

Sistema de información móvil para la gestión metrológica

Mobile information system for metrological management

Wilder Perdomo Ch.*

Juan Camilo Giraldo M.**

Nelson Bedoya***

Diana María Montoya Q.****

Jairo Alonso Palacio*****

Fecha de recepción: 3 de febrero de 2013

Fecha de aprobación: 30 de abril de 2013

Resumen

Este artículo se enfoca en una reflexión sobre la importancia de la metrología en Colombia y específicamente en las organizaciones prestadoras de servicios de calibración y medición, y se da un enfoque general hacia el diseño y desarrollo de un sistema de información móvil que permita la gestión de la información metrológica en diferentes entidades y laboratorios prestadores de servicios.

De manera conceptual se introducen términos explícitos que permiten contextualizar al lector entorno a la investigación a desarrollarse, siendo amplios en los temas concernientes al ciclo de vida del software, a la ingeniería del software y a los dispositivos móviles como enfoque de valor agregado del proyecto de investigación.

* Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingenierías, Medellín - Antioquia, Colombia. wilder.perdomo@usbmed.edu.co

** Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingenierías, Medellín - Antioquia, Colombia. juan.giraldo@usbmed.edu.co

*** Instituto Tecnológico Metropolitano, Dpto. de Producción y Calidad, Medellín - Antioquia, Colombia. nelsonbedoya@itm.edu.co

**** Instituto Tecnológico Metropolitano, Dpto. de Producción y Calidad Medellín - Antioquia, Colombia. dianamon-toya@itm.edu.co

***** Instituto Tecnológico Metropolitano, Dpto. de Producción y Calidad, Medellín - Antioquia, Colombia. jairopalacio@itm.edu.co

Posteriormente se da una explicación sobre las características de los Sistemas de Información para la Gestión Metrológica teniendo en cuenta la perspectiva administrativa y técnica dentro de todo el proceso de la calidad del servicio, logrando de esta manera enmarcar la metrología dentro de los procesos tecnológicos y la apropiación de herramientas tecnológicas que permitan agilizar y controlar los procesos de aseguramiento metrológico y el sistema de gestión de las mediciones con buenos niveles de eficiencia en la calidad, productividad y rentabilidad de las organizaciones.

Palabras clave

Metrología, ingeniería de software, software, aplicaciones móviles.

Abstract

This article focuses in a reflection on the importance of the metrology in Colombia and specifically in the organizations prestadoras of services of calibration and measurement, and one gives a general approach towards the design and development of a mobile information system that allows the management of the information metrological in different entities and lending laboratories of services.

In a conceptual way there interfere explicit terms that they allow contextualize the reading environment the investigation to developing, being wide in the topics relating to the life cycle of the software, to the engineering of the software and to the mobile devices as approach of value added of the project of investigation.

Later one gives an explanation on the characteristics of the Information systems for the Management metrological bearing the administrative and technical perspective in mind inside the whole process of the quality of the service, managing hereby to frame the Metrologic inside the technological processes and the appropriation of technological tools that allow to improve and to control the processes of insurance metrological and the system of management of the measurements with good levels of efficiency in the quality, productivity and profitability of the organizations.

Keywords

Metrology, engineering of software, software, mobile applications.

1. Introducción

La credibilidad de la medición de un país es un factor clave no solo en términos de su comercio de exportación, sino también en cuanto a su capacidad para verificar la calidad de los productos que se producen o comercializan. El objetivo de las organizaciones internacionales de metrología es proporcionarle a los gobiernos y a terceros una base técnica segura para acuerdos más extensos relacionados con el comercio internacional y con los asuntos regulatorios como la defensa y la protección del consumidor [1].

El procedimiento de aseguramiento metrológico tiene como elemento fundamental, el establecimiento y ejecución del plan de calibración, al igual que la verificación que garantizan el estado del equipo de medición.

De acuerdo con la actividad cotidiana que se desarrolla en los laboratorios metrológicos de la Institución Universitaria, Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) y las empresas en convenio, se hace necesario el buen mantenimiento de la documentación que detalle la operación de los procedimientos día a día, la selección de los equipos requeridos, la consecución, la recepción, la identificación, la puesta en servicio, la calibración, la verificación, el seguimiento y sus respectivas frecuencias.

Un sistema de gestión metrológica se compone de diversos formatos entre los cuales se tienen: certificados de calibración, registros de pruebas, registros de ingreso, registros de seguimiento, ficha técnica del equipo, hoja de vida, rótulo de calibración, reporte de equipos pendientes por calibración, reporte de equipos rechazados, reporte de equipos extraviados, entre otros.

Dentro del planteamiento de este proyecto se propone el desarrollo de un aplicativo móvil en un dispositivo táctil, de tamaño de pantalla de una *notebook*, conocido como *tablet*, cuyas características más notables, son que no poseen teclado, su pantalla es totalmente táctil, la cual cumple varias funciones

de un pc, y es totalmente independiente de la misma. La *tablet* más conocida en la actualidad es el Ipad de Apple.

A pesar de la existencia de varios sistemas de información que pueden ser de gran ayuda para aplicaciones puntuales en el área metrológica y sus laboratorios, el alcance de estos no cumplen con el objetivo general de un sistema móvil, menos adaptado a una *tablet* que se dedique directamente a la gestión metrológica industrial y que de una forma u otra permita la formalización clara de los documentos escritos revisados y aprobados, además, se busca que en el desarrollo a realizar se tenga en cuenta a los usuarios finales, quienes son los encargados del manejo de la información metrológica sin ser profesionales en el área específica, por lo anterior puede presentarse procedimientos poco adecuados para el quehacer en su función; dicha situación no se ha tenido en cuenta dentro de los desarrollos de software existentes.

Desde los grupos de investigación en Calidad y Metrología, y Modelamiento y Simulación del ITM y la Universidad de San Buenaventura seccional Medellín respectivamente, se desarrollará un sistema móvil, el cual tendrá en su alcance un manual de usuario y un manual de procedimientos que cumpla con las normas de calidad establecidas dentro de los laboratorios metrológicos, para permitir a cualquier auxiliar conocer el funcionamiento y la gestión de las actas de calibración, hojas de vida de los equipos, registros numéricos, entre otros; esto asentará hallar el estado real de los equipos de medición.

El presente artículo se enmarca dentro de los aspectos concernientes al diagnóstico de la metrología en Colombia, procedimientos relacionados con el Sistema de Gestión Metrológica, las diversas actividades administrativas y técnicas del sector industrial y laboratorios que prestan servicios de calibración y un enfoque orientado desde las aplicaciones móviles, el ciclo de vida del software y la ingeniería del software como soporte técnico durante el desarrollo del sistema.

2. Marco teórico

2.1. ¿Qué es metrología?)

La metrología es la ciencia de la medición. Por lo tanto, la eliminación de errores de medición es el objetivo final de la metrología [2]. El término *metrología* se define en el VIM [3] como la ciencia de la medición y su aplicación. Subyace en toda metrología de medición - Conceptos relacionado con las ciencias naturales y la ingeniería, y para cada una de las diferentes interpretaciones de las métricas de Software se relaciona un término con la metrología distinto (criterios y las relaciones con otros conceptos de medición) [3].

La metrología es la ciencia de la medida y su aplicación, es el proceso de medición que se realiza con el fin de tener una mejor comprensión de los límites del proceso de medición y de la sensibilidad del objeto medible respecto a las variables de medición. Este proceso incluye instrumentos, componentes, análisis, funcionamiento humano, y todo lo necesario para obtener un valor para el objeto medible; mejoramiento de la comprensión del proceso de medición aumentando la precisión de medición de una magnitud [4].

2.2. Importancia de la metrología

El error de medición o la incertidumbre siempre está presente y no se puede eliminar por completo, pero puede ser minimizado. Los fundamentos que afectan la incertidumbre de medición son la optimización de medición, y el seguimiento a largo plazo de la estabilidad.

Las métricas clave de resumen de diagnóstico y metodologías, así como la especificación de herramientas adecuadas, son necesarias para la optimización. Sin una fuente estable es difícil asegurar que los requisitos de medida se están cumpliendo en todas las aplicaciones. Los requisitos de medición típicamente deben seguir la regla de la máquina de calibración, donde la incertidumbre de

la medición debe ser significativamente menor que la tolerancia de control de procesos, es decir, una pequeña precisión/tolerancia (P/T) [2].

El propósito de la metrología no es para reemplazar herramientas estandarizadas. Sin embargo, busca reducir el número de las herramientas necesarias. Su función será más de flujo y seguridad respecto a las herramientas de calibración [5].

La metrología es la ciencia que persiguen muy pocos científicos e ingenieros por varias razones. Una de las principales razones es que muy pocas instituciones apoyan la metrología, debido a su alto costo y retorno incierto de la inversión. Pocas veces existe cualquier producto para vender, sino para la calibración o medición de servicios que prestan a la trazabilidad fundamental o derivada de unidades y materiales de referencia, los dispositivos y los datos, y los ingresos de estos servicios rara vez cubren el costo de la investigación. En metrología, todos los procesos físicos posibles e identificables que participan en un proceso de medición se estudian para saber cómo cada uno afecta al objeto medible. Estos procesos pueden incluir las respuestas de los sensores e instrumentación, efectos de fondo (temperatura, humedad, interferencia electromagnética) [4].

2.3. Historia del Software

Las computadoras pueden ser descritas por medio de dos elementos básicos los cuales son llamados comúnmente Hardware y Software. El hardware es la parte física de la computadora la cual es visible y tangible, en cambio, el Software son todos aquellos programas que hacen posible las interconexiones dentro de la computadora, o más específico el juego de instrucciones que controla el hardware. La historia del software está comprendida en cuatro etapas o eras que empiezan desde 1950 hasta los tiempos actuales donde se tiene un uso concurrente ya que se depende mucho de él [6].

2.4. Aplicaciones móviles)

Las aplicaciones móviles se han desarrollado para los dispositivos de mano tales como asistentes personales digitales, las empresas digitales asistentes o los teléfonos móviles. Estas aplicaciones son preinstaladas, ya sea en los teléfonos durante la fabricación, o descargados por los clientes de plataformas móviles de distribución de Software. Las aplicaciones móviles se han desarrollado rápidamente en el mercado móvil global. Se componen de software que se ejecuta en un dispositivo móvil [8].

2.5. Ciclo de vida del software

El término ciclo de vida del software describe el desarrollo de software, desde la fase inicial hasta la fase final de desarrollo. Estos programas se originan en el hecho de que es muy costoso rectificar los errores que se detectan tarde dentro de la fase de implementación. El ciclo de vida permite que los errores se detecten lo antes posible y, por lo tanto, permite a los desarrolladores concentrarse en la calidad del software, en los plazos de implementación y en los costos asociados.

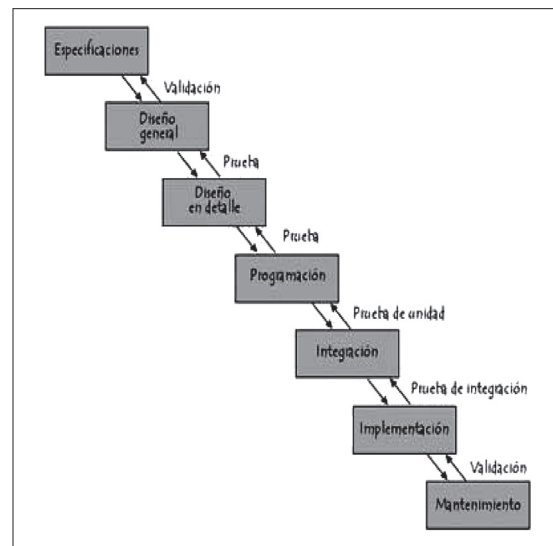
El ciclo de vida básico de un software consta de los siguientes procedimientos [6]:

- *Definición de objetivos:* definir el resultado del proyecto y su papel en la estrategia global.
- *Análisis de los requisitos y su viabilidad:* recopilar, examinar y formular los requisitos del cliente y examinar cualquier restricción que se pueda aplicar.
- *Diseño general:* requisitos generales de la arquitectura de la aplicación.
- *Diseño en detalle:* definición precisa de cada subconjunto de la aplicación.
- *Programación (programación e implementación):* es la implementación de un lenguaje de programación para crear las funciones definidas durante la etapa de diseño.

- *Prueba de unidad:* prueba individual de cada subconjunto de la aplicación para garantizar que se implementaron de acuerdo con las especificaciones.
- *Integración:* para garantizar que los diferentes módulos se integren con la aplicación. Éste es el propósito de la prueba de integración que está cuidadosamente documentada.
- *Prueba beta:* también conocida como validación, para garantizar que el software cumple con las especificaciones originales.
- *Documentación:* sirve para documentar información necesaria para los usuarios del software y para futuros desarrollos.
- *Implementación.*
- *Mantenimiento:* para todos los procedimientos correctivos (mantenimiento correctivo) y las actualizaciones secundarias del software (mantenimiento continuo).

El orden y la presencia de cada uno de estos procedimientos en el ciclo de vida de una aplicación dependen del tipo de modelo de ciclo de vida acordado entre el cliente y el equipo de desarrolladores [6].

Figura 1. Modelo en Cascada



Fuente: [6].

El modelo de ciclo de vida en cascada comenzó a diseñarse en 1966 y se terminó alrededor de 1970. Se define como una secuencia de fases en la que al final de cada una de ellas se reúne la documentación para garantizar que cumple las especificaciones y los requisitos antes de pasar a la fase siguiente, tal como se ilustra en la figura 1. Este modelo es uno de los más utilizados para dispositivos móviles.

2.6. Ingeniería del Software

La ingeniería del software es la disciplina o área de la ingeniería que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener el software. La creación del software es un proceso intrínsecamente creativo y la ingeniería del software trata de sistematizar este proceso con el fin de acotar el riesgo del fracaso en la consecución del objetivo creativo por medio de diversas técnicas que se han demostrado adecuadas con base a la experiencia previa.

Esta ingeniería trata con áreas muy diversas de la informática y de las ciencias de la computación, tales como construcción de compiladores, sistemas operativos, o desarrollos Intranet/Internet, abordando todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de cualquier tipo de sistemas de información y aplicables a infinidad de áreas: negocios, investigación científica, medicina, producción, logística, banca, control de tráfico, metrología, derecho, internet, intranet, etc.

2.7. Metrología y software

Una creciente atención se ha dedicado durante los últimos cinco años a las normas internacionales donde la ingeniería de medición de Software, está siendo muy utilizada en metrología y para la investigación, donde varios estudios han analizado los aspectos de cómo la metrología puede mejorar el estado actual de la técnica en la medición de Software. Evidencia adicional se puede encontrar en la propuesta de creación de un área de conocimiento nuevo en el Software

Engineering Body of Knowledge (www.swebok.org) el software de medición, en el cual, en la taxonomía propuesta, hay una hoja específica para los conceptos básicos, incluyendo bases de medición de conceptos metroológicos [9].

Según Alain Abran [3], mientras la metrología tiene una larga tradición de uso en la física y la química, rara vez se refiere en la literatura a la ingeniería de Software. Pero se resaltan trabajos que integran la tecnología y la metrología. Estos son algunos de ellos:

- IT metrología. Aquí se ponen de relieve los retos y oportunidades que se derivan de la aplicación de los conceptos de metrología para la tecnología de la información. Además, se proponen relaciones lógicas entre conceptos y metrología, específicamente cuatro pasos que deben seguirse para obtener los valores medidos: definir las cantidades/atributos, la identificación de las unidades y escalas, determinación de las referencias primarias y liquidación de las referencias secundarias.
- Se discute la aplicabilidad de la metrología a la tecnología de la información desde el punto de vista de la medición del Software. Esta clave de documento ISO es ampliamente conocido en las ciencias y en la ingeniería; sin embargo, es casi desconocido en la comunidad de ingeniería de Software. Por consiguiente, la mayoría de sus conceptos no están siendo utilizados, ya sea por los que proponen Software nuevos, medidas para la comunidad de ingeniería de software, o por los usuarios de las medidas propuestas.

2.8. Diagnóstico de la metrología en Colombia

El presente diagnóstico fue realizado por: el fiscal Ing. Luis Alberto Mancera Rodríguez y el fiscal Ciro Alberto Sánchez Morales, funcionarios de la Superintendencia de Industria y Comercio, delegatura de protección del consumidor, división de metrología en Bogotá D.C. en septiembre de 2002; en colaboración del Departamento Administrativo

Tabla 1. Actividades relacionadas con metrología

Actividades relacionadas con metrología	Porcentaje			
	Manufacturera (%)	Servicio (%)	Salud (%)	Educación (%)
Control	64,1	51,3	N.A.	38,5
Registros	63,1	54,6	38,1	58,2
Calibración	56,9	46,2	59,5	75,8
Ensayos	45,1	26,1	N.A.	77,5
Ninguna	4,1	5	2,4	3,8
Ns/ Nr	2,6	1,7	4,8	3,3
Monitoreo de signo vitales	N.A.	N.A.	78,6	N.A.
Medida para diagnóstico	N.A.	N.A.	78,6	N.A.
Ensayo de laboratorio clínico o químico	N.A.	N.A.	76,2	N.A.
Otras	N.A.	N.A.	16,7	N.A.

Fuente: Datos tomados [10].

Nacional de Estadísticas DANE, la Superintendencia de Servicios Públicos, la Superintendencia Nacional de Salud, el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Colciencias y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes) [10].

El objetivo fundamental fue identificar la capacidad de medición instalada y necesidades metrológicas en el país y de esta manera establecer un punto de referencia para el análisis y toma de decisiones, en lo concerniente a inversión, apoyo y desarrollo de la metrología en Colombia, en los sectores manufacturero, servicios públicos, salud y educación [10].

La recopilación de información se hizo por medio de una encuesta, similar para todos los sectores con los cuales se trabajó, con algunas modificaciones necesarias en algunos casos. Se pretendía que las personas encuestadas en la organización tuvieran algún conocimiento en metrología [10].

Uno de los resultados más significativos en este estudio se muestra a continuación para cada sector, manufacturero, servicios, educativo y salud.

Según el estudio, los sectores manufacturas, salud y educativo no demandan servicios de calibración de sus equipos por los costos elevados. Las empresas del sector servicios no utilizan los servicios de calibración para sus equipos porque no saben 43,8 %.

Se hace fundamental que las personas involucradas en los procesos de metrología, reciban las capacitaciones adecuadas y cuenten con herramientas que les permitan generar confiabilidad y satisfacción en sus dictámenes.

3. Sistema de gestión metrológico (SGM)

En la actualidad las organizaciones ya sea de bienes o servicios requieren de procedimientos claros para la medición de diversas

magnitudes o variables que se involucran en los diversos procesos productivos; dichos procedimientos requieren en la mayoría de los casos, alta precisión y exactitud, lo cual puede obtenerse mediante un buen procedimiento de medición.

Los sistemas de información a nivel de una organización se pueden clasificar en formales e informales. La necesidad de información en la sociedad y el mundo laboral es tan amplia que se procura el desarrollo de sistemas de información de alta complejidad y variada calidad, a todo nivel de las decisiones empresariales. Los medios utilizados para mantener el sistema de información son extremadamente amplios y se usan para el almacenamiento máximo de grandes y diferentes tipos de datos los cuales permiten generar informes, consultar datos, modificar información, crear registros, gestionar y administrar la información, producir cálculos y estadísticas para balances, intervenir en las comunicaciones, entre otros.

En muchas ocasiones se desarrollan sistemas de información que no cumplen con ningún estándar de calidad que garantice la eficiencia, exactitud y precisión, para las necesidades específicas de la organización.

El Sistema de Información para la medición y la gestión metrológica en las organizaciones de bienes o servicios, deberá dar respuesta a los requisitos metrológicos contenidos en normas: NTC ISO-9001, NTC ISO-10012, NTC-ISO/IEC 17025, buscando mediante el desarrollo de esta herramienta, facilitar a las organizaciones la gestión en los parámetros metrológicos involucrados en las organizaciones de interés.

Las industrias del sector productivo, con el ánimo de posicionarse en el medio y mejorar su competitividad buscan certificarse, con el fin de ser reconocidos a nivel nacional e internacional. Dicha certificación se establece cumpliendo los requisitos de las Normas de Gestión (NTC-ISO 9001:2008, NTC-ISO 14001:2004, NTC- OHSAS 18001:2007, entre otras).

Dentro de los requerimientos de estas normas de Gestión, existen algunos numerales que hacen referencia a los equipos e instrumentos involucrados en un proceso productivo y de calidad del producto fabricado, los cuales deben ser calibrados e involucrados en un Sistema de Aseguramiento Metrológico.

3.1. Características del Sistema de Gestión Metrológico

La implementación del SGM involucra dos funciones fundamentales, una administrativa y la otra técnica. La parte administrativa es la encargada de implementar, mantener y diseñar un Sistema de Gestión Metrológico y dar un orden lógico al proceso de medición, por otra parte el área técnica es la encargada de realizar las diferentes calibraciones que requieren las empresas.

Las calibraciones son pertinentes al momento de determinar si un instrumento de medición es el adecuado para realizar el control en los procesos productivos de una organización. Las empresas que implementen SGM deben garantizar que todos los instrumentos y equipos que estén involucrados en la calidad de los productos sean calibrados, lo cual soporta un apoyo administrativo y técnico.

Dentro de las organizaciones la parte administrativa se encarga de determinar los equipos que deben ser calibrados, apoyándose en la parte técnica (calibraciones Internas dentro de la compañía), pero en ocasiones las calibraciones no se pueden ejecutar dentro de la compañía, por lo tanto, se deben realizar con un laboratorio acreditado o reconocido para prestar dichos servicios. Por lo tanto se hace necesario identificar y describir la forma cómo se desarrolla la metrología en el sector empresarial tanto en la parte técnica como en la administrativa, y de forma paralela identificar el comportamiento de los laboratorios que prestan servicios de calibración al sector productivo.

3.2. Actividades administrativas y técnicas del sector industrial y laboratorios que prestan el servicio de calibración

Hay empresas que realizan sus calibraciones internamente, es decir, tienen implementado un SGM, además cuentan con un laboratorio de metrología y personal capacitado para realizar sus propias calibraciones.

3.2.1. Componente administrativo

Se encarga de diversas actividades dentro de la organización, ejecutando procesos tales como:

- Adquisición de equipos: se debe manejar un listado de proveedores de confianza el cual permita tener una calificación de ellos dependiendo de diversos factores tales como responsabilidad, tiempos de entrega y respaldo.
- Hoja de vida: levantamiento de hojas de vida o ficha técnica con la información detallada de cada equipo.
- Diseño y manejo del cronograma de calibración, donde se determinan las frecuencias de calibración.
- Control e identificación de los diferentes equipos utilizados en la empresa.
- Control sobre los patrones de calibración para determinar las frecuencias de calibración.
- Plan de capacitación del personal que realiza las calibraciones.
- Coordinar el mantenimiento de las condiciones ambientales del laboratorio.

3.2.2. Componente técnico

Las actividades correspondientes a esta área son:

- Calibración de instrumentos: realiza el proceso de calibración de cada instrumento dependiendo de la variable involucrada.

- Formato de recepción: su levantamiento con todas las características necesarias.
- Formato de entrega: tener en cuenta todas las características necesarias.
- Formato de calibración: levantamiento del acta de calibración con el procedimiento adecuado.
- Resultados de calibración: análisis de dichos resultados.
- Cálculos de incertidumbres: interpretación de resultados obtenidos en las pruebas anteriormente desarrolladas.
- Elaboración del certificado donde ilustre todo el protocolo de calibración.

3.3. Laboratorios de metrología que prestan servicios

Otra parte de las organizaciones poseen un SGM, pero no cuentan con laboratorios al interior de la empresa que permitan realizar sus calibraciones, es decir, deben acudir a terceros para realizar las evaluaciones de sus equipos (Laboratorios de Metrología que prestan servicios de calibración).

Los laboratorios que prestan este servicio son los encargados de esta actividad y también manejan los dos procesos de la siguiente manera:

3.3.1. Componente administrativo

Se encarga de diversas actividades dentro de la organización, ejecutando procesos tales como:

- Diseño de portafolio (mercadeo)
- Cotizaciones.
- Recepción de instrumentos.
- Codificación de instrumentos por variable.
- Remisión y entrega de instrumentos.
- Facturación.

- Adquisición de equipos (clasificación de proveedores).
- Ficha técnica con especificaciones adecuadas (códigos, cronograma).
- Plan de capacitación de personal.
- Plan de auditorías internas y externas.
- Plan de calibración de patrones.
- Diseño de cronograma de pasantías.

3.3.2. Componente técnico

Las actividades correspondientes a esta área son:

- Calibración Instrumentos: realiza el proceso de calibración de cada instrumento dependiendo de la variable involucrada.
- Formato de recepción.
- Formato de entrega de equipos.
- Formato de calibración.
- Resultados de calibración.
- Cálculos de incertidumbre.
- Certificados.
- Dictar las pasantías en las diferentes variables.

4. Conclusiones

La competencia en los mercados mundiales y su creciente proceso de globalización de las economías han permitido a muchos países implementar regulaciones, reglamentaciones y especificaciones técnicas; como modelos de aplicación de sistemas de calidad, buscando asegurar garantías de calidad en cuanto al consumo, efectividad, inocuidad y respaldo de los productos y además los controles necesarios en la comercialización de estos.

Las implicaciones para la industria y empresas en el país del ingreso de productos y productores con mayor productividad y competitividad, hace que sea necesario replantear estrategias empresariales que les permitan a los empresarios del país, estar preparados y contar con los recursos necesarios (infraestructura, personal y procesos) para incrementar sus niveles de productividad y competitividad.

En el proceso productivo actual se realizan mediciones de forma directa, manipulando los instrumentos de medición como ocurre en metrología dimensional, e indirectas como la toma de lecturas, ejemplo: variable presión.

La gestión metrológica industrial permite, mediante los procesos de calibración, verificación y seguimiento garantizar instrumentación adecuada y confiable para realizar el proceso de medición.

Dentro de esta investigación se busca diseñar y desarrollar una herramienta sistémica que permita agilizar y controlar los procesos de aseguramiento metrológico, y el sistema de gestión de las mediciones, mediante un sistema de información para dispositivos móviles que permitirá generar respuestas de forma automática a resultados inmediatos y de forma precisa y exacta con el fin de optimizar los recursos para obtener mayores niveles de eficiencia en la calidad, productividad y rentabilidad de la organización.

5. Referencias

- [1] J. A. Morales, *Fundamentación de la Línea de Investigación en gestión metrológica Industrial*, Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM). 2010.
- [2] B. Bunday *et al.*, "Value-Added Metrology", *IEEE Transactions on semiconductor manufacturing*, vol. 20, núm. 3: 266-277. Agosto de 2007.
- [3] A. Abran, "Metrology and quality criteria in Software measurement. Soft-

- ware Metrics and Software Metrology”, *IEEE Computer Society*, vol. 20, núm. 3: 47-66. 2010.
- [4] G. P. Nicholas, Jr. and R. L. Donald , “Pulse Metrology in a series of tutorials on instrumentation and measurement, Official contribution of the National Institute of Standards and Technology”, *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, Vol. 15, núm. 2: 43-47. Junio de 2011.
- [5] T. D. Stanley and J. Maia, “Realizing 300mm Fab Productivity Improvements through Integrated Metrology”. *IEEE Computer Society*, vol. 2: 1369-1376. Diciembre de 2010.
- [6] R. S. Pressman, “Ingeniería del Software”. Online [September. 2009].
- [7] W. A. Conklin, “Software Assurance: The Need for Definitions”. University of Houston. Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences – 2011. IEEE.
- [8] Ho. Hui-Yi, Syu. Ling-Yin. “Uses and Gratifications of Mobile Application Users. Dept. of Graphic Communications & Digital Publishing”. International Conference on Electronics and Information Engineering (ICEIE 2010). V1-315, vol. 1. 2010.
- [9] P. Carbone, L. Buglione, L. Mari and D. Petri, “A Comparison Between Foundations of Metrology and Software Measurement”, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 57, núm. 2: 235-241. Febrero de 2008.
- [10] Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), Diagnóstico de la Metrología en Colombia. Bogotá D.C. 2002.