

# Incertidumbre en la medición

Las actuales reglas del arte exigen a las compañías trabajar con prácticas seguras y confiables, y la calidad en la medición fiscal es uno de los eslabones de ese proceso.

En esa dirección, las compañías del país realizaron en los últimos años una importante incorporación de tecnología y metodología, computadores electrónicos, cromatógrafos de línea, medidores ultrasónicos, tele-supervisión, implementación de normas ISO 9000.

Con el crecimiento del mercado del gas, la tendencia que se observa en las empresas interesadas en la excelencia operativa, es la necesidad de asegurar la exactitud de las mediciones de gas que se utilicen para transacciones comerciales (ventas nacionales e internacionales, transferencia de custodia, mediciones operativas auditables por terceros) o pago de regalías y/o impuestos, tanto en el mercado local como en el regional.

Garantizar una calidad de medición significa posicionarse dentro de los márgenes de incertidumbre que establecen los estándares y recomendaciones de aplicación y así cumplir con los lineamientos exigidos por los sistemas de aseguramiento de la calidad.

Estas exigencias de índole técnico-económica nos llevan a preguntarnos qué tan bueno es nuestro propio sistema de medición y cómo evaluarlo. Gracias a trabajos y publicaciones reconocidos internacionalmente, contamos con referencias ciertas que nos han llevado a introducir el concepto de incertidumbre en la medición.

La comunidad metroológica internacional comenzó a preocuparse por consensuar lo que se expresaba con "incertidumbre en la medición", desde 1978, cuando el *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM) aborda el tema por indicación del má-

Por la *Subcomisión de Mediciones de Gas de la Comisión de Mediciones y Extracciones de Muestras*

ximo órgano metroológico mundial, el CIPM, Comité Internacional del *Poids et Mesures*. Aparece entonces en 1980 el documento: Recomendación INC-1 "Expresión de Incertidumbres Experimentales". Posteriormente el CIPM asigna a la ISO, *International Organization for Standardization*, para que, basándose en esa Recomendación INC-1, prepare una "Guía para la Expresión de Incertidumbres de Medición" (GUM), 1993, que contemple los intereses de la industria y el comercio.

En la confección de esta Guía trabajaron expertos del BIPM, ISO, Comisión Electrotécnica Internacional, IEC y de la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, con el apoyo de otras importantes organizaciones: IFCC, IUPAC, IUPAP. Esta Guía establece reglas generales para la evaluación y expresión de la incertidumbre de medición para diferentes campos, desde el nivel comercial hasta la investigación, siendo aplicables a un amplio espectro de mediciones. Otra referencia importante a tener en cuenta en el tratamiento de este tema, es el "Vocabulario Internacional de Términos Básicos y Generales en Metrología", VIM, 1993.

A esta altura, el lector está esperando, y más aún si tiene su propia definición, comparar su interpretación del término incertidumbre de medición con la que daremos en los próximos párrafos generando así una incertidumbre de la propia definición de incertidumbre. Nos animamos por ahora a dar aquella formalmente definida en la GUM y en el VIM, y que es la siguiente:

**Incertidumbre de medición:** parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mesurando.

La palabra incertidumbre la asociamos generalmente con la palabra duda. Ampliando conceptos, podemos interpretarla como una medida del posible error en el valor estimado del mesurando del resultado de una medición y también como una estimación que caracteriza el rango de valores dentro del cual cae el valor verdadero.

La bibliografía en ocasiones trata como sinónimos al error y a la incertidumbre. Los documentos guía mencionados en este artículo, originados en directrices de la comunidad metroológica internacional, establecen una clara diferencia entre ambos conceptos. El VIM ha definido como *error de medición* al resultado de una medición menos el valor verdadero de una magnitud. Como el valor verdadero no se puede determinar, se utiliza en la práctica un valor convencional verdadero. Es apreciable la diferencia en los conceptos vertidos.

¿Cuál es el objetivo de una medición? Seguramente determinar el valor de una magnitud a ser medida, del mesurando. El VIM la define como el conjunto de operaciones cuyo objetivo es determinar el valor de una magnitud o cantidad. Previamente deberé definir un método y un procedimiento de medición. El resultado que obtengo de la medición es una aproximación al valor de la magnitud a medir o mesurando y

será completo y confiable cuando lo acompañe con la declaración de incertidumbre de esa medición. Esta incertidumbre reflejará cuánto nos alejamos del conocimiento exacto del valor del mesurando. En general existen muchas fuentes posibles de incertidumbre en una medición.

Entre las fuentes posibles podemos mencionar un muestreo no representativo; definición incompleta del mesurando; mediciones incompletas de las condiciones ambientales; sesgo personal de la lectura de los instrumentos analógicos; valores inexactos de patrones de medición y materiales de referencia; aproximaciones y suposiciones incorporadas en los métodos y procedimientos de medición. Puede haber además dependencia entre las fuentes.

Es decir, la definición de nuestro sistema de medición definirá la incertidumbre de la medición de la magnitud que buscamos determinar y condicionará los resultados aguas abajo entre los que indudablemente están los valores económicos involucrados en una transacción comercial.

Poder calcular la incertidumbre con que estamos determinando el valor de una variable (en nuestro caso, el volumen de gas y su valor energético asociado); nos permite verificar si la metodología y el equipamiento empleado son los adecuados en relación con la tolerancia admisible en la evaluación del valor económico involucrado.

Por otra parte, la cabal comprensión de la influencia relativa de cada uno de los parámetros que intervienen en la determinación del valor a que apuntamos nos permite direccionar correctamente el esfuerzo y la inversión hacia aquellos aspectos que contribuyan efectivamente a alcanzar el nivel de exactitud pretendido.

Al respecto es frecuente encontrar que, por desconocimiento de la importancia de cada uno de esos factores, se incurra en

## Jornada de Expresión de la Incertidumbre de Medición

El próximo 3 de julio se realizará la **Jornada sobre Incertidumbre en la Medición de Gas Natural**, organizada por la Subcomisión de Mediciones de Gas del IAPG y que tendrá lugar en la sede del Instituto (Maipú 645 2° Piso, Buenos Aires).

La misma tendrá por objetivo brindar los conceptos básicos generales sobre el tema Incertidumbre en la Medición complementados con ejemplos de aplicación.

El objetivo apunta al personal que de alguna manera esté involucrado en el proceso de medición o en la interpretación de sus resultados, dándole las herramientas necesarias para evaluar la calidad de la medición que se realiza, la necesidad o no de mejorar ciertos aspectos del procedimiento y equipo y, por último, tomar conciencia de las implicancias económicas que éstas representan para la empresa.

Esta Jornada (ver temario), de carácter gratuito, estará dirigida a los profesionales, técnicos, operadores, administrativos, a las áreas comercial y de facturación de las empresas de petróleo y de gas.

Los interesados en asistir deberán dirigirse al IAPG para inscribirse (Tel. 4325-8008 Int. 123, Att.: Adriana) ya que por razones de espacio las vacantes son limitadas.

### Temario

- Introducción • Objetivo • Alcance • Definiciones • Documentación asociada • Incertidumbre estándar (Evaluación de tipo "a" de la incertidumbre estándar, Evaluación de tipo "b" de la incertidumbre estándar) • Incertidumbre estándar combinada (Coeficientes de sensibilidad, Expresión de la incertidumbre estándar combinada) • Incertidumbre expandida (Grados de libertad, Intervalo y nivel de confianza, Factor de cobertura, Expresión de la incertidumbre expandida) • Incertidumbre total (Error sistemático, Expresión de la incertidumbre total) • Ejemplos.

alguno de estos errores de método:

- a) Descuidar algún aspecto aparentemente poco importante que sin embargo puede introducir errores inadmisibles en el resultado.
- b) Insistir, mediante la utilización de equipo de mayor calidad y precio junto con mayor tiempo de trabajo, para mejorar la determinación de parámetros que un análisis revelará ser irrelevantes con referencia al resultado pretendido.

La importancia económica de estos aspectos se revela, en el primer caso, por el riesgo de un perjuicio directo en la facturación, y en el segundo por una sobreinversión innecesaria en las tareas de medición y mantenimiento. También permitirá tomar una decisión sobre cuán apartado estoy de las metas de calidad en la medición y su consecuencia inmediata, los resultados económicos. Así, si del análisis de su sistema de medición surge que tiene una incertidumbre del 1%, eso quiere decir que con la tecnología que utiliza, los elementos de calibración y la política de mantenimiento que está empleando, está en condiciones de asegurar con un margen alto de con-

fianza (generalmente 95%) que el posible error remanente no supera el 1%. Calcule Ud. cuánto dinero es el 1% de su facturación y tendrá una idea monetaria del riesgo económico en juego. Al decidir una inversión para reducir la incertidumbre ésa es la cifra a considerar como posible amortización de la inversión tecnológica. Para complementar lo expuesto aquí de manera general, la Subcomisión de Mediciones de Gas de la Comisión de Mediciones y Extracciones de Muestras del Instituto Argentino de Petróleo y Gas (IAPG), ha programado la realización de manera gratuita de una Jornada sobre Incertidumbre en la Medición de Gas Natural cuya gaceti-lla acompaña este artículo. Se dará una introducción teórica que será complementada con aplicaciones producto de la experiencia de profesionales especializados y dedicados al tema mediciones e instrumentación en empresas de producción, transporte y distribución de gas. La jornada apunta a difundir una metodología que se está universalizando para que todos calculen de igual manera la incertidumbre.