

Ciudad de México, a 12 de septiembre de 2019.  
GDN/81/2019

**Ing. Edgar Herrera Mendoza**  
**Director Ejecutivo de Gestión Técnica**  
**Centro Nacional de Control de Gas Natural**  
Avenida Insurgentes Sur No. 838, Piso 9,  
Colonia del Valle, Delegación Benito Juárez  
C.P. 03100, Ciudad de México, México.

**Referencia:** Contrato de Servicios de Transporte de Gas Natural Integrados, de fecha 19 de julio de 2013 (el "**Contrato**"), firmado entre Gasoductos del Noreste S. de R.L de C.V. ("GDN") y el Centro Nacional del Control del Gas Natural ("CENAGAS").

**Asunto:** Respuesta a solicitud de información relativa a la metodología para el cálculo del empaque mínimo y máximo.

En referencia al Contrato de Servicios de Transporte de Gas Natural Integrados, de fecha 19 de julio de 2013 (el "**Contrato**"), así como en respuesta al oficio UGTP/00555/2019, recibido el día 03 de septiembre de 2019.

Al respecto, y en respuesta al documento en comento, por medio del presente le envío la información solicitada, referente a la metodología para el cálculo del empaque máximo y mínimo del Sistema Ramones Fase I está basada en el simulador *Aspen Hysys*, El cual está configurado con las siguientes fórmulas para determinar la presión promedio, la temperatura promedio y el factor de compresibilidad:

$$V_b = 28.798 \left( \frac{T_b}{P_b} \right) \left( \frac{P_{ave}}{Z_{ave} + T_{ave}} \right) (D^2 L)$$

donde

$V_b$  = line pack en segmento (SCF)

$T_b$  = Temperatura base (°R)

$P_b$  = Presión base (psi)

$P_{ave}$  = Presión promedio de gas (psig)

$T_{ave}$  = Temperatura promedio de gas (°R)

$Z_{ave}$  = Factor de compresibilidad promedio

$D$  = Diámetro interno del ducto (pulgadas)

$L$  = Longitud del segmento del ducto (millas)

$$Z = \frac{1}{\left[ 1 + \left( \frac{P_{ave} \times 344.400 \times 10^{1.785 \times SG}}{T_{ave}^{3.825}} \right) \right]}$$

donde:

$P_{ave}$  = Presión de gas promedio (psig)

$T_{ave}$  = Temperatura promedio (°R)

$SG$  = gravedad específica

$$P_{ave} = \frac{2}{3} * \left( P_1 + P_2 - \frac{P_1 \times P_2}{P_1 + P_2} \right)$$

$$T_{ave} = \frac{2}{3} * \left( T_1 + T_2 - \frac{T_1 \times T_2}{T_1 + T_2} \right)$$



Así mismo, los datos con la información del ducto donde se está calculando dicho empaque ya están precargados:

- Temperatura base
- Presión base
- Diámetro interno del ducto
- Longitud del segmento

De este modo, los datos que se ingresan para calcular el empaque únicamente son la presión y temperatura de cada tramo del ducto donde se está calculando el empaque, de esa manera se realiza el cálculo del empaque por tramos y el *Hysys* suma cada tramo para darnos el resultado de todo el ducto.

Sin otro particular, agradezco las atenciones tomadas al presente.

Atentamente,



**Víctor Manuel Lozano Chávez**  
**Gerente de Administración de Contratos Gas Natural**  
**Gasoductos del Noreste, S. de R.L. de C.V.**

CCP: Areli Covarrubias Martínez, Director Comercial Gas Natural, IEnova