cantidades de oxígeno para completar su combustión y consecuentemente generan volúmenes diferentes de gases de combustión (Figura 3).

Inflamabilidad

Los rangos de inflamabilidad representan el margen de concentración de los hidrocarburos en aire que

forman mezclas inflamables. Siendo los límites inferior y superior de inflamabilidad parecidos para propano (2.1-9.5) y butano (1.8- 8.5%), los valores para GLP serán también similares para cualquier proporción de mezcla.

Los puntos de inflamación en aire de propano y butano, así como sus velocidades de llamas, también son similares.

Calor latente de Vaporización

El calor latente de vaporización de un líquido es la cantidad de calor requerida para vaporizar una unidad de peso de la sustancia a la temperatura y presión bajo las que la vaporización es llevada a cabo.

En la **Figura 4** se muestra la variación con la temperatura de los valores correspondientes a propano y butano en BTU/lb, pudiendo apreciarse que son muy similares en los valores de temperatura acostumbrados. La absorción del calor de vaporización del ambiente provoca la formación de hielo en las tuberías de GLP.

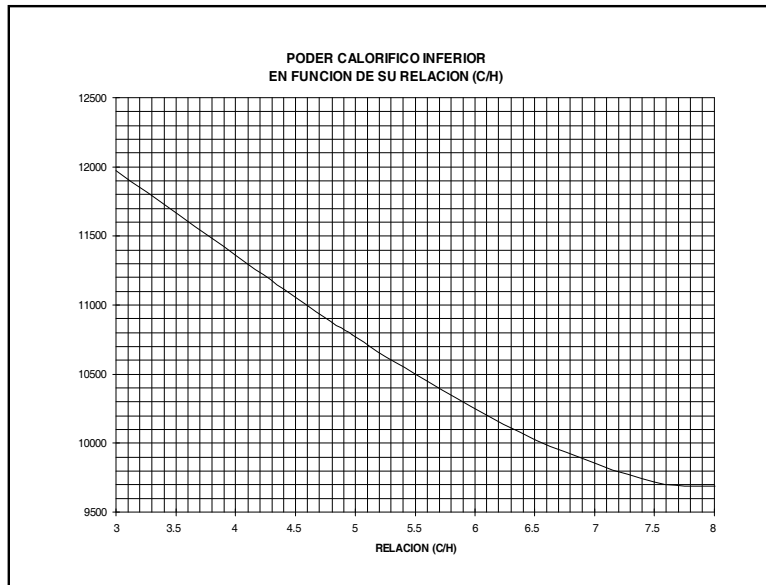


Figura 3

BTU/lb).

Calor específico de Líquido

El calor específico se define como la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de una sustancia. La variación de los calores específicos de propano y butano con la temperatura, son similares (0.57-0.60

Punto de rocío

El punto de rocío de un gas combustible determina la temperatura más baja a la que la mezcla puede usarse o distribuirse como un gas en términos de baja presión o recipientes de almacenamiento. Los valores de punto

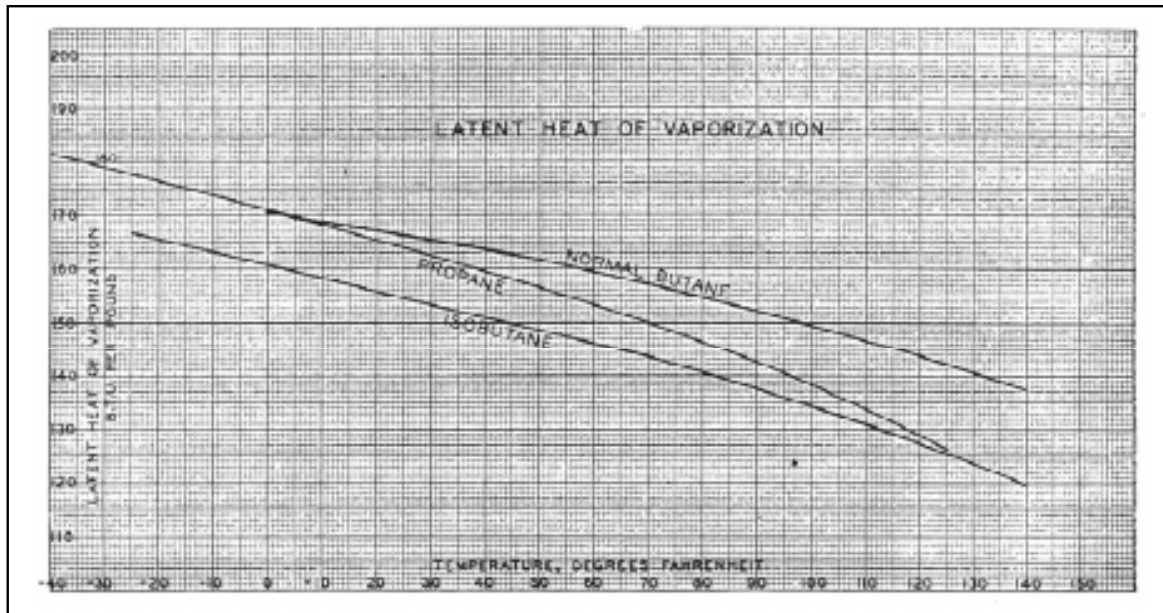


Figura 4

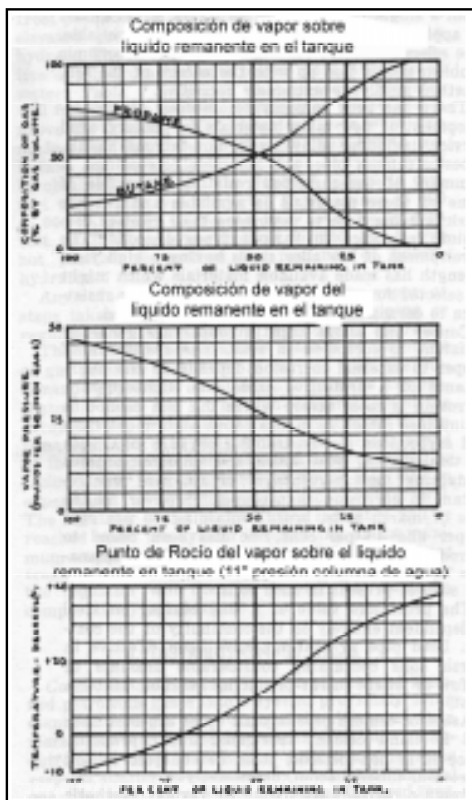


Figura 5

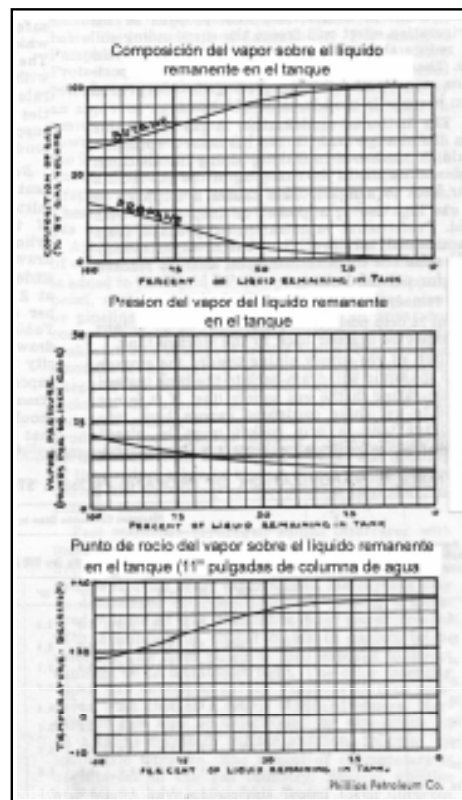


Figura 6

de rocío del propano y butano están directamente vinculados a sus puntos de ebullición, influenciados por las condiciones de utilización.

Número de Octano

Para la utilización del GLP en automotores la proporción propano-butano resulta importante, por presentar ambos diferente comportamiento en cuanto a volatilidad y estabilidad molecular, lo que se manifiesta en un mayor octanaje para el caso del propano (111 octanos) en comparación al del butano (103 octanos).

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS PROPANO-BUTANO

Tomando en cuenta las variables que marcan las principales diferencias entre el propano y el butano, podemos asumir el comportamiento de diferentes proporciones de mezclas durante el suministro de un tanque de almacenamiento a los

puntos de consumo.

La variación del comportamiento de 2 mezclas propano y butano las podemos apreciar, considerando su influencia sobre la composición del vapor sobre el líquido remanente, la presión de vapor y el punto de rocío.

En la **Figura 5** se muestran tales valores para una mezcla 65% propano-35% butano. En la **Figura 6** se muestran los valores que corresponden a una mezcla 35% propano - 65% butano.

CONCLUSIONES

1. La proporción propano-butano en el GLP depende fundamentalmente de su presencia en los crudos de petróleo o gases naturales de procedencia.
2. El aspecto más notorio de la proporción propano-butano en el GLP es la presión de vapor

3. El aspecto más importante de la proporción propano-butano es el comportamiento de su punto de ebullición.

4. Los poderes caloríficos de GLP con diferentes proporciones de propano-butano no presentan valores diferenciales importantes por unidad de masa,

5. Volúmenes de GLP con diferentes proporciones de propano-butano tendrán diferente cantidad de masa y consecuentemente diferente poder calorífico, debido a su diferente densidad.

6. Considerando que la utilización del GLP se efectúa como gas, siempre resultará conveniente disponer de mayor proporción de propano en la mezcla.

7. Para la utilización del GLP en automotores, resultará conveniente disponer de mezclas con mayor proporción de propano, por razones de mayor volatilidad y mejor octanaje.