



**Comisión de Regulación
de Energía y Gas**

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL GAS NATURAL EN EL PUNTO DE ENTRADA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

DOCUMENTO CREG-017
8 DE MARZO DE 2007

**CIRCULACIÓN:
MIEMBROS DE LA COMISIÓN
DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS
PRELIMINAR**

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL GAS NATURAL EN EL PUNTO DE ENTRADA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

1. ANTECEDENTES

Mediante la Resolución CREG 071 de 1999 se adoptó el Reglamento Único de Transporte de Gas Natural –RUT-. En el numeral 6.3 del RUT se establecen las especificaciones de calidad del gas natural entregado al Transportador por parte del Remitente en el Punto de Entrada al Sistema de Transporte así:

“6.3 CALIDAD DEL GAS

El Gas Natural entregado al Transportador por el Agente, en el Punto de Entrada del Sistema de Transporte y por el Transportador en el Punto de Salida, deberá cumplir con las siguientes especificación de calidad:

Cuadro 7, Especificaciones de calidad del Gas Natural

ESPECIFICACIONES	Sistema Internacional	Sistema Inglés
Máximo poder calorífico bruto (GHV) <i>(Nota 1)</i>	42.8 MJ/m ³	1.150 BTU/ft ³
Mínimo poder calorífico bruto (GHV) <i>(Nota 1)</i>	35.4 MJ/m ³	950 BTU/ft ³
Contenido líquido <i>(Nota 2)</i>	Libre de líquidos	Libre de líquidos
Contenido total de H ₂ S máximo	6 mg/m ³	0.25 grano/100PCS
Contenido total de azufre máximo	23 mg/m ³	1.0 grano/100PCS
Contenido CO ₂ , máximo en % volumen	2%	2%
Contenido de N ₂ , máximo en % volumen	3	3
Contenido de inertes máximo en % volumen <i>(Nota 3)</i>	5%	5%
Contenido de oxígeno máximo en % volumen	0.1%	0.1%
Contenido de agua máximo	97 mg/m ³	6.0 Lb/MPCS
Temperatura de entrega máximo	49 °C	120°F
Temperatura de entrega mínimo	4.5 °C	40 °F
Contenido máximo de polvos y material en suspensión <i>(Nota 4)</i>	1.6 mg/m ³	0.7 grano/1000 pc

Nota 1: Todos los datos referidos a metro cúbico ó pie cúbico de gas se referencian a Condiciones Estándar.

Nota 2: El Gas Natural deberá entregarse con una calidad tal que no forme líquido, a las condiciones críticas de operación del Sistema de Transporte. La característica para medir la calidad será el “Cricondentherm” el cual será fijado para cada caso en particular dependiendo del uso y de las zonas donde sea utilizado el gas.

Nota 3: Se considera como contenido de inertes la suma de los contenidos de CO₂, nitrógeno y oxígeno.

Nota 4: El máximo tamaño de las partículas debe ser 15 micrones.

Salvo acuerdo entre las partes, el Productor-comercializador y el Remitente están en la obligación de entregar Gas Natural a la presión de operación del gasoducto en el Punto de Entrada hasta las 1200 Psia, de acuerdo con los requerimientos del Transportador. El Agente que entrega el gas no será responsable por una disminución en la presión de entrega debida a un evento atribuible al Transportador o a otro Agente usuario del Sistema de Transporte correspondiente.

Si el Gas Natural entregado por el Agente no se ajusta a alguna de las especificaciones establecidas en este RUT, el Transportador podrá rehusar aceptar el gas en el Punto de Entrada.”

La exigencia de especificaciones mínimas de calidad del gas inyectado a un Sistema de Transporte tiene dos objetivos principales:

- i) Proteger la integridad del Sistema de Transporte y de las instalaciones de los Agentes. Por ejemplo, se controla el contenido de CO₂ y agua para evitar corrosión interna en las tuberías. También se controla la formación de líquidos hidrocarburos ya que causan, entre otros efectos, pérdida de eficiencia en los sistemas de transporte.
- ii) Permitir el intercambio de gases de tal forma que no se afecte la combustión en quemadores diseñados para la segunda familia de combustibles gaseosos¹.

Las especificaciones de calidad establecidas en el RUT indican que el gas deberá entregarse con una calidad tal que no forme líquido, a las condiciones críticas de operación del Sistema de Transporte. Así mismo, se establece que la característica para medir la calidad será el “Cricodentherm” el cual será fijado para cada caso en particular dependiendo del uso y de las zonas donde sea utilizado el gas. El Cricodentherm es la temperatura por encima de la cual no se presenta condensación, independientemente de la presión, de los hidrocarburos pesados que puedan haber en el gas natural.

En este documento se analiza y desarrolla una propuesta regulatoria relacionada con el “Cricodentherm”.

2. ROL DEL CNO-Gas EN EL DESARROLLO DEL RUT

Mediante la Ley 401 de 1997 se creó el Consejo Nacional de Operación de Gas Natural – CNO-Gas- como un cuerpo asesor. Las funciones de asesoría de este Consejo se definen en el numeral 1.4 del RUT. De otra parte, en el numeral 1.3 se establecen funciones al CNO-Gas relacionadas con el seguimiento al RUT, así:

“Cuando lo considere conveniente el Consejo Nacional de Operación de Gas Natural revisará la experiencia en la aplicación de los aspectos operativos, y comerciales del RUT, y enviará a la Comisión un informe sobre el resultado de las revisiones, las propuestas de

¹ Los gases combustibles se han caracterizado en tres familias: i) gases manufacturados; ii) gases naturales y; iii) gases licuados. El gas natural pertenece al grupo H de la segunda familia.

reforma, si las hubiere, y cualquier observación o sugerencia presentada por escrito por cualquiera de los Agentes, y que no haya sido incluida en las propuestas de reforma.

La Comisión examinará las propuestas y las demás observaciones e iniciativas y, en la medida en que las considere convenientes, o de oficio, modificará el RUT después de haber oído al Consejo Nacional de Operación de Gas Natural sobre las modificaciones propuestas. La iniciativa para la reforma del Reglamento también será de la Comisión si esta estima que debe adecuarse a la evolución de la industria, que contraría las regulaciones generales sobre el servicio, que va en detrimento de mayor concurrencia entre oferentes y demandantes del suministro o del libre acceso y uso del servicio de transporte y otros servicios asociados.

...

De acuerdo con la anterior disposición regulatoria, y dentro de las funciones asignadas por la Ley, el CNO-Gas ha venido realizando análisis tendientes a actualizar el RUT. En tal sentido, el Consejo ha enviado a la Comisión propuestas de ajuste al RUT en aquellos tópicos que ya han sido debatidos y acordados en el CNO-Gas. El Cricodentherm es uno de los temas que el CNO-Gas estudió ampliamente hasta llegar a un consenso, como se describe en este documento.

3. PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS - PRH

3.1 Definición y Métodos de Medición

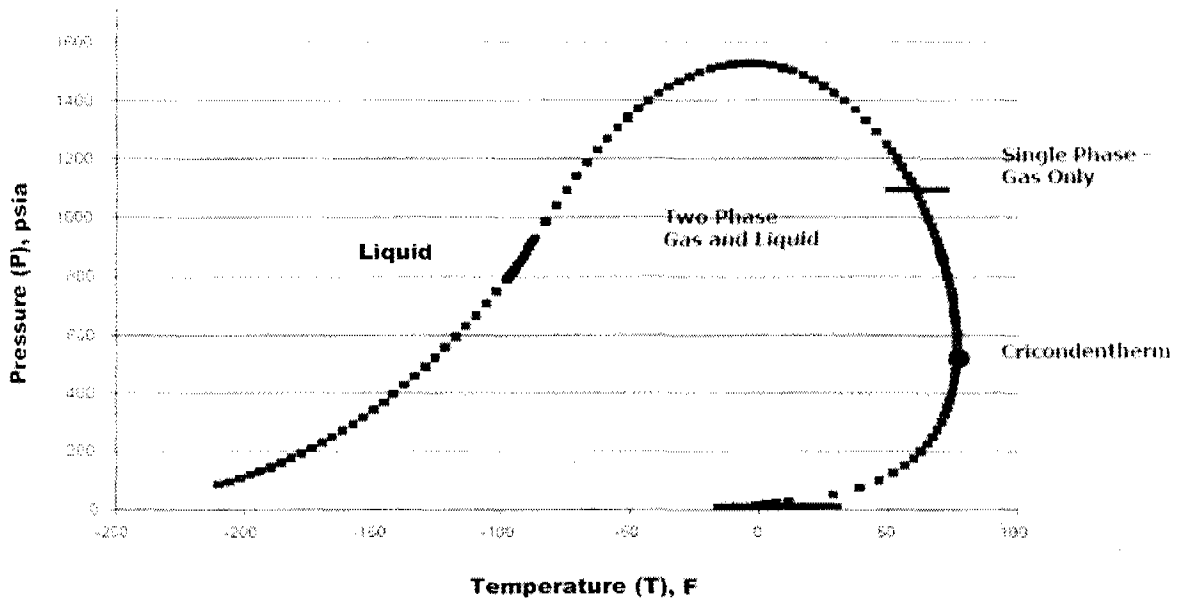
El gas natural está compuesto principalmente por metano (CH_4) mezclado con otros hidrocarburos y varios componentes no hidrocarburos². Durante el transporte y la distribución por tuberías el gas natural sufre cambios de presión y temperatura. Estos cambios pueden llevar a que hidrocarburos pesados (i.e. conocidos como C_6+), si existen en cantidades suficientes, tomen su forma líquida. Dichos líquidos son indeseables para los sistemas de transporte y para los equipos de los usuarios ya que pueden causar los siguientes efectos: a) pérdida de eficiencia en el transporte; b) riesgo de incendio y explosiones en los quemadores industriales; c) pérdida de eficiencia en los sistemas de combustión por taponamiento parcial de las boquillas; c) errores en los sistemas de medición. Esta situación se conoce como “formación de hidrocarburos líquidos” y la posibilidad de que tal situación se presente es medida en términos del “punto de rocío de hidrocarburos – PRH-”.

El PRH es la temperatura, para una presión dada, a la cual los componentes pesados del gas natural empiezan a condensarse desde su fase gaseosa. La máxima temperatura a la cual ocurre dicha condensación se denomina Cricodentherm. En la figura 1 se muestra un diagrama de fases (presión vs. Temperatura) para una corriente de gas natural determinada. Se puede observar que el Cricodentherm para este caso está alrededor de 75 °F (24 °C). Nótese que esta temperatura garantiza la fase gaseosa para cualquier valor de presión. Así mismo, se observa que para una presión de 200 psia el PRH está

² Los gases hidrocarburos que se pueden encontrar en el gas natural son: metano (CH_4), etano (C_2H_6), propano (C_3H_8), butano (C_4H_{10}), pentano (C_5H_{12}), hexano (C_6H_{14}), heptano (C_7H_{16}), octano (C_8H_{18}), nonano (C_9H_{20}) y más pesados. Dentro de los compuestos no hidrocarburos en el gas natural se pueden incluir: nitrógeno (N_2), dióxido de carbono (CO_2), helio (He), sulfuro de hidrógeno (H_2S), vapor de agua (H_2O), oxígeno (O_2), otros componentes de sulfuro y trazas de gases.

alrededor de 63 °F (17 °C). Lo deseable es que bajo las condiciones de presión y temperatura de operación del sistema el gas no llegue en ningún momento a la región de dos fases (líquido y gas) del diagrama.

Figura 1. Diagrama de Fases



El PRH depende de la concentración de hidrocarburos pesados que haya en la composición del gas natural. Así mismo, cada gas tiene su propia composición química y por tanto un diagrama de fases y PRH propio.

Los métodos comúnmente utilizados para medir el PRH comprenden:

- i) **Método de espejo enfriado:** Es la base para dos sistemas de medición diferentes:
 - a. Método manual: se basa en observar la formación de una película de condensados sobre la superficie de un espejo plano enfriado manualmente, a través del cual se hace circular el gas. Este método se realiza de acuerdo con la norma ASTM D-1142-95
 - b. Método automático: se basa en la detección automática de la formación de condensados sobre un espejo enfriado automáticamente. Utiliza un analizador en línea que realiza mediciones constantemente (e.g. cada 10 minutos) usando tecnología óptica. Una de las tecnologías ópticas más recientes es la utilizada por Michel Instruments en su sistema CONDUMAX II (www.michell-instruments.com).
- ii) **Método gravimétrico:** está diseñado para medir la masa de condensado que se separa del gas natural a temperatura y presión definidas (basado en ISO 6570).
- iii) **Método de Análisis Cromatográfico Extendido:** es un método indirecto mediante el cual se analiza una muestra de gas en laboratorio y a través de

modelos computaciones, usando una ecuación de estado, se calcula el punto de rocío.

- iv) **Método de Expansión a Composición Constante:** es un método experimental en el cual se analiza una muestra de gas en laboratorio. En general, se hace una expansión del gas a temperatura constante obteniendo datos de líquido condensado versus presión. Para obtener el punto de rocío se hace una extrapolación de los datos.

El método apropiado en cada caso dependerá de la precisión requerida, la frecuencia de los resultados, grado de automatización y costos de operación (EffectTech Ltd.).

3.2 PRH para el Caso Colombiano

En el RUT no se establecen los parámetros relacionados con el Cricondetherm, tales como su valor y la forma de medición. Sin embargo, dada su relevancia en la industria del gas natural, en el RUT se anunció el desarrollo regulatorio de este concepto. En tal sentido, la misma industria ha contribuido con los estudios y análisis tendientes a definir el Cricondetherm. Nótese que teóricamente el Cricondetherm es un caso particular del PRH que no requiere definición de presión pues opera para todas las presiones.

3.2.1 Valor del PRH

A partir de 2002 se presentó controversia entre algunos Agentes por la presencia de hidrocarburos líquidos en uno de los Sistemas de Transporte de gas del país³. Ello motivó a que el CNO-Gas, dentro de sus análisis tendientes a actualizar el RUT, dedicara especial atención a estudiar el tema relacionado con el PRH⁴. Algunos de los Agentes directamente afectados con la presencia de hidrocarburos líquidos en el Sistema de Transporte realizaron estudios tendientes, entre otros aspectos, a recomendar el valor del PRH en el país (ver Campo, 2003). Después de varios análisis y debates a partir de los resultados aportados por estudios contratados por Agentes de la industria, el CNO-Gas acordó, de manera unánime, lo siguiente⁵:

- i) Adoptar un PRH de 45 °F (7.2 °C) a cualquier presión y para todos los pisos térmicos de Colombia;
- ii) Determinar dicha temperatura en el nodo de entrada al gasoducto de transporte.

Cabe anotar que la recomendación del CNO-Gas hace referencia al PRH para cualquier presión. Como se indicó anteriormente, teóricamente el Cricondetherm es un caso especial del PRH que no requiere definición de presión pues opera para todas las presiones. Así, se entiende que la temperatura propuesta por el CNO-Gas corresponde al Cricondetherm tal como se anunció en el RUT. Para efectos prácticos, y acorde con lo

³ Ver comunicaciones CREG 001719 y 001380 de 2003 y E-2003-004507.

⁴ Ver Actas No. 23, 24, 26, 28 del CNO-Gas.

⁵ Ver Acta No. 36 del CNO-Gas.

observado en la práctica internacional, en lo que resta de este documento se hará referencia únicamente al Punto de Rocío o PRH⁶.

3.2.2 Metodología de Medición

La definición del PRH debe estar acompañada de una metodología para determinar el valor establecido para el PRH. En el CNO-Gas no hubo acuerdo con relación a la metodología más adecuada para determinar el PRH. Por tanto el CNO-Gas acordó acoger la recomendación que sobre el particular hiciera un experto internacional⁷. Así, la Comisión contrató al Dr. Kenneth Earl Starling, experto de AGA (American Gas Association), para que adelantara un estudio con el objeto de evaluar los siguientes tres métodos, y recomendar el más adecuado al caso colombiano, para determinar el PRH en la entrada al Sistema Nacional de Transporte:

1. Método automático: espejo enfriado automáticamente utilizando analizador en línea (CONDUMAX II)
2. Método de espejo plano enfriado manualmente (determinación manual según norma ASTM D-1142-95).
3. Método de Expansión a Composición Constante (prueba experimental basada en API RP 44).

En su estudio el Dr. Starling (el Consultor) presentó las siguientes recomendaciones (Starling, 2006):

1. Establecer un Método de Referencia para medir el PRH en Colombia;
2. Exigir el Método de Referencia para calibrar otros equipos de medición del PRH;
3. Utilizar el Método de Referencia en la resolución de disputas entre los Agentes relacionadas con el PRH;
4. Revisar y actualizar constantemente el Método de Referencia acorde con los nuevos desarrollos tecnológicos⁸;
5. Elegir como Método de Referencia en Colombia el método ASTM D-1142, el cual no requiere calibración;
6. El uso de analizadores en línea es una solución pragmática para controlar la calidad del gas de manera eficiente y económica.

En resumen, el Consultor recomienda adoptar la metodología de espejo enfriado automáticamente utilizando analizador en línea, tal como el CONDUMAX II, con calibraciones periódicas mediante el estándar ASTM D-1142 o estándares de mayor exactitud, cuando estén disponibles, para determinar el PRH en la entrada al Sistema Nacional de Transporte de gas en Colombia. Así mismo, recomienda adoptar el estándar ASTM D-1142 o estándares de mayor exactitud, cuando estén disponibles, como Método de Referencia para resolver disputas entre los Agentes relacionadas con el PRH.

⁶ En la normatividad internacional se observa que siempre se hace referencia al Punto de Rocío indistintamente de si se trata del Cricondentherm o del Punto de Rocío a una presión definida. Ver Campo M. (2003).

⁷ Ver radicación E-2005-008925.

⁸ El Dr. Starling indica en su Informe que Gasunie Research, en Holanda, recientemente desarrolló un equipo de alta precisión para medir el punto de rocío. Dicho equipo se denomina Gasunie Automatic Condensate Meter – GACOM-. Sin embargo, a la fecha del informe (Dic. 2006) el GACOM no estaba comercialmente disponible .

Cabe anotar que el Consultor presentó el estudio y las respectivas recomendaciones a la industria⁹. Tal como lo acordó el CNO-Gas, y de acuerdo con lo manifestado por miembros del CNO-Gas durante la presentación del Consultor, la industria acogió la recomendación del Consultor¹⁰.

En relación con la propuesta del Consultor, un Agente productor (radicado E-2006-009007) presentó las siguientes sugerencias a la CREG:

- i) Considerar un tiempo apropiado para la implementación del CONDUMAX II en los puntos de entrega del gas, teniendo en cuenta que se trata de un equipo de importación;
- ii) Definir la empresa encargada oficialmente de llevar a cabo las calibraciones de los CONDUMAX II, mediante la aplicación efectiva del ASTM D-1142.

Con respecto a las sugerencias del Agente productor se considera adecuado establecer un periodo de seis meses para facilitar la implementación del método de medición del PRH y la adecuación, si es del caso, del gas al PRH requerido. De otra parte, no es función de la Comisión definir el ente idóneo encargado de realizar calibraciones de equipos requeridos en la industria.

3.3 Propuesta a la CREG

Se propone a la CREG adoptar las recomendaciones del CNO-Gas relacionadas con el PRH en el país. Tales recomendaciones están enmarcadas dentro de las funciones de asesoría asignadas por la Ley a dicho Consejo. La propuesta comprende:

- i) Adoptar un PRH de 45 °F (7.2 °C) a cualquier presión y para todos los pisos térmicos de Colombia;
- ii) Determinar dicha temperatura en los puntos de entrada al Sistema Nacional de Transporte;
- iii) Adoptar la metodología de espejo enfriado automáticamente utilizando analizador en línea con calibraciones periódicas mediante el estándar ASTM D-1142 o estándares de mayor exactitud, cuando estén disponibles, para determinar el PRH en los puntos de entrada al Sistema Nacional de Transporte de gas en Colombia¹¹.
- iv) Adoptar el estándar ASTM D-1142 o estándares de mayor exactitud, cuando estén disponibles, como Método de Referencia para resolver disputas, entre los Agentes, relacionadas con el PRH.
- v) Establecer un periodo de seis meses para facilitar la implementación del método de medición automática y, si es del caso, la adecuación del gas natural al PRH;

⁹ La presentación se realizó el 5 de diciembre de 2006 en las oficinas de la CREG.

¹⁰ Adicionalmente, mediante Circular 067 de 2006 se sometió a consulta en la página web de la CREG el estudio realizado por el Dr. Starling. Formalmente ningún Agente manifestó desacuerdo con la propuesta del Consultor. Concluida la consulta solo un Agente manifestó formalmente su conformidad con la propuesta del Consultor (Radicado E-2006-009007).

¹¹ El Consultor estudió el analizador en línea CONDUMAX II, el cual puede ser calibrado con alta exactitud usando el equipo GACOM (Gasunie Automatic Condensate Meter – GACOM-, desarrollado por parte de Gasunie Research, en Holanda) cuando esté disponible comercialmente.

- vi) Las partes interesadas escogerán de común acuerdo, cuando ello no sea establecido por autoridad competente, lo siguiente: a) el estándar de mayor exactitud a utilizar como método de referencia cuando sea del caso; b) los técnicos competentes para realizar las calibraciones periódicas del analizador en línea y las verificaciones de la medición en caso de disputas y; c) la periodicidad de las calibraciones del analizador en línea.

Referencias

Starling K., (2006), "Report of Expert Consultant Dr. Kenneth E. Starling on Hydrocarbon Dew Point Determination 2006-11-19", estudio realizado para la Comisión de Regulación de Energía y Gas, Radicado E-2006-008405, Bogotá D.C.

Campo M., (2003), "Estudio del Comportamiento Termodinámico de Fases del Gas Guajira en el Gasoducto Ballena – Cartagena", estudio realizado para PROMIGAS S.A. E.S.P., Barranquilla, marzo de 2003.

Effectech Ltd., "Hydrocarbon Dew Point", Tullygay House, Wood Lane, Uttoxeter, Staffordshire, ST14 8BE. UK, <www.effectech.co.uk>