
	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANDEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

Elaborado por: POLYGON ENERGY S.A.S.	Revisado por: Luis Osvaldo Pérez Jefe Nacional de Mantenimiento Diego Antonio Manrique Coordinador de metrología	Aprobado por: Marco Antonio Vélez Gerencia de Operaciones
Firma:	Firma:	Firma:


Registro de Modificaciones			
N° Versión	Fecha	Motivo de la modificación	Páginas elaboradas o modificadas
1	06-04-2022	Elaboración de documento	12

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

**PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO
BÁSCULA CAMIONERA**

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS	3
2. ALCANCE.....	3
3. RESPONSABLES.....	3
4. DEFINICIONES	3
5. EQUIPOS	5
6. INSTALACIÓN.....	6
7. PROCEDIMIENTO DE PESAJE USANDO BÁSCULA CAMIONERA	7
8. CÁLCULO DEL PESO NETO O PESO EN EL AIRE	8
9. ASPECTOS PARA LA VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LA BÁSCULA	9
10. INCERTIDUMBRE	10
11. REFERENCIAS	14

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

1. OBJETIVOS

Describir el procedimiento para la medición estática de GLP a granel (carga y/o descarga) usando como instrumento de medición báscula camionera, basado en los requerimientos técnicos y metrológicos de la norma GPA 8186.

Describir la estimación de incertidumbre asociada al proceso de medición de GLP a granel a través de básculas camioneras.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a la medición estática de GLP a granel basada en la medición directa de la masa mediante el uso de una báscula camionera, para esto se apoya en el estándar GPA 8186 *Measurement of Liquid Hydrocarbons by Truck Scales*. Así mismo, describe la estimación de incertidumbre asociada al pesaje con básculas camioneras.

3. RESPONSABLES


Los responsables de este procedimiento técnico para la medición estática de GLP a granel usando básculas camioneras son los operarios de planta, analistas de másticos y troyas, supervisores, administradores y/o ingenieros de planta, funcionarios de NORGAS S.A. E.S.P. y sus filiales. Que demuestren ser competentes, calificados y autorizados para la operación de los equipos e instrumentos usados.

La función metrológica de la compañía es la encargada del aseguramiento metrológico de las básculas camioneras, garantizando así, el desempeño metrológico de los instrumentos para su uso previsto.

4. DEFINICIONES

Báscula de indicación automática: Báscula en la que las cargas aplicadas se indican automáticamente a lo largo del intervalo de pesaje de la báscula.

Báscula camionera (*Truck scales or Weighbridges*): Son básculas industriales capaces de soportar cargas de cisternas de varios tamaños. El uso común de estos equipos es determinar el peso del producto a granel que se va a comprar o vender en cantidades del tamaño de la cisterna. La información que brinda la báscula es esencial para la transacción comercial. Se pueden encontrar básculas con capacidad de hasta 150000 kg o más.

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

Calibración: Prueba y ajuste de la indicación de un sistema o componentes de un sistema para cumplir con los estándares de referencia trazables para proporcionar valores precisos sobre el intervalo operativo prescrito.

Capacidad nominal: La capacidad nominal de una báscula es la menor de (a) la mayor indicación de peso que se puede obtener mediante el uso de todas las lecturas o elementos configurados, o (b) la capacidad marcada en la escala por el fabricante.

Celda de carga: Elemento de pesaje básico de una báscula de celda de carga. La celda de carga ya sea eléctrica, hidráulica o neumática, produce una señal proporcional a la carga aplicada. A la celda de carga también se puede utilizar en una escala de tipo palanca mecánica para convertir la fuerza a una señal electrónica.

Certificación: Documento que confirma que se han realizado las pruebas requeridas para cumplir con las regulaciones aplicables y/o los requisitos de transferencia de custodia.

División de escala: El valor de la subdivisión más pequeña expresada en unidades de masa para indicación analógica o la diferencia entre dos indicados consecutivamente o impresos valores para indicación o resolución digital.

Elemento receptor de carga: La plataforma o plataforma de una báscula diseñada para recibir la carga a pesar.

Peso bruto: Peso total de la cisterna cargada.

Peso en el aire: Equivale al peso en el vacío menos la fuerza de flotación ocasionada por el aire que resulta desplazado debido al volumen del objeto o sustancia pesada.

Peso en el vacío (masa): Equivale al peso libre del efecto de la fuerza de flotación del aire

Peso neto: El peso del fluido cargado en la cisterna; la diferencia entre el peso bruto y la tara.


Peso tara: Peso de la cisterna sin carga.

Precisión: La capacidad de indicar valores que se aproximan al valor real de la variable medida.

Prueba de excentricidad: Prueba que evalúa el rendimiento de pesaje de una báscula al poner cargas descentradas.

Prueba de sección: Prueba destinada a revelar el rendimiento de cada sección individual de la báscula.

Repetibilidad: Medida de la concordancia entre los resultados de sucesivas mediciones de la misma variable realizadas por el mismo método, con el mismo instrumento, en el mismo lugar y en un breve período de tiempo.

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

Sobrecarga: Un peso de carga mayor que el permitido por la regulación o clasificación del equipo.

Verificación: Es el proceso de confirmar o corroborar la precisión de las variables de entrada a un sistema en condiciones normales de funcionamiento, utilizando equipo de referencia, trazables a patrones certificados.

Viga de pesaje (*Weighbeam*): En una balanza mecánica, este es un elemento que comprende una o más barras, equipado con contrapesos móviles o medios para aplicar contrapesos o ambos.

5. EQUIPOS

Los siguientes elementos caracterizan requerimientos de desempeño de las básculas camioneras:

Exactitud: La báscula debe tener la capacidad de mantener sus propiedades metrológicas en el tiempo.


Repetibilidad: La indicación de la báscula deberá ser repetible dentro de tres divisiones de escala. El valor de la división de escala la báscula no debe ser mayor que 0.02% de la capacidad nominal de la báscula con la división de escala más grande permitida limitada a un máximo de 10 kg para básculas camioneras.

Báscula: La báscula debe ser adecuada para el servicio en el que se va utilizar con respecto a elementos de su diseño, los cuales incluyen, entre otros aspectos, la capacidad de pesaje, capacidad de adquisición de datos, el tipo de carácter, número, tamaño y ubicación de la indicación o elementos de grabación; y la magnitud de su división de escala o resolución.

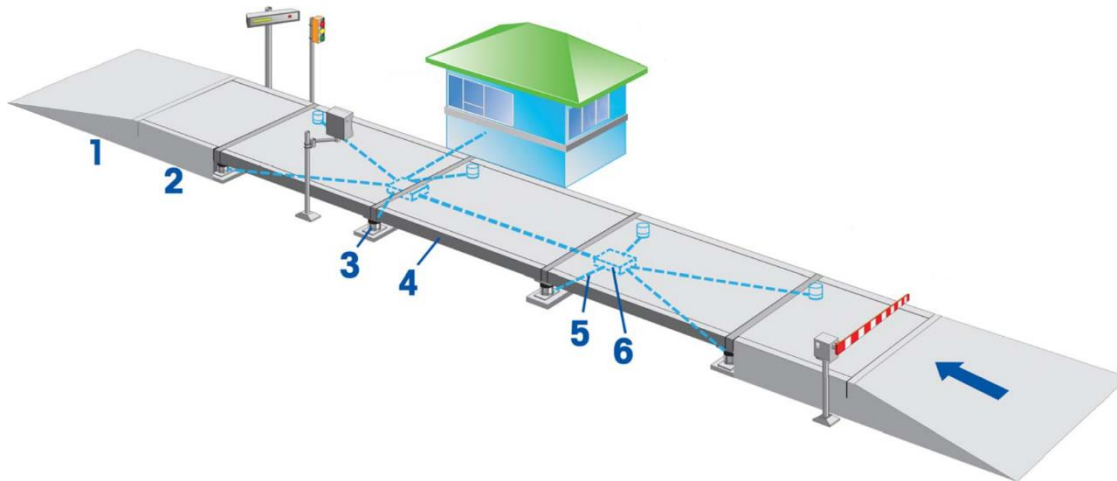
El equipo debe ser adecuado para el entorno en el que se utiliza, para su selección y operación se deben tener en cuenta aspectos tales como los efectos del viento, el clima, los sismos, interferencia electromagnética (EMI) e interferencia de radiofrecuencia (RFI).

Los componentes ajustables, como por ejemplo los potenciómetros, no deben ser manipulables desde la parte externa del dispositivo, excepto para ajustes previamente aprobados. Estos elementos deben estar de forma que puedan tener un precinto de seguridad el cual solo deba romperse para cualquier cambio que afecte la integridad metrológica del dispositivo.

Las básculas deben tener etiquetas que especifiquen la capacidad nominal de la báscula, así como el límite máximo de su capacidad.

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670


6. INSTALACIÓN



- 1 Rampa de acceso
- 2 Ruta de aproximación
- 3 Celdas de carga
- 4 Plataforma de pesaje
- 5 Cable de la celda de carga
- 6 Caja de conexiones

Figura 1. Partes de una báscula camionera (Fuente: Mettler Toledo. 2013)

- 1) La base y los soportes de una báscula deben ser instalados en una ubicación fija, estable que proporcione resistencia, rigidez y permanencia de todos los componentes según las recomendaciones del fabricante. Puede ser instalada sobre una excavación de forma que la superficie de conducción de la cisterna esté nivelada con el suelo. También puede ser instalada sin requerir de una excavación siempre que se garantice rampas o accesos de la cisterna a la plataforma de la báscula.
- 2) Su instalación debe hacerse en un espacio libre garantizando que todas las partes no tengan ningún contacto con elementos externos que puedan afectar la medición.
- 3) Se deben tomar las medidas necesarias para facilitar el acceso a todos los componentes de una báscula para su uso, inspección y mantenimiento.
- 4) Las dimensiones de la báscula deben ser suficientes para acomodar cualquier carrotanque o cisterna en un solo pesaje.
- 5) La ruta de aproximación (Ver ítem 2 de la Figura 1) es la parte de la cimentación de la báscula sobre la que pasa la cisterna antes de subirse a la plataforma de pesaje. Esta sección debe ser construida en concreto, acero u otro material que garantice estabilidad y firmeza. Debe ser instalada en el mismo nivel que la plataforma con el fin de que no existan brincos o resaltos de la cisterna al ingresar

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

a la báscula los cuales pueden incidir sobre el sistema de medición. Puede haber modelos de básculas que omitan la ruta de aproximación, en estos casos es esencial que la rampa y la plataforma no presenten resaltos que puedan afectar las celdas de carga y, por ende, la medición.


- 6) Las básculas necesitan de una rampa o acceso vehicular a la plataforma. Este debe ser recto, conservando el ancho de la plataforma y su longitud debe ser como mínimo la mitad de la longitud de la plataforma. No se requiere que este acceso sea mayor a 12 m (40 pies).

7. PROCEDIMIENTO DE PESAJE USANDO BÁSCULA CAMIONERA

- 1) La báscula camionera debe estar en óptimas condiciones para su uso, además debe contar con un programa de aseguramiento metrológico, un certificado de calibración vigente y certificados de verificación del instrumento que demuestren el desempeño metrológico de la báscula y su cumplimiento respecto a los niveles de exactitud y errores máximos permisibles establecidos, así como un plan de mantenimiento.
- 2) La plataforma de la báscula debe mantenerse en buenas condiciones de limpieza y despejada de forma que esté libre de desechos extraños especialmente mientras es utilizada, verificada o calibrada. Se debe revisar que la plataforma de medición se encuentre nivelada.
- 3) Todas las operaciones deben realizarse atendiendo los procedimientos del sitio, y las normas de HSE que apliquen, incluyendo la coordinación operacional requerida.
- 4) Luego de la autorización, indique al conductor para que realice la operación de parqueo y/o ubicación de la cisterna sobre la plataforma de la báscula camionera.
- 5) La cisterna puede pesarse con el conductor dentro o fuera de la cabina de la cisterna. Sin embargo, se requiere que el pesaje inicial y final se realice bajo la misma condición respecto al conductor, es decir: si el pesaje inicial se realiza con el conductor dentro de la cabina, el pesaje final también se debe realizar con el conductor dentro de la cabina; si el pesaje inicial se realiza con el conductor por fuera de la cabina, el pesaje final también se debe realizar con el conductor por fuera de la cabina.

Nota: Por recomendación de HSE, se sugiere realizar el pesaje de la cisterna con el conductor dentro de la cabina para evitar incidentes al momento de descender y ascender a la cabina estando el vehículo en la plataforma.

- 6) La cisterna no debe quedar soportada en algún elemento externo a la báscula, como rampas o rejillas ya que esta condición induce a errores en la medición.
- 7) Luego del pesaje inicial, el conductor debe trasladar la cisterna para el proceso de cargue o descargue conforme a las instrucciones específicas para ese proceso, posterior al cargue o descargue, regresará la cisterna sobre la plataforma para realizar la medición final.


	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

- 8) Entre el pesaje inicial y el pesaje final de la cisterna, está prohibido realizar cualquier operación sobre la cisterna, como por ejemplo las siguientes: mantenimientos, drenajes, suministro de combustible o aceite, manipulación de accesorios, tanques y llantas, que forman parte de la cisterna y puedan modificar su tara. Actividades que puedan afectar la tara se prohíben.
- 9) Debido a la naturaleza de las básculas camioneras, los errores de medición se pueden minimizar mediante procedimientos operacionales. Una buena práctica de medición consiste en colocar la cisterna en la báscula manteniendo la misma ubicación y orientación cada vez que sea operada.
- 10) La siguiente información es la mínima que el operador de la báscula debe consignar en el sistema de información:
 - Peso de la tara
 - Fecha y hora de la tara
 - Peso bruto.
 - Fecha y hora del peso bruto.
 - Producto
 - Transacción única ID.
 - Densidad
- 11) Antes de pesar la cisterna cargada, permita que transcurra el tiempo necesario para garantizar que el líquido se encuentre estable dentro del mismo.
- 12) Posterior a las mediciones de peso inicial y final, y luego de la verificación de sellos de seguridad en escotillas drenajes, válvulas y demás sitios requeridos en la cisterna, el operario de planta, el supervisor o el administrador realizarán el proceso de liquidación de cantidad de GLP correspondiente.
- 13) En caso de encontrarse alguna no conformidad o incumplimiento, se debe aplicar el procedimiento interno de la empresa para su respectivo tratamiento.
- 14) Se debe reportar el número de sellos en la Guía Única de Transporte.
- 15) Se debe entregar al conductor de la cisterna, el ticket de medición, la ficha de seguridad del producto y la Guía Única de Transporte especificando la propiedad del producto.

8. CÁLCULO DEL PESO NETO O PESO EN EL AIRE

Para el caso del GLP que es cargado o descargado y pesado en cisternas, el procedimiento de cálculo es el siguiente:

- 1) Determinar el peso inicial (W_1) expresado en kilogramos (kg) correspondiente al peso de la cisterna antes del cargue o descargue, según corresponda.
- 2) Determinar el peso final (W_2) expresado en kilogramos (kg) correspondiente al peso de la cisterna al final del cargue o descargue, según corresponda.

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

- 3) Calcular el peso neto (NW) o “peso en el aire”, expresado en kilogramos (kg) mediante la Ecuación 1.


$$NW = W_2 - W_1 \quad \text{Ecuación 1}$$

La diferencia entre el valor del peso neto o peso en el aire y el valor de la masa (peso en el vacío), debido al efecto de la flotabilidad es tenida en cuenta como una fuente de incertidumbre, según se explica en el Numeral 10 INCERTIDUMBRE de este procedimiento.

9. ASPECTOS PARA LA VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LA BÁSCULA

Para un aseguramiento metrológico adecuado que cubra los requerimientos operativos de NORGAS S.A. E.S.P. para el pesaje de cisternas se recomienda contemplar los siguientes requerimientos:

1. Usar proveedores acreditados bajo la norma ISO/IEC 17025 en su versión vigente.
2. Se recomienda usar proveedores que utilicen como referencia normativa la Guía SIM MWG7/cg-01 en su versión vigente.
3. Para la calibración, el laboratorio de calibración emitirá un certificado de calibración. Este certificado debe incluir como mínimo las mediciones de “cómo se encontró” (AS FOUND) y las mediciones de “cómo quedó” (AS LEFT) de ser necesario.
4. En caso de obtener errores producto de la calibración AS FOUND fuera de los límites permisibles, se debe ajustar la indicación y realizar calibración AS LEFT. El ajuste se debe realizar siguiendo las instrucciones del fabricante.
5. La calibración debe componerse de la prueba de repetibilidad conforme al numeral 5.1. de la guía SIM. Prueba para los errores de indicación conforme al numeral 5.2. de la guía SIM. Prueba de excentricidad conforme al numeral 5.3. de la guía SIM.
6. El intervalo calibrado puede ser todo el alcance de la báscula. Sin embargo, se recomienda por lo menos garantizar el intervalo de calibración de forma que cubra el peso máximo de las cisternas cargadas con GLP.
7. Para la prueba de errores de indicación se recomienda realizar la calibración en 5 o 6 cargas, de las cuales la primera debe corresponder al mayor valor entre la carga mínima de la báscula o 200 kg y la última carga debe corresponder al menor valor entre 52.000 kg o la carga máxima de la báscula. En cualquier caso, se deberían revisar los datos de las operaciones de pesaje del último año de cada báscula para definir los valores de pesaje que se emplean con mayor frecuencia, de manera que estos sean tenidos en cuenta de manera especial dentro del conjunto de cargas a calibrar, adicionalmente se debe asegurar que todos los

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

pesajes se encuentren dentro de los valores extremos de la calibración (mínima carga calibrada y máxima carga calibrada) para garantizar su trazabilidad.

8. Se deben realizar verificaciones periódicas a las básculas de acuerdo con el programa de aseguramiento metrológico del equipo. La verificación se llevará a cabo de forma periódica de acuerdo con el programa de aseguramiento metrológico para garantizar la correcta operación de la báscula o inmediatamente después de cualquier mantenimiento realizado en las básculas que pueden afectar la precisión y/o repetibilidad. Entre las acciones que requieren verificación se pueden considerar:

- Actividades de mantenimiento que incluyan cortes, soldadura o reparación de cualquier parte de la estructura.
- Reemplazo de una celda de carga.
- Reemplazo de cualquier componente eléctrico.
- Cualquier revisión mecánica.
- Cualquier reemplazo o modificación de la plataforma.


9. En el caso de que no existan requisitos contractuales y reglamentarios, la verificación debe realizarse al menos cada seis meses.
10. En caso de que el desempeño metrológico producto de la verificación no sea conforme, se debe remitir la báscula a calibración.
11. Utilizar el procedimiento y el formato para determinación de intervalos de calibración aplicado a las básculas.
12. Realizar un análisis de los resultados con el fin de que cumplan con los requisitos de incertidumbre dados por OIML R71 (Ver numeral 10. INCERTIDUMBRE).

10. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición es un parámetro que caracteriza la duda sobre el resultado de medición. Normalmente se expresa como un porcentaje de la lectura (medida relativa), con un intervalo de confianza, que generalmente se asume es del 95 %.

La incertidumbre de la medición de la báscula debe ser estimada incluyendo los factores contribuyentes razonables bajo las condiciones especificadas, las cuales incluyen no solo las contribuciones que surgen del medidor en sí, sino también las asociadas al proceso de calibración y de las condiciones de instalación en caso de ser necesario.

Parámetros como la prueba de repetibilidad, prueba de excentricidad, y prueba para la determinación del error junto con su incertidumbre de medición son evaluados en el proceso de calibración, por tanto, estas fuentes de incertidumbre son tomadas del certificado de calibración. Características como la resolución, la clase y compensaciones por efectos de la temperatura sobre las celdas de carga son tomados de la ficha técnica del instrumento dado por el fabricante.

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

Cuando una cisterna (no abierto a la atmósfera) es llenada con GLP o con cualquier otro fluido y posteriormente pesado, el efecto de la flotabilidad actúa sobre la cisterna y no sobre el fluido. Únicamente los pesajes están sujetos al efecto de flotabilidad cuando su volumen cambia entre el primer pesaje y el segundo pesaje. El volumen de la cisterna cerrada es el mismo en cada medición y por lo tanto experimenta el mismo efecto de flotabilidad. Lo anterior es una diferencia característica con respecto al pesaje tradicional de productos de petróleo en contenedores abiertos.

En ausencia de cualquier efecto de flotabilidad del aire sobre el producto, la báscula está cerca de un equilibrio entre la masa de las pesas de calibración y la masa de los productos cargados, excepto por el pequeño efecto de la flotabilidad del aire sobre las pesas de calibración.

Debido a que las pesas de calibración de las básculas, independientemente del tipo de metal utilizado, se fabrican para dar el equivalente de una masa diseñada a una densidad estándar, el factor de corrección que debe tenerse en cuenta para compensar el efecto del empuje del aire sobre las pesas de calibración es una cifra universal y fija. En consecuencia, durante el proceso de medición de carga de GLP en cisternas cerradas, la báscula proporciona una medición directa de la masa mediante la siguiente ecuación:

$$M = 0.99985(W_2 - W_1) = 0.99985 \times NW \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- M Masa (peso en el vacío) del producto (GLP) cargado
- W_1 Peso en el aire indicado en la báscula antes de la carga de GLP
- W_2 Peso en el aire indicado en la báscula al final de la carga de GLP
- 0.99985 Es el factor para corrección de las pesas de calibración debido a la flotabilidad del aire, derivado de: $(8000-1.2)/8000$, donde 8000 kg/m^3 es la densidad nominal para el acero y 1.2 kg/m^3 es la densidad del aire.
- NW Peso neto o “peso en aire”

El efecto de esta corrección es de aproximadamente 0,015% con respecto al peso neto o peso en el aire (NW). Debido a que el proceso de venta a granel se realiza directamente en unidades de masa (kilogramos) y no en volumen, y considerando que en estos procesos se utiliza el concepto de “masa convencional” resultante del pesaje en el aire, este efecto es tenido en cuenta como una fuente de incertidumbre tipo B, asociándose a éste una distribución de probabilidad rectangular.

A continuación, se presenta el diagrama de árbol que asocia las fuentes de incertidumbre de la medición con básculas camioneras:


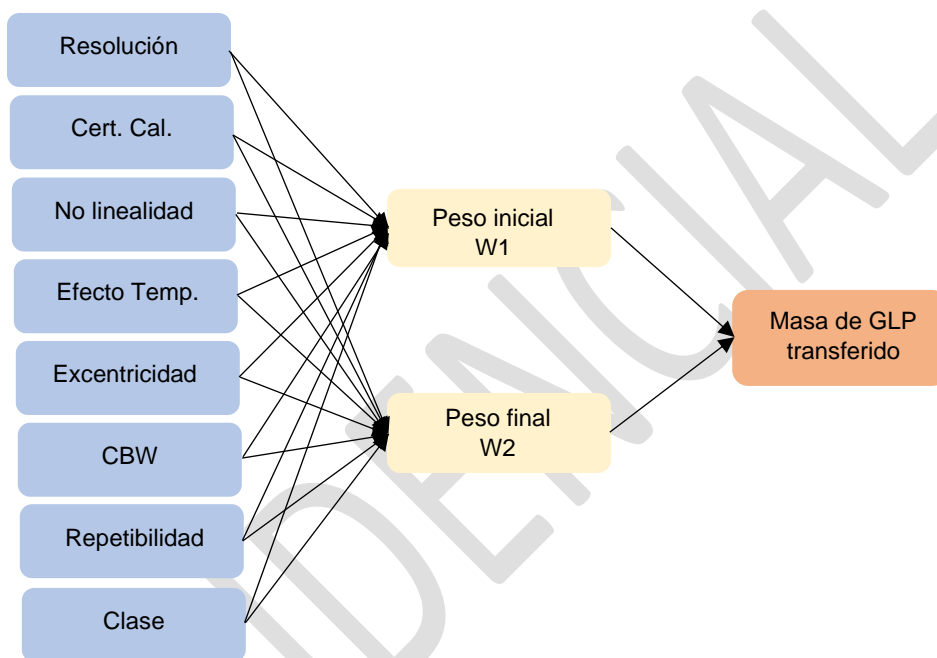
	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

Figura 2. Diagrama de árbol de la medición de masa en una báscula camionera




Donde:

- Mensurando
- Variable del modelo
- Fuente de incertidumbre

Tabla 1. Fuentes de incertidumbre

Descripción	Fuente de incertidumbre	Referencia o criterio aplicado	Símbolo	Distribución	Fórmula
Báscula camionera (Corresponde	Resolución	Obtenida de la ficha técnica del fabricante	u_{res}	Tipo B. Rectangular	$\frac{u_{res}}{2\sqrt{3}}$
	Certificado de calibración	Obtenido del certificado de	u_{calib}	Tipo B. Normal k=2	$\frac{u_{calib}}{k}$

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670


Descripción	Fuente de incertidumbre	Referencia o criterio aplicado	Símbolo	Distribución	Fórmula
al peso inicial y peso final)		calibración vigente de la báscula			
	No linealidad de la báscula	Obtenido del certificado de calibración vigente de la báscula	u_{lin}	Tipo B Rectangular	$\frac{u_{lin}}{\sqrt{3}}$
	Efecto de temperatura sobre la báscula	Obtenida de la ficha técnica del fabricante	u_{temp}	Tipo B Rectangular	$\frac{u_{temp}}{\sqrt{3}}$
	Excentricidad	Obtenido del certificado de calibración vigente de la báscula	u_{exc}	Tipo B Rectangular	$\frac{u_{exc}}{\sqrt{3}}$
	Efecto de flotabilidad	Determinada con base en la densidad del aire y del acero	u_{flot}	Tipo B Rectangular	$\frac{0.00015 \times NW}{\sqrt{3}}$
	Repetibilidad	Obtenido del certificado de calibración vigente de la báscula	u_{rep}	Tipo B Rectangular	$\frac{u_{rep}}{\sqrt{3}}$
	Clase	Obtenida de la ficha técnica del fabricante	u_{clase}	Tipo B Rectangular	$\frac{u_{clase}}{2\sqrt{3}}$

A continuación, estas fuentes de incertidumbre de cada variable del modelo se combinan mediante:

$$u_{i(y)} = \sqrt{\sum (c_i \cdot u_i)^2} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde c_i hace referencia a los coeficientes de sensibilidad. Para este caso el valor de los coeficientes de sensibilidad es 1.

Luego se calcula la incertidumbre combinada con la siguiente ecuación:

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
Fecha Elaboración		06/04/2022	
Código		AYG-MTT-0670	

$$u_c = \sqrt{u_{i(y)masa\ inicial}^2 + u_{i(y)masa\ final}^2}$$

Ecuación 4

Posterior, se estima la incertidumbre expandida - U, la cual es el producto entre la incertidumbre combinada, u_c por el factor de cobertura – k, donde el factor de cobertura es $k=2$.

$$U = u_c \cdot k$$

Ecuación 5

Como regla para validar si el pesaje de un tanque es aceptado o rechazado metrologicamente, la OIML R71 declara la incertidumbre máxima permisible de acuerdo con el tipo de tanque que se esté evaluando. Para el caso de tanques cilíndricos horizontales la incertidumbre máxima permisible es 0,3 % y para el caso de tanques esféricos la incertidumbre máxima permisible es 0,5 %.

Se considera que un tanque es aceptado si la incertidumbre expandida, U con un factor de cobertura $k=2$ es menor o igual a la incertidumbre máxima permisible, UMP (Ver Ecuación 6).


$$U \leq UMP$$

Ecuación 6

11. REFERENCIAS

- [1] CREG, Resolución CREG 237 de 2020 - Por la cual se adopta el Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo, GLP, Bogotá D.C., 2021.
- [2] GPA, GPA 8186 Measurement of Liquid Hydrocarbons By Truck Scales, 2017.
- [3] OIML, OIML R 71 Fixed storage tanks. General Requirements, 2008.
- [4] OIML, OIML R 76-1 Non-automatic weighing instruments. Part 1: Metrological and technical requirements – test, 2006.
- [5] NIST, NIST HANDBOOK 44. Specifications, tolerances, and other technical requirements for weighing and measuring devices. 2015.
- [6] DO VAL, L.G., Application of truck scales in the petroleum industry. OIML Bulletin Volume LIV. Number 3. 2013.
- [7] Mettler Toledo, BR, Truck Scales Buyers Guide. 2013.

Romrique

	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLP A GRANEL USANDO BÁSCULA CAMIONERA	Versión	1
		Fecha Elaboración	06/04/2022
		Código	AYG-MTT-0670

Vo.Bo. Diego Manrique
Coordinador de metrología

CONFIDENCIAL