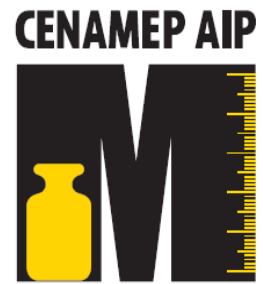


# DESPERTAR METROLÓGICO

## CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA DE PANAMÁ



### Del Director

Estimados amigos lectores:

Les compartimos esta nueva edición No. 29 de nuestro Boletín Informativo “El Despertar Metrológico”, en donde podrán informarse de algunas de las actividades realizadas previo a concluir el 2019.

Por lo variado de esta edición, estamos seguros que disfrutarán su rápida lectura.

Javier Arias

JUNIO  
DICIEMBRE  
2019 VOL. 29

## OPEN HOUSE

1



Como parte de las actividades para dar a conocer la aplicación de la ciencia de las mediciones, tenemos los días de OPEN HOUSE o PUERTAS ABIERTAS, que son visitas guiadas a los laboratorios del Centro, en donde los encargados de laboratorio explican de manera general la importancia de la metrología, su aplicación, los instrumentos de medición y las actividades que desarrollan en cada uno de ellos.

### CONTENIDO

OPEN HOUSE .....	1
PARTICIPACIÓN DEL CENAMEP AIP EN EL CONGRESO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ .....	2
COMPARACIÓN BILATERAL EN FUERZA, EN CALIBRACIONES DE MÁQUINAS DE ENSAYOS DE MATERIALES. REUNIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO DE LONGITUD .....	3
TIEMPO SEGURO DE MANERA REMOTA .....	4
ENSAYO DE APTITUD A LA INDUSTRIA.....	6
TALLER DE EXPERTOS Y PRESENTACIÓN A LAS AUTORIDADES DEL PROYECTO SOBRE ESTUDIO PROSPECTIVO DE IMPACTO MANGLAR BAHÍA DE PANAMÁ .....	7
IMPORTANCIA DE LA METROLOGÍA.....	8
PRESENTAR PUBLICACIÓN EN XIII SEMETRO CURSO SOBRE LA GUÍA SIM .....	9

En el mes de agosto y octubre se realizaron dos jornadas de OPEN HOUSE. En el primero tuvimos la oportunidad de recibir a estudiantes de universidades como la UP, la UTP y la Latina, así como los colegios: Arte y Oficios, el Técnico Don Bosco, Chino Panameño y Las esclavas.

En la segunda, recibimos nuevamente a las universidades, así como personal de los laboratorios del MIDA, CSS (biomédica), al Centro Experimental de Ingeniería de la UTP, y el Ministerio de Ambiente, entre otros.





### PARTICIPACIÓN DEL CENAMEP EN EL CONGRESO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

Por: María Pérez y Gustavo Marin-  
Coordinación de Magnitudes Métricas

Del 9 al 11 de octubre de 2019 se llevó a cabo el VII Congreso Internacional de Ingeniería, Ciencias y Tecnología, “A problemas complejos, soluciones multidisciplinarias”. Con la colaboración de diversas instituciones y empresas privadas en Panamá.

El Centro Nacional de Metrología de Panamá se hizo presente con un stand y exposiciones durante los foros con el objetivo de sensibilizar, promover y divulgar conocimientos sobre la metrología y las funciones del Centro. En este evento científico y tecnológico de gran importancia participaron estudiantes y profesionales de múltiples áreas.

Como parte de los foros temáticos el CENAMEP AIP aportó dos conferencias en temas de metrología:

Introducción a los conceptos básicos de metrología: Ejemplo de Calibración de Balanzas”

“Laboratorios de Temperatura y Humedad del CENAMEP AIP”.

Además, en el stand interactivo se compartió con el público el impacto y la importancia de la Metrología en nuestra sociedad, por medio de ejemplos aplicados a nuestro día a día.

Se aprovechó la ocasión para dar a conocer la edición n°6 de la revista científica ¡De Acuerdo!, con el tema central: “Cambios”, haciendo referencia a los cambios del Sistema Internacional de Unidades (SI).





### COMPARACIÓN BILATERAL EN FUERZA, EN CALIBRACIONES DE MÁQUINAS DE ENSAYOS DE MATERIALES

### REUNIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO DE LONGITUD

Por José Kuruc—Coordinación de Magnitudes Mecánicas

En la semana del 7 de octubre, el Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP) estuvo participando en una comparación bilateral con el Instituto de Investigaciones y Control del Ejército de Chile (IDIC). El alcance de la calibración fue de aproximadamente 3 MN. Esta actividad se realizó con la finalidad de evaluar la reproducibilidad del método con un instituto de experiencia como el IDIC, que se posiciona entre los mejores de Latinoamérica en esta magnitud. CENAMEP obtuvo excelentes resultados, validando una vez más el criterio y la competencia técnica del personal técnico que forma parte de nuestra institución.

Se aprovechó la estadía también para participar de una asesoría en torquimetría, magnitud que está próxima a desarrollarse en el CENAMEP, para suplir las necesidades en los rubros de ingeniería de alta precisión.

Del 24 al 26 de junio, en el Real Plaza Hotel Convention Center, se dió la reunión del grupo de trabajo de longitud del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

En la misma, se realizó un inventario de las capacidades de medición en dimensional e interferometría de todos los laboratorios participantes, también se presentó el borrador del protocolo de la comparación interlaboratorio entre los Institutos Nacionales de Metrología del SIM, se ajustaron algunos detalles en el alcance de la comparación y se consensuó que los patrones viajeros serán de material acero. Se planteó la posibilidad de realizar una comparación de calibración de bloques patrones por interferometría láser (aún en fase de estudio). También se tiene la intención de promover una comparación en redondez, para los INM interesados.

El Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP), va a participar en la próxima comparación de bloques patrones por comparación mecánica, con los demás países miembros del SIM, por lo que se hizo necesario la discusión del borrador del protocolo de la comparación, dónde se acordó las variables medibles para esta comparación, como la desviación mínima del bloque, la desviación máxima, y la desviación central.





### TIEMPO SEGURO DE MANERA REMOTA



Por: Esther Santamaría – Subdirección de Gestión y Calidad

El tiempo es algo misterioso, no puedes oírlo, no puedes tocarlo ni atraparlo, sin embargo es una realidad que existe. Si no, ¿porqué puedes sentir cómo pasa?

Ahora bien, el tiempo lo miden los relojes ¿Pero qué pasaría si estos no estuvieran sincronizados? ¿Si mi reloj no mide ni registra la misma hora para decidir continuar, o detener un proceso? Y más aún, ¿qué pasaría si no tuviéramos una referencia nacional en la cual podamos confiar y sustentar el desarrollo, o el factor tiempo de las telecomunicaciones, la infraestructura, la navegación y finanzas, por ejemplo?

De acuerdo con cambios recientes en las regulaciones del mercado financiero, así como una creciente demanda de los comerciantes y proveedores de servicios de un tiempo más confiable, se ha impulsado el desarrollo de servicios de tiempo comercial con exactitudes<sub>(1)</sub> de sub-microsegundos.

Las referencias en tiempo nos las proporcionan los Institutos Nacionales de Metrología (INM). En Panamá tenemos servicios para la sincronización de la hora nacional a través del Centro Nacional de Metrología de Panamá AIP (CENAMEP AIP) con la diseminación de la unidad segundo (s) y precisiones<sub>2</sub> que pueden estar en el orden de intervalo de hasta 10 nanosegundos, ¡wao! 10 nanosegundos, sí los cuales pasan desapercibidos por nosotros.

La consecución de que cada vez hay mejores exactitudes son muy importantes y requeridas para la mejora de procesos en la industria y los sectores productivos de un país.

Existen algunos INM a nivel mundial que contribuyen a la producción del Tiempo Universal Coordinado (UTC) a través del envío periódico de información de sus escalas de tiempo a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas *Bureau International des Poids et mesures* (BIPM), referente mundial en París.

Si bien UTC es una escala de tiempo de papel procesada, cada laboratorio colaborador produce su propia versión de UTC, representada por UTC (k), que difunde en tiempo real. Informes periódicos del BIPM a los laboratorios contribuyentes de los desplazamientos entre UTC y UTC (k) proporcionan la trazabilidad de las escalas de tiempo UTC (k) a UTC. Durante décadas, los INM han perfeccionado sus métodos y herramientas para la sincronización del tiempo con mejores niveles de exactitud y ahora este conocimiento se está adaptando a servicios para aplicaciones gubernamentales, industriales y civiles.

Entre las ventajas que tienen los INM para proporcionar servicios de tiempo están su experiencia en transferencia de tiempo, su manejo de conocimiento sobre la metrología relacionada a ello y la referencia que poseen en sus respectivos países para la realización y difusión del tiempo oficial.

En el caso de experiencia en temas de transferencia de tiempo el Consejo Nacional de Investigación de Canadá (National Research Council of Canadá (NRC) del área de relojes atómicos, quien a través de los metrologos John Bernard, André Charbonneau, Bill Hoger, HaiPhamy Marina Gertsvolf desarrollaron un método denominado: “Reloj Remoto: Una fuente de tiempo segura y trazable”, que fuera publicado en la Reunión Anual N° 48 de Sistemas y Aplicaciones de Intervalos de Tiempo y Tiempo Precisos, del 30 de enero al 2 de febrero de 2017, en Hyatt Regency Monterey, California.

Este reloj remoto del NRC disemina el tiempo que se puede rastrear con una exactitud de microsegundos. El NRC-RC-proporciona un tiempo (hora) con exactitudes superiores a los sistemas de sus clientes, con lo cual se garantiza la calidad de las mediciones en todas las etapas, hasta llegar a los dispositivos de los usuarios finales. El servicio es robusto, confiable y seguro.



Basándose en un oscilador local de alta calidad y GPS para la transferencia de tiempo, el reloj remoto se monitorea continuamente y se ajusta a UTC (NRC) para garantizar la trazabilidad y minimizar la vulnerabilidad a la interferencia y suplantación de la señal del GPS.

La configuración de NRC-RC consiste en un estándar de frecuencia de rubidio (Rb) de alta calidad, un receptor GPS, un contador de intervalos de tiempo, una computadora de control y varios componentes auxiliares. Dichos sistemas se instalan en el sitio remoto del cliente y en el laboratorio principal de la NRC.

Las señales de salida de NRC-RC consisten en una señal de un pulso por segundo (1pps), que representa UTC (NRC-RC), y una marca de tiempo provista en uno de los formatos ASCII estándar de los servidores NTP o PTP. También se encuentra disponible una salida de señal sinusoidal adicional a 5 o 10 mega Hertz sintonizada a UTC (NRC-RC).

Se realizan varias mediciones en cada NRC-RC con períodos que varían de segundos a minutos. El desplazamiento de tiempo del NRC-RC Rb estándar, 1pps, se mide con respecto al 1pps del tiempo del GPS derivado del receptor, [Rb - GPS]. Se registran Los datos del receptor GPS de la diferencia horaria entre el tiempo del receptor (su 1pps) y del tiempo de cada satélite.

Se instala una configuración similar en el laboratorio principal del NRC donde también se mide el desplazamiento de la señal Rb 1pps desde el UTC (NRC), [UTC (NCR) - Rb].

Cada pocos minutos, los datos adquiridos en el laboratorio principal del NRC se transfieren al sitio RC (remoto, subíndice R) donde se realizan los cálculos de transferencia de tiempo y frecuencia y los ajustes de escala de tiempo UTC (NRC-RC).

Se pueden instalar varios sistemas NRC-RC en el sitio del usuario para mejorar la redundancia y la confiabilidad y reducir la incertidumbre dentro del sistema. Cada sistema proporciona señales de código de tiempo, 1pps y frecuencia (por ejemplo, 10 megahercios) trazables a UTC (NRC), UTC y Sistema Internacional la Frecuencia de tiempo adecuada. El uso del NRC-RC con cada gran maestro de la red PTP del usuario, junto con el

monitoreo y análisis continuo del rendimiento PTP de sus relojes, garantiza la calidad de los sistemas de red locales y proporciona la evidencia necesaria

para demostrar la sincronización de tiempo a UTC para fines regulatorios, al tiempo que garantiza precisión de sub-microsegundo en la red del cliente y a nivel mundial entre diferentes redes en todo el mundo.

En el caso de Panamá a través de CENAMEP AIP se posee un esquema centralizado de diseminación, sin embargo, no se cuenta con un sistema de supervisión remota en transferencia de tiempo. Delo cual manifiesta el metrólogo Raúl Solís del Laboratorio de Tiempo y Frecuencia que “Los dos sectores que principalmente impactaría esta tecnología serian energía y finanzas.

En lo que hace a energía, menciona a los Smart Grids, las cuales requieren tener tiempos sincronizados para asegurar un intercambio inteligente al momento de aplicar algoritmos predictivos sobre consumo y detección de fallas. Básicamente eficiencia energética.“ En finanzas, en cambio, las regulaciones de transferencias bajo estándares financieros estadounidenses) y el Europeo hacen que se requieran niveles de sincronización de tal manera que la transferencia de tiempo por protocolo de tiempo por red no sea posible. Con estas regulaciones se abre el espacio de auditorías de tiempo para transacciones financieras de 100 microsegundos con una exactitud de 1 microsegundo, algo que solo se puede realizar con fibras ópticas o relojes remotos”, concluye el especialista.

\*Artículo aprobado del Curso-Taller – “Introducción al Periodismo Científico-Tecnológico” por la periodista internacional Claudia Mazzeo.





## ENSAYO DE APTITUD A LA INDUSTRIA

Por: Cristy Sánchez—Coordinación de  
Magnitudes Electromagnéticas

**Qué es un ensayo:** Es la evaluación del desempeño en mediciones de los participantes con respecto a criterios previamente establecidos mediante comparaciones interlaboratorios.

**Para qué sirve o cuál es el propósito de los ensayos:** El propósito de las comparaciones interlaboratorios, es la organización, realización y evaluación de las mediciones o ensayos sobre un mismo ítem o ítems similares por dos o más laboratorios, de acuerdo con condiciones predeterminadas. Esto ayuda a comparar sus resultados y así determinar sus capacidades para realizar determinadas actividades de calibraciones o ensayos.

**En qué benefician estos ensayos a las empresas que participaran de los mismos:** “Cómo saber si estamos haciendo algo bien, si no podemos demostrarlo”, pues bien para esto es importante realizar estos ensayos entre laboratorios para que se pueda demostrar que se tiene la capacidad de realizar y brindar servicios de calibración o ensayos en un área específica. Adicional a esto, es un requisito de la Norma ISO/IEC 17025 presentar este tipo de ensayos para el cumplimiento de la misma y para la acreditación de los Laboratorios Secundarios que se rigen por está.

La necesidad de confianza constante en el desempeño de los laboratorios no sólo es esencial para los laboratorios y los clientes sino también para otras partes, como los organismos de acreditación así como también algunas Normas.

**Veamos un ejemplo de estos ensayos en la industria nacional:** Durante los meses de septiembre y octubre pasados, se realizó un ensayo de aptitud a la industria en la Calibración de Generadores de Frecuencia de Rotación (en Centrifuga, específicamente) con el objetivo de establecer, entre otras cosas, la eficacia y la comparabilidad de los métodos de medida utilizados por los participantes.

**Qué es una Centrifuga:** Es un equipo capaz de generar frecuencias de rotación (giro), para así separar sustancias o medios líquidos de los sólidos, o también un líquido de otro dependiendo de las características de dichos líquidos.

**Para que se usan las Centrifugas:** Generalmente, son utilizadas por Laboratorios Clínicos para la realización de exámenes médicos. Por ejemplo, cuando vamos a que nos extraigan sangre para saber cuánto de hemoglobina tenemos.

**Quiénes las usan:** Principalmente Laboratorios Clínicos, pero también pueden ser usadas por los fabricantes de medicamentos, para sus análisis.

**Porqué es importante que éstas estén calibradas:** A las Centrifugas se les introduce la velocidad con la cuál debe girar para separar los elementos de una muestra, si no están calibradas puede que el operador este ingresando sin saber una velocidad mayor o menos según sea el caso y esto puede inferir en un mal diagnóstico de dicha prueba. Para ejemplificar esto digamos que el operador introduce a la centrifuga **1,000.00 RPM-Revoluciones Por Minuto-**, pero la centrifuga al ser calibrada arroja que tiene un error de **-3 RPM**, por ende aunque para el operador eran **1,000.00 RPM** en realidad es **997 RPM**, puesto que desconocía el error de la Centrifuga. He aquí la importancia de que estos equipos sean Calibrados.





### Taller: de expertos y Presentación a las autoridades de l proyecto “Estudio prospectivo de impacto de las afectaciones al Sitio Ramsar Bahía de Panamá” del Convenio SENACYT-CENAMEP AIP

Por Esther Santamaría-Subdirección de Gestión y Calidad

Como parte del cumplimiento de las actividades en el marco del proyecto : “Estudio prospectivo de impacto en el área protegida refugio de vida silvestre Sitio Ramsar Humedal Bahía de Panamá, a partir de la implementación de normas y/o reglamentos técnicos ambientales” del Convenio de Cooperación entre SENACYT Y CENAMEP AIP, el pasado 17 a 19 de junio de 2019 se realizó el Taller de expertos 2 como el cierre de las actividades contempladas para el mismo.

Este taller fue moderado por la el Ing. Mauricio Chacón del Salvador y contó con la participación de los investigadores asociados al proyecto, coordinadores, asociaciones interesadas y en último día se realizó la presentación de resultados a representantes de las autoridades que estaban en ese periodo. Entre las autoridades invitadas a escuchar estos resultados podemos destacar a MIAMBIENTE, MINSA-proyecto Saneamiento de la Bahía, UTP, AUDOBON, entre otros.

Como conclusiones o resultado del taller podemos mencionar que entre las hipótesis concluidas “La muerte de los manglares está directamente asociada con la variabilidad climática y la ocurrencia de eventos extremos en todo el planeta, y en particular en los manglares de la zona del Pacifico Tropical.

En Panamá se sospecha que estas afectaciones se han visto agravadas por las acciones antrópicas”.

Siendo así se recomienda,

- Continuar con la investigación de este proyecto
- Establecer un mecanismo de monitoreo permanente
- Implementar una estrategia de comunicación efectiva

- Elevar los resultados de la investigación, hacia nuevas directrices de ordenamiento territorial, programas de educación ambiental de manera coordinada con las autoridades competentes
- Oficializar los resultados de la investigación por medio de una publicación que se pueda presentar a las nuevas autoridades competentes.
- Establecer una comisión interinstitucional para presentar los resultados del estudio
- Articular los esfuerzos de investigación con los programas impulsados desde otras entidades como la Municipalidad de Panamá, el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud, SENACYT, entre otras
- Involucrar a las comunidades en el estudio
- Acercamiento efectivo entre el Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente, SENACY para trabajo articulado.

Con el fin de presentar estos resultados a las nuevas autoridades, tuvimos la oportunidad de reunirnos en el Ministerio de Ambiente con el excelentísimo Ministro Milciades Concepción, en la cual participaron los investigadores del proyecto así como coordinadores. El ministro, luego de escuchar los resultados obtenidos, felicitó al grupo interdisciplinario que se conformo hace dos años e indico que apoyaría estas actividades a través de la dirección de costas y mares para que se siga con el monitoreo, se obtenga más data científica y así demostrar científicamente el estado del manglar para que se busquen alternativas para minimizar los efectos del cambio climático para la protección de nuestro ecosistema de manglar y los servicios ambientales que obtenemos de los mismos.





# IMPORTANCIA DE LA METROLOGÍA

Por: Gina Aguilar (estudiante de la UTP que visitó el CENAMEP AIP )

La Metrología es la ciencia de las mediciones. Se divide para facilitar su aplicación en: científica, industrial y legal. Estas divisiones se encuentran en el sistema metrológico de cada país.

Actualmente el Centro Nacional de Metrología de Panamá Asociación de Interés Público (CENAMEP AIP) es el organismo responsable de conservar y asegurar la trazabilidad internacional de los patrones nacionales de medida. (<https://www.cenamep.org.pa>)

El sistema metrológico está presente en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana y es importante incluso para la medición de sustancias presentes en nuestro cuerpo, que si cumplen con ciertos parámetros, ayudan al diagnóstico de enfermedades.

Todos los aparatos de medición que utilizamos diariamente pueden presentar fallos en sus resultados debido al desgaste de sus componentes, entre otras razones. Para minimizar este error en sus medidas, requieren de procedimientos que certifiquen que el instrumento esté calibrado o verificado metrológicamente. Todo instrumento debe ser comparado en condiciones controladas, con otro que sea mucho más exacto que él. Por eso todos los patrones que se utilizan para esta tarea, deben ser parte de una cadena ininterrumpida de comparaciones hasta llegar a la definición de la unidad (trazabilidad).

Lo importante de la calibración o de la verificación metrológica de los equipos es tener la confianza de que los instrumentos arrojen resultados veraces con respecto a las especificaciones de los procesos de producción o los requisitos determinados por las normas de calidad.

En la industria, la metrología es fundamental porque la hace competitiva, brindando herramientas necesarias para controlar las mediciones en los pro-

cesos involucrados en la fabricación y en la calidad del producto final, que debe tener como objetivo la satisfacción de las necesidades del consumidor.

En un mundo globalizado y de constante expansión comercial no solo es imperante la minuciosidad de las variables de producción para disminuir los costos de operaciones, sino que también la aplicación de estrategias que promuevan la formación y la investigación, enfocadas al avance de sistemas de producción más limpios y amigables con el planeta, ayudando a que las empresas utilicen de manera más consciente y proporcionada la materia prima.

Las mediciones sobre la calidad del ambiente también son importantes porque nos ayudan a vigilar los cambios en él, y mediante los resultados que obtengamos, nos ayuda a determinar impactos presentes y futuros sobre el entorno.

De manera general podemos concluir que la metrología incide directamente en la calidad de vida y en la salud de la población, protege tanto al consumidor como al fabricante, ayuda a preservar el medio ambiente y contribuye a que se utilicen de manera racional los recursos naturales.





### Curso sobre la Guía SIM

#### PRESENTAR PUBLICACIÓN EN XIII SEMETRO

Por: Julio González  
Magnitudes Electromagnéticas

Por: Edwin Aizpurua  
Magnitudes Mecánicas

Desde el domingo 24 hasta el miércoles 27 de noviembre, en la ciudad de Florianópolis, Brasil, se participó del Simposio internacional de Metrología Eléctrica, evento más relevante en Centro y Sur América, en cuanto a metrología eléctrica se refiere; Durante el evento, Institutos Nacionales de Metrología (CENAM, INMETRO, INTI, entre otros), laboratorios designados (UTE e ICE) y laboratorios de investigación de universidades e industria brasileña, expusieron diversos trabajos y desarrollos, sobre mediciones en el área eléctrica. Panamá, a través del CENAMEP, también participó del evento, presentando el trabajo “*Inter-Laboratory comparison in measurement of electrical energy*”, trabajo que describe la metodología y resultados de una comparación en medición de energía eléctrica donde participaron países como El Salvador, Ecuador y República Dominicana y donde Panamá (CENAMEP) fungió como el laboratorio de referencia o piloto de esta comparación, basado en su experiencia y reconocimiento internacional de sus capacidades de medición y calibración. Seguido fotografía del poster presentado en el SEMETRO.



Del 28 de octubre al 1 de noviembre se dictó el curso sobre la Guía SIM, en Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) – Metrología Física, a cargo de la instructora Sheila Preste – Responsable del área de masa y densidad – Metrología Científica.

La capacitación se realizó con el fin de que el CENAMEP cuente con un personal capacitado en la Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático (SIM) y poder desarrollar y mejorar nuestros procedimientos de calibración.

El alto ritmo y imparable desarrollo de nuevas tecnologías día a día, han creado nuevas necesidades o dejado a relucir falencias en el sistema metrológico del país, creando la necesidad de mejorar nuestros procedimientos de calibración para que estos se adapten a las nuevas tecnologías de los equipos o en sí de desarrollar nuevos procedimientos de calibración que cubran la demanda. La necesidad de realizar pesajes con una mayor exactitud y menor incertidumbre por parte de la industria médica, farmacéutica, etc.; han impulsado a los grandes fabricantes de balanzas a desarrollar equipos con una muy alta exactitud.

Dado esto se crea la necesidad de tener procedimientos de calibración que sean adecuados para realizar la calibración de estos equipos. La Guía SIM establece un procedimiento para la calibración de equipos de pesaje que va acorde a este tipo de tecnología aplicada a las balanzas, con este procedimiento se logra realizar calibraciones que satisfacen la necesidad del mercado, logrando mediciones confiables.

