

**Metodología para determinar los parámetros de referencia de los costos de inversión de un ducto de gas natural, para fines de análisis comparativos.**

<b>Variable de interés</b>	Costos de inversión totales (CAPEX). Incluyen los costos de por el material, derechos de vía, mano de obra y misceláneos como: fletes, costo de tendido (desmonte, excavación, tendido, soldado y relleno), el costo de accesorios (válvulas, pernos, ameses y soldadura), los costos de inspección y supervisión, ingeniería, estudios, intereses durante la construcción (AFUDC), costos de administración y gastos de cabecera, honorarios y contingencias.  <b>NOTA: Se excluyen los CAPEX correspondientes a las estaciones de compresión.</b>
<b>Factores influyentes (Drivers) a considerar</b>	Diámetro en pulgadas (D) y longitud en millas (L).
<b>Mercado de Referencia</b>	Estados Unidos de América.
<b>Fuente</b>	Oil & Gas Journal's annual Pipeline Economics Report, 2011.
<b>Descripción de la muestra</b>	Proyectos de construcción de ductos "onshore" de diámetros de 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 30, 34, 36, 42 y 48 pulgadas, en condiciones normales, registrados en la "U.S. Pipeline Costs Survey, Onshore Pipeline" de la FERC en el periodo de 1999 a 2011.  <b>Ajuste por inflación:</b> Los costos son expresados a dólares de diciembre de 2011, utilizando el <i>Producer Price Index Industry Data (All Commodities, PPI_AC)</i> para el rubro derechos de vía, <i>Producer Price Index Industry Data (Iron, steel, pipe and tube from purchased steel, PPI_Steel)</i> en rubro material y <i>Producer Price Index Industry Data (Oil and gas field machinery and equipment mfg, PPI_M&amp;E)</i> en mano de obra y misceláneos.
<b>Técnica</b>	Estimación de la eficiencia media a partir de mínimos cuadrados ordinarios
<b>PARÁMETROS DE REFERENCIA POR DIÁMETRO</b>	
<b>Definición de los parámetros de referencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>CAPEX_{Promedio}^D</math>: CAPEX promedio estimado para un gasoducto de diámetro D y longitud L - Ecuación 1, 4 y 7; dependiendo del diámetro.</li> <li>- <math>CAPEX_{LimInf}^D</math>: Cota inferior del CAPEX promedio estimado para un gasoducto de diámetro D y longitud L, el cual corresponde al límite inferior del intervalo de confianza (1-<math>\alpha</math> %) - Ecuación 2,5 y 8; dependiendo del diámetro.</li> <li>- <math>CAPEX_{LimSup}^D</math>: Cota superior del CAPEX promedio estimado para un gasoducto de diámetro D y longitud L, el cual corresponde al límite superior del intervalo de confianza (1-<math>\alpha</math> %) - Ecuación 3, 6 y 9; dependiendo del diámetro.</li> </ul> <p><b>Nota: Los costos están expresados a diciembre de 2011.</b></p>
<b>6" &lt; Diámetro &lt; 24"</b>	<p><b>Ecuación 1:</b> <math>CAPEX_{Promedio}^D = 0.125718 * CSA^{0.59423} * L^{0.73488}</math></p> <p>Donde, L es la longitud del gasoducto en millas y CSA es el área de sección cruzada calculada como:  <math>CSA = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2</math>. Con D= diámetro en pulgadas</p> <p><b>Ecuación 2:</b> <math>CAPEX_{LimInf}^D = CAPEX_{Promedio}^D * e^{-\left[t_{97}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * \widehat{SE}\right]}</math>;</p> <p><b>Ecuación 3:</b> <math>CAPEX_{LimSup}^D = CAPEX_{Promedio}^D * e^{\left[t_{97}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * \widehat{SE}\right]}</math></p> <p>Donde,</p> $\widehat{SE} = \sqrt{(1 \ln(L) \ln(CSA)) \begin{pmatrix} 0.5472 & 0.0039 & -0.0995 \\ 0.0039 & 0.0041 & -0.0022 \\ -0.0995 & -0.0022 & 0.0189 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ \ln(L) \\ \ln(CSA) \end{pmatrix}} ;$ <p style="text-align: center;"><math>\hat{\sigma} = 0.5752</math> ; <math>t_{97}^{\alpha/2} = 1.984723</math> con <math>\alpha = 95\%</math></p>

<b>PARÁMETROS DE REFERENCIA POR DIÁMETRO</b>	
<b>Diámetro = 30"</b>	<p><b>Ecuación 4:</b></p> $CAPEX_{Promedio}^D = 2.776247 * L^{0.9782}$ <p>Donde, L es la longitud del gasoducto en millas.</p> <p><b>Ecuación 5:</b></p> $CAPEX_{LimInf}^D = CAPEX_{Promedio}^D * e^{-\left[t_{41}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * \widehat{SE}\right]} ;$ <p><b>Ecuación 6:</b></p> $CAPEX_{LimSup}^D = CAPEX_{Promedio}^D * e^{t_{41}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * \widehat{SE}}$ <p>Donde,</p> $\widehat{SE} = \sqrt{\frac{1}{44} + \frac{(\ln(L) - 2.695034)^2}{64.44764}} ; \hat{\sigma} = 0.289 ; t_{41, \alpha/2} = 2.019541, \text{ con } \alpha = 95\%$
<b>36" &lt; Diámetro &lt; 48"</b>	<p><b>Ecuación 7:</b></p> $CAPEX_{Promedio}^D = 0.006425 * C^{1.4037} * L^{0.8997}$ <p>Donde, C es la circunferencia (<math>\pi</math>*diámetro en pulgadas) y L es la longitud del gasoducto en millas.</p> <p><b>Ecuación 8:</b></p> $CAPEX_{LimInf}^D = CAPEX_{Promedio}^D * e^{-\left[t_{75}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * \widehat{SE}\right]} ;$ <p><b>Ecuación 9:</b></p> $CAPEX_{LimSup}^D = CAPEX_{Promedio}^D * e^{t_{75}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * \widehat{SE}}$ <p>Donde,</p> $\widehat{SE} = \sqrt{(1 \quad \ln(L) \quad \ln(C)) \begin{pmatrix} 49.631 & 0.148 & -10.447 \\ 0.148 & 0.006 & -0.035 \\ -10.447 & -0.035 & 2.203 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ \ln(L) \\ \ln(C) \end{pmatrix}} ;$ <p><math>\hat{\sigma} = 0.3748 ; ; t_{75, \alpha/2} = 1.992102 \text{ con } \alpha = 95\%</math></p>

**Metodología para determinar los parámetros de referencia de los costos de inversión de una estación de compresión asociada a la actividad de transporte de gas natural, para fines de análisis comparativos.**

<b>Variable de interés</b>	Costos de inversión totales (CAPEX). Incluyen los costos de por el material, derechos de vía, mano de obra y misceláneos, como: fletes, costos de excavación, el costo de accesorios, los costos de inspección y supervisión, ingeniería, estudios, intereses durante la construcción (AFUDC), costos de administración y gastos de cabecera, honorarios y contingencias.
<b>Factores influyentes (Drivers) a considerar</b>	Potencia nominal de la estación de compresión en evaluación, en caballos de fuerza (HP).
<b>Mercado de Referencia</b>	Estados Unidos de América.
<b>Fuente</b>	Oil & Gas Journal's annual Pipeline Economics Report, 2011.
<b>Descripción de la muestra</b>	Proyectos de construcción de estaciones de compresión asociadas a ductos "onshore" de gas natural registrados en la "U.S. Pipeline Costs Survey, Onshore Pipeline" de la FERC en el periodo de 1999 a 2011.  <b>Ajuste por inflación:</b> Los costos son expresados a dólares de diciembre de 2011, utilizando el <i>Producer Price Index Industry Data (All Commodities, PPI_AC)</i> para el rubro derechos de vía, <i>Producer Price Index Industry Data (Iron, steel, pipe and tube from purchased steel, PPI_Steel)</i> en rubro material y <i>Producer Price Index Industry Data (Oil and gas field machinery and equipment mfg, PPI_M&amp;E)</i> en mano de obra y misceláneos.
<b>Técnica</b>	Estimación de la eficiencia media a partir de mínimos cuadrados ordinarios
<b>PARÁMETROS DE REFERENCIA</b>	
<b>Definición de los parámetros de referencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>CAPEX_{Promedio}^{Compres}</math>: CAPEX promedio estimado para una estación de compresión con una potencia nominal de HP caballos de fuerza - Ecuación 1.</li> <li>- <math>CAPEX_{LimInf}^{Compres}</math>: Cota inferior del CAPEX promedio estimado para una estación de compresión con una potencia nominal de HP caballos de fuerza, el cual corresponde al límite inferior del intervalo de confianza (1-<math>\alpha</math> %) - Ecuación 2.</li> <li>- <math>CAPEX_{LimSup}^{Compres}</math>: Cota superior del CAPEX promedio estimado para una estación de compresión con una potencia nominal de HP caballos de fuerza, el cual corresponde al límite superior del intervalo de confianza (1-<math>\alpha</math> %) - Ecuación 3.</li> </ul> <p><b>Nota: Los costos están expresados a diciembre de 2011.</b></p>
<p><b>Ecuación 1:</b></p> $CAPEX_{Promedio}^{Compres} = 15589 * HP^{0.79813}$ <p>Donde, <i>HP</i> es la potencia nominal de la estación de compresión en evaluación en caballos de fuerza.</p> <p><b>Ecuación 2 y 3, respectivamente:</b></p> $CAPEX_{LimInf}^{Compres} = CAPEX_{Promedio}^{Compres} * e^{-\left[t_{107}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * \widehat{SE}\right]}; CAPEX_{LimSup}^{Compres} = CAPEX_{Promedio}^{Compres} * e^{t_{107}^{\alpha/2} * \hat{\sigma} * SE}$ <p>Donde,</p> $\widehat{SE} = \sqrt{\frac{1}{109} + \frac{(\ln(HP) - 9.354099)^2}{100.9706}}; \hat{\sigma} = 0.3566; t_{107}^{\alpha/2} = 1.982383 \text{ con } \alpha = 95\%$	

### Actualización de los parámetros de referencia

Con el objetivo de que los parámetros de referencia reflejen su valor a través del tiempo, estos parámetros podrán ser ajustados a una fecha posterior a diciembre de 2011 de conformidad con las siguientes formulas:

$$P^* = P * [1 + \Delta_t^{EU}]$$

donde,

$P^*$  corresponde a los costos OMA estimados del parámetro de referencia  $P$ , expresados a una fecha  $t$  determinada posterior a diciembre de 2011; con  $P = \{CAPEX_{Promedio}^D, CAPEX_{LimInf}^D, CAPEX_{LimSup}^D, CAPEX_{Promedio}^{Compres}, CAPEX_{LimInf}^{Compres}, CAPEX_{LimSup}^{Compres}\}$ ;

$P$  son los costos OMA estimados del parámetro de referencia  $P$ , expresados a dólares de diciembre de 2011;

$\Delta_t^{EU}$  es la variación de la inflación en Estados Unidos para la industria que se registró en el período de diciembre de 2011 a una fecha  $t$  determinada:

$$\Delta_t^{EU} = \frac{PPI_t}{PPI_{2011}} * 100 \text{ y } t > \text{Diciembre de 2011}$$

$PPI_t$  : Producer Price Index Industry Data (All Commodities) registrado una fecha  $t$  determinada.