



NOM-001-SECRE-2007

Calidad del Gas Natural



Contenido

- I. Antecedentes
- II. Problemática en GN
- III. Trabajos realizados
- IV. Especificaciones de turbinas
- V. Documentos en los que se establece la calidad de GN
- VI. Calidad del GN en otros países
- VII. Temperatura de rocío
- VIII. Intercambiabilidad
- IX. Especificaciones de intercambiabilidad
- X. Otros parámetros de intercambiabilidad
- XI. Propuesta de NOM
- XII. Conclusiones



I. Antecedentes

- ✍ El 29 de marzo de 2004, se publicó en el DOF la NOM-001-SECRE-2003 (la NOM).
- ✍ Durante el año 2006 el Comité Consultivo de Normalización de la Sener llevó a cabo reuniones de trabajo con el objeto de expedir una NOM de calidad para el gas procesado.
- ✍ En marzo de 2007 se inició la revisión de la NOM. En el Grupo de Trabajo (GT), participa el IMP, CFE, PGPB (Comercialización, Medición), la DCO de Pemex, PEP, GNM, Maxigas, Iberdrola, Tractebel, Movilab, Gas del Litoral, Sempra Energy, Shell, IPN, Praxair, UV's y la CRE.
- ✍ Al mes de agosto de 2007, se han llevado a cabo 12 reuniones con el Grupo de Trabajo.



II. Problemática en GN

- ✍ Debido a que el gas natural es suministrado de diversas fuentes (proceso, pozos, importación y GNL), la calidad del gas natural está presentando una problemática en su uso como combustible y/o materia prima. Los aspectos principales son:
 - ✍ **Distribuidores:** Acumulación de cantidades de líquidos en sus instalaciones o en instalaciones de usuarios finales, dañando en algunos casos equipos de medición, se requiere mantenimiento constante al equipo.
 - ✍ **CFE:** La variabilidad en el contenido energético del gas natural, requiere de constantes ajustes en la operación de sus plantas. Indican que el rango definido en la NOM para varios parámetros es muy amplio y consideran pertinente acotarlo.
 - ✍ **Industria Acerera:** El incremento en el contenido de nitrógeno aumenta el consumo de gas natural por tonelada de fierro y disminuye la capacidad máxima de producción de las plantas.
 - ✍ **PGPB:** La incorporación de la corriente que proviene de la terminal de GNL y gas de pozos a la corriente en el SNG ha provocado mayor variabilidad en el contenido energético como en el contenido de licuables. El control de la calidad para el SNG es por contenido de licuables y para el gas proveniente de la terminal de GNL por Temperatura de rocío.
 - ✍ **PEP:** El gas no está procesado y contiene algunas cantidades de líquidos.
 - ✍ **PPQ:** Establecer como parámetro un límite máximo de contenido de etano en la corriente de gas natural.



III. Trabajos realizados

- ✍ Búsqueda de los parámetros utilizados en la calidad del gas natural a nivel internacional.
- ✍ Revisión de parámetros de calidad de gas natural en algunos sistemas de transporte de EUA, de acuerdo a CGT (tariff).
- ✍ Se revisaron las especificaciones utilizadas por fabricantes de turbinas, como: Solar, GE, Siemens-Westinghouse.
- ✍ Se revisaron diversos documentos relativos a Intercambiabilidad.

IV. Especificaciones de turbinas

ES 9-98 Solar		
	BTU/scf	MJ/m3
IW*	1220	43.31
Tolerancia	+ - 10%	+ - 10%
Temperatura de suministro del combustible	Por lo menos 10°F (-12°C) arriba de la temperatura de rocío a la presión de operación (no deben existir líquidos en el gas) y la temperatura no debe ser menor de -40°F (-40°C) y no mayor de 160°F (71°C)	
Etano	---	

* Calculado con el poder calorífico inferior

Series W251/W501/W701 Siemens Westinghouse Gas Fuel Spec		
IW*	1200 BTU/scf	42.6 MJ/m3
Tolerancia	+ - 15%	se debe considerar la temperatura del gas a la entrada del quemador
LHV (BTU/scf)	235 (para sistemas de combustión convencional (8.3 MJ/m3) 770 para sistemas Dry Low Nox (27.28 MJ/m3)	
Condensables	Libre de hidrocarburos líquidos. Se requiere que la temperatura del gas exceda en 50°F (28°C) la temperatura de rocío del combustible. Para el cálculo de la temperatura de rocío se debe considerar hasta el C14	
Oxígeno	2% máximo	
Etano	8% máximo	

* Calculado con el poder calorífico inferior

Sistemas GEI 41040 GE		
Total de Inertes	15%	
Oxígeno	Trazas	
Líquidos	No debe existir presencia de líquidos, el gas debe ser precalentado	
Etano	15%	
HHV (BTU/scf)	800-1200	(28.35 - 42.6 MJ/m3)

Poder calorífico inferior : es la cantidad de energía producida en forma de calor por la combustión completa de una unidad de gas natural en aire a condiciones base de presión y temperatura; los productos de combustión se mantienen a la misma temperatura (condición base) en estado gaseoso.



V. Documentos en los que se establece la calidad del gas

- ✍ **EE. UU.:** La calidad del gas en los ductos interestatales se establece en los términos y condiciones (tariff), los parámetros que hacen mención son: Poder calorífico superior (HHV), Azufre total (S), ácido sulfhídrico (H₂S), contenido de agua, mercaptanos (RSH), Oxígeno, Inertes (N₂ y CO₂), temperatura del gas.
 - ✍ En contenido de sólidos y líquidos, se establece el término “commercially free”, que algunas empresas requieren para no causar la formación de hidratos en la tubería, daños o fallas en los equipos.
- ✍ **ISO 13686:** Indican que la calidad del gas natural está definida por la composición y por las propiedades físico - químicas:
 - ✍ Componentes mayores: Poder calorífico (HHV) e índice Wobbe (IW).
 - ✍ Componentes menores: Densidad y factor de compresibilidad.
 - ✍ Otros: Densidad relativa y temperatura de rocío.
 - ✍ En esta norma, se indica que el gas debe ser técnicamente libre de agua, hidrocarburos en forma líquida y partículas sólidas en cantidades que deterioren los materiales generalmente empleados en la conducción y en la utilización.
 - ✍ También menciona que técnicamente libre significa que no existan trazas visibles de los componentes mencionados bajo las condiciones de referencia.



ISO 13686:

- **Anexo A** (informativo), muestra las especificaciones de calidad en Alemania, Francia e Inglaterra, también explica los índices de intercambiabilidad utilizados en la industria.
- **Anexo B**, Regulación Alemana (DVGW G260). Indica que existen 2 tipos de gas: Low Gas y High Gas, en donde se establecen rangos, los parámetros utilizados son IW (rango total, valor promedio y fluctuación del rango), HHV, densidad relativa (rango total y valor promedio) y sustancias secundarias (impurezas, inertes)
- **Anexo C**, Estándar Europeo EN 437, establece 10 grupos de familias y se establece la composición del CH₄, IW, HHV, densidad relativa y el tipo de gas.
- **Anexo D**, Intercambiabilidad, Método AGA. El método AGA se determina calculando los índices de combustión (lifting, flashback and yellow tipping). AGA desarrolló un programa de comercialización para el cálculo de éstos índices.
- **Anexo E**, Método de equivalencia británico. Consideraron que el IW y el índice Weaver no eran suficientes para los casos de combustión incompleta, por tal motivo, realizan una predicción, para lo cual asumen que el gas natural puede considerarse formado por 4 componentes (CH₄, otros hidrocarburos, hidrógeno e inertes), el cálculo de equivalencia de metano y propano y lo proyectan en un diagrama tridimensional.
- **Anexo F**, Método Weaver, introduce la velocidad de flama en las ecuaciones para el cálculo de lifting y flashback, el método establece límites a los índices AGA.
- **Anexo G**, Método francés para determinar la intercambiabilidad, método Delbourg, correlaciona el IW corregido mediante constantes experimentales y la energía de combustión.



European Association for the Streamlining of Energy Exchange gas (EASEE-gas): Armonización de la calidad del gas natural (Feb-2005).

- Asociación creada para el desarrollo eficiente y efectivo del mercado del gas elaborado por "Common Business Practice 2005-00101", el documento describe los parámetros recomendados de la calidad del gas, los rangos y el plan de instrumentación.
- El límite de aplicación se encuentra en la frontera en los puntos de entrada por HHV sin adicionar odorizantes, incluyen las terminales de GNL y excluyen a las áreas de producción, transporte y utilización. Prevén que la implantación relacionada con las propiedades de combustión no podrán alcanzarse hasta 1 de octubre de 2010.
- Los parámetros de gas indicados son: IW, Poder calorífico superior (HHV), densidad relativa, Azufre total (S), ácido sulfhídrico (H₂S) + sulfuros de carbono (COS), mercaptanos (RSH), temperatura de rocío (hidrocarburos y agua), Oxígeno, Inertes (N₂ y CO₂).
- Reconocen que las variaciones en la calidad del gas pueden causar ineficiencias a los usuarios industriales y recomiendan que el valor y frecuencia de las variaciones sea dentro de un rango razonable para notificarlo a los usuarios con suficiente tiempo de anticipación y se tomen acciones en los equipos utilizados en los procesos industriales.



White Paper on Natural Gas Interchangeability: Documento elaborado por Natural Gas Supply Association, Febrero 2005.

- ✍ La FERC tomó la iniciativa de examinar y actualizar los estándares de intercambiabilidad del gas debido a los cambios de composición por el suministro de GNL y por la recepción del gas no procesado, por lo que se formó el Consejo de Gas Natural (NGC+, por sus siglas en inglés).
- ✍ En el documento se define **Intercambiabilidad**, como la habilidad de sustituir un combustible gaseoso por otro sin cambiar la seguridad operacional, eficiencia, desempeño o aumentar significativamente la emisión de contaminantes.
- ✍ El documento señala de manera general, que el equipo de combustión que utiliza gas natural desde 1980 ha sido diseñado para optimizar la combustión mediante la simulación de condiciones estequiométricas.
- ✍ El documento indica que el avance tecnológico en diseño de quemadores requiere de aire limpio y mejoras en la combustión, además que los quemadores son muy sensibles a la composición del gas y permiten menos tolerancias en las fluctuaciones.
- ✍ Dichas fluctuaciones puede causar formación de hollín, combustión incompleta, deficiencia en la flama, incremento en las emisiones de NOX, CO, autoignición y posibilidad de causar daños en los equipos.
- ✍ También en el documento sugieren la incorporación de la temperatura de rocío de HC's



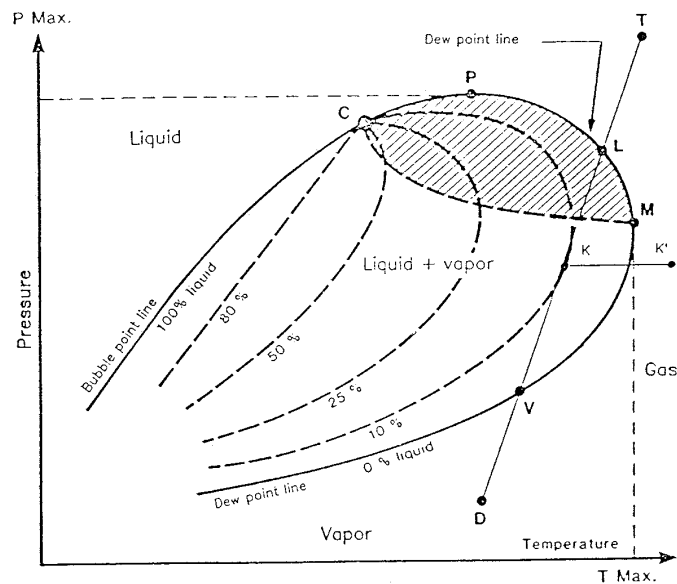
Continuación...

- ✍ Este documento menciona que el IW no es un parámetro suficiente para indicar los parámetros de combustión incompleta sobre un rango amplio de composiciones, especialmente cuando el poder calorífico es superior a 1,100 BTU/scfd (39.05 MJ/m³).
- ✍ Que el GNL en su composición no tiene grandes cantidades de hidrocarburos pesados, sin embargo, contiene etano, propano y butano. Para corregir el problema de poder calorífico el GNL puede mezclarse con inertes y de esta forma acondicionar el gas.
- ✍ Sugieren combinar el IW con el HHV como parámetros para el desempeño del gas natural.
- ✍ EL NGC estableció lineamientos temporales que consisten en:
 - ✍ Un rango de + - 4% del índice Wobbe para el gas histórico promedio o alternativamente al gas ajustado.
 - Índice Wobbe (Límite Máximo): 1,200 a 1,400 Btu/scf (42.60 a 49.70 MJ/m³)
 - Poder Calorífico (Límite Máximo): 950 a 1,110 Btu/scf (33.66 a 39.05 MJ/m³)
- ✍ Límites Adicionales de Composición(1)
 - Butanos+, Máximo: 1.5 por ciento (moles)
 - Total de Gases Inertes, Máximo: 4 por ciento (moles)

VI. Calidades de gas natural en diferentes países

País	Rango en Índice Wobbe ⁽¹⁾ [Btu/scf]		Poder Calorífico Bruto [Btu/scf]		Otros Parámetros	Regional / Nacional	Año de última modificación
	Valor	+ / -	Valor	+ / -			
Europa	1,429	+/-7.5%			Densidad	Importaciones y comercio	2005
Inglaterra	1,324	+/-5%			Factor de Combustión Incompleta + Índice de Hollín	Nacional	1996
Alemania	1,377	+/-10%	1,039	+/- 40%	Densidad Relativa	Red de bajo poder calorífico y de alto poder calorífico	2000
Italia	1,338	+/-5%	1,023	+/- 15%	Densidad Relativa y Poder Calorífico Bruto	Nacional	
Japón	1,436	+/-5%			Potencial de Combustión	Regional	
Nueva Zelanda	1,342	+/-6%			Densidad Relativa	Nacional	1999
Brasil	N / D	+/- 6%			Poder Calorífico Bruto y Límites de Composición	Regional	2002
México	1,229	+/-5%	1,033	+/- 15%	Poder Calorífico Bruto	Nacional	2003

VII. Temperatura de rocío de HC



RETROGRADE CONDENSATION REGION
 P : CRITICAL PRESSURE (USUALLY AROUND 80 BAR)

M : CRITICAL TEMPERATURE (USUALLY BETWEEN 20–40 BAR)

Temperatura de rocío (TR): Temperatura arriba de la cual no se produce condensación de hidrocarburos a una presión especificada.

Temperatura de rocío				
Alemania	A la temperatura del terreno a la presión del ducto			
UK	Debe ser de tal magnitud que no interfiera con la integridad en la operación de los ductos o en los equipos de los usuarios, que puedan operar en un margen razonable			
	Transco < -2°C @ 1 a 75 bar			
Holanda	< -2 °C @ 1 - 69 bar			
California	< -6°C @ 27 bar para una presión de entrega > 54 bar			
	< 7°C @ 27 bar para presiones de entrega < 54 bar			
Arizona (El Paso Corp)	< -6°C a presiones de operación			
Nueva Zelanda	< 2°C @ 5 Mpa			
India	< -3°C @ 1 a 100 bar			
Australia	< 0°C @ máxima presión			
Southern California Gas	< 7,2°C @ 400 psig, cuando la presión de entrega es menor de 800 psig			
	< -6,7 °C @ 400 psig, cuando la presión de entrega es mayor de 800 psig			



Licuables vs Temperatura de Rocío

- ✍ El objetivo de establecer temperatura de rocío o contenido de licuables es para prevenir la formación de líquidos en los ductos a ciertas condiciones de presión y temperatura de flujo de gas natural.
- ✍ La temperatura de rocío es un parámetro utilizado a nivel internacional que se establece en función de las condiciones ambientales de cada país. La propuesta de establecer $TR < -9^{\circ}\text{C}$, es un parámetro razonable dadas las condiciones de temperatura registradas en el país y dada las composiciones típicas del gas que se produce e importa en territorio nacional.
- ✍ Se sugiere eliminar el parámetro de contenido de licuables a partir del propano (C3+) con el fin de homologar y establecer un parámetro para el gas proveniente de GNL como para el gas nacional.
- ✍ Por otra parte, se establece que el gas que se entregue en los sistemas de transporte, debe estar en un rango de 10 a 50°C , para evitar la condensación de hidrocarburos en los ductos.
- ✍ Con relación al contenido de humedad se sugiere conservar la especificación establecida en la NOM.



VIII. Intercambiabilidad

Intercambiabilidad (NOM vigente): el grado de sustitución de las características de combustión de un gas con respecto a otro gas, es decir, se dice que dos gases son intercambiables cuando las características del gas A se parecen a las del gas B, por lo que un gas puede sustituir al otro, o en su caso mezclarse, sin afectar la operación de los equipos e instalaciones.

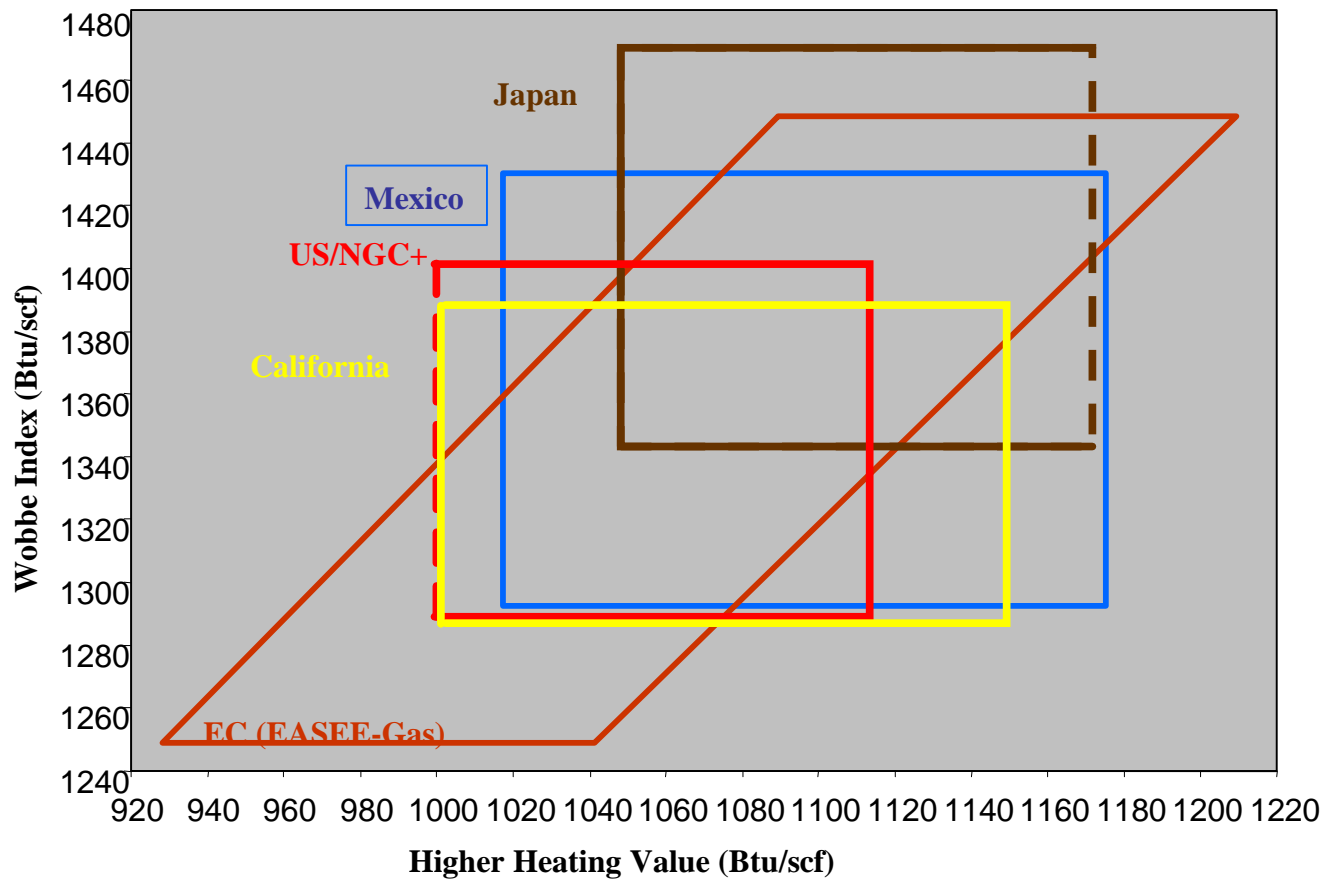
$$IW ? \frac{PCS}{\sqrt{dr}}$$

PCS = Poder calorífico superior
dr= densidad relativa

Se sugiere cambiar la redacción del concepto de intercambiabilidad por el texto siguiente:

“La habilidad de sustituir un combustible en estado de vapor por otro, sin cambiar significativamente la seguridad operacional, eficiencia, desempeño o aumentar la emisión de contaminantes.”

IX. Especificaciones de Intercambiabilidad



Relative Wobbe range:

- EC +/- 7.5%
- Brazil +/-6%
- Japan +/-5%
- Mexico +/-5%
- US +/- 4%



X. Otros parámetros de Intercambiabilidad

- Indices AGA (lifting, flashback, yellow tipping)
- Indices Weaver (lifting (JL), flashback (JF), yellow tipping (JY), incomplete combustion (JI), heat rate ratio (JH), primary air ratio (JA))

Son parámetros que se construyen con bases experimentales. Su mayor aplicación es científica e indica el color de la flama, las cenizas formadas, la extinción de la flama, entre otros.

Se considera que el Índice Wobbe y la gravedad específica son parámetros suficientes para incorporar en la NOM.



XII. Conclusiones

1. Modificar el concepto de IW, así como su valor debido a que los estudios analizados muestran que el avance tecnológico indica que sí hay efectos indeseables cuando la variación en la composición es significativa y considerando los comentarios de CFE.
2. Atendiendo los problemas relativos a contenido de licuables, se sugiere eliminar esta especificación y dejar la Temperatura de rocío como parámetro de control tanto para el gas nacional como para el gas natural proveniente de GNL, considerando que la temperatura de rocío es a la presión y temperatura de entrega del gas.
3. Modificar el total de contenido de inertes presentes en el gas con un valor máximo de 4%, que es el utilizado a nivel internacional.
4. Especificar la periodicidad en la determinación de los parámetros de la calidad del gas natural y la periodicidad en el reporte de dichos parámetros.
5. Incluir valores de emergencia en los parámetros de la NOM, es decir, incluir los periodos de tiempo de fluctuación fuera de las especificaciones indicadas en la NOM.
6. Atendiendo la solicitud de PPQ, establecer como parámetro el contenido de etano con objeto de tratar de evitar la variabilidad en la calidad del gas natural en México, de acuerdo con las inquietudes presentadas por CFE.
7. Incorporar la periodicidad del reporte de los parámetros establecidos en la NOM
8. Es importante mencionar que el proyecto una vez aprobado por el grupo de trabajo y presentado ante el CCNNGN, se tiene que elaborar la MIR y enviarla a COFEMER, en donde dados los cambios, va a ser necesario justificar el impacto en costos.