DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL METROLÓGICO DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

GERMÁN BENÍTEZ MARTÍNEZ

JUAN CARLOS JIMÉNEZ NAVARRETE

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2020

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL METROLÓGICO DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

GERMÁN BENÍTEZ MARTÍNEZ

JUAN CARLOS JIMÉNEZ NAVARRETE

Trabajo de grado presentado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Director:
ING. JOHN ALEJANDRO FORERO CASALLAS M.SC.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, agosto de 2020

DEDICATORIA

Partiendo del hecho que este documento es el producto final del proceso de formación como estudiantes en el programa de ingeniería mecánica, queremos dedicárselo a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, al Proyecto Curricular en Mecánica y a todas las personas que fueron participes con su apoyo y colaboración en nuestro proceso de formación en esta gran institución educativa.

AGRADECIMIENTOS

Gracias infinitas a nuestras familias por creer en nosotros y apoyaros incondicionalmente, a nuestro tutor por su buena disposición y su gran colaboración durante el desarrollo de este trabajo, a los coordinadores de laboratorio de la facultad tecnología y a los laboratoristas por su amabilidad, paciencia y comprensión durante las visitas a los laboratorios de la facultad.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN....13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14
3. OBJETIVOS 16
3.1 OBJETIVOS GENERAL 16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
4. JUSTIFICACIÓN 17
5. ANTECEDENTES 18
6. MARCO TEÓRICO....21
6.1 METROLOGÍA....21
6.2 METROLOGÍA CIENTÍFICA....21
6.3 METROLOGÍA INDUSTRIAL 21
6.4 METROLOGÍA LEGAL 22
6.5 SISTEMA METROLÓGICO INTERNACIONAL 22
6.6 MEDICIÓN....22
6.7 ISO/IEC 17025. 24
6.8 ACTIVO. 24
6.9 GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS. 25
6.10 ISO 55000. 27
6.11 GESTIÓN DOCUMENTAL. 28
6.12 ISO 15489. 31
6.13 INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA – INM, SUBSITEMA NACIONAL DE CALIDAD – SICAL Y RED COLOMBIANA DE METROLOGÍA – RCM. 32
7. RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICIÓN E INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA....42
7.1 REUNIÓN CON LOS ASISTENTES Y COORDINANODES DE LABORATORIOS, TALLERES Y AULAS INTERACTIVAS DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA....42
7.2 VISITA A LOS LABORATORIOS, TALLERES Y AULAS INTERACTIVAS DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA....43
7.3 CONSULTA DE INFORMACIÓN ACERCA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA. 54
8. BÚSQUEDA, ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE MANUALES DE FABRICANTE DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN QUE HARÁN PARTE DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA 55
8.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN ENCONTRADOS. 56

8.2 BÚSQUEDA DE MANUALES DE FABRICANTE DE EQUIPOS DE MEDICIÓN. 58
8.3 ORGANIZACIÓN y ACCESO DE LA INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN. 59
9. ANÁLISIS Y RECOMENDACIÓN DEL ALCANCE METROLÓGICO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA. 60
10. ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO GUÍA PARA LA CREACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA 66
11. CONCLUSIONES 66
12. PROYECCIÓNES 67
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68
14. ANEXOS 69

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Capacidad de medición y calibración reconocidas por el BIPM 19
Tabla 2 Número de laboratorios acreditados 20
Tabla 3 Laboratorios de la Facultad Tecnológica. 44
Tabla 4 Evaluación inicial de los equipos de medición de la Facultad Tecnológica. 46
Tabla 5 Fabricantes de equipos de medición de la Facultad Tecnológica. 50
Tabla 6 Evaluación realizada a termómetros de radiación óptica. 57
Tabla 7 Evaluación realizada a balanzas. 58
Tabla 8 Alcance metrológico. 61

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Clasificación de instrumentos de medición. 23
Figura 2 Esquema general de la calidad.....41
Figura 3 Nueva edificación en la facultad tecnológica. 55
Figura 4 Código QR Base de datos. 60
Figura 5 Fotómetro Patrón de Referencia para Ozono (SRP). 65

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1 Cartas de solicitud para ingreso a laboratorios. 69
Anexo 2 Documento “Guía para la implementación del laboratorio de metrología institucional de la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas” (ver disco adjunto). 75
Anexo 3 Base de datos de equipos. (ver en disco adjunto). 75

GLOSARIO

BIPM: Bureau International des Poids et Mesures.

CEM: Centro Español de Metrología.

CIPM: International Committee for Weights and Measures.

CMC: Capacidad de Medición y Calibración.

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

IAAC: Cooperación Inter-Americana de Acreditación.

IAF: International Accreditation Forum.

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

ID: Institutos Designados.

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IEC: International Electrotechnical Commission.

ILAC: International Laboratory Accreditation Cooperation.

INM: Instituto Nacional de Metrología (Colombia).

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos.

ISO: International Organization for Standardization.

MLA: Comité de Acuerdo Multilateral.

MRA: Acuerdo de Reconocimiento Mutuo.

OIML: Organización Internacional de Metrología Legal.

ONAC: Organismo Nacional de Acreditación de Colombia.

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje.

SIC: Superintendencia de Industria y Comercio.

SICAL: Subsistema Nacional de la Calidad.

SIM: Sistema Interamericano de Metrología.

RCM: Red Colombiana de Metrología.

UNE: Una Norma Española.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas cuenta con una serie de laboratorios de medición y ensayos, que están distribuidos en los diferentes proyectos curriculares de la Facultad. Debido a esta dispersión de los laboratorios, la comunidad académica de la facultad no conoce en su totalidad cuales son las capacidades de medición que se posee en cada proyecto curricular.

Conocer la capacidad de medición es fundamental para el desarrollo del plan de implementación del nuevo laboratorio de metrología en la Facultad Tecnológica, por lo cual, se hace necesario realizar un proceso de reconocimiento físico y documental de todos los equipos disponibles en estos laboratorios. Durante el desarrollo de este documento se podrá visualizar todo proceso por el cual se llegó a la determinación del potencial metrológico actual en la facultad tecnológica.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las mediciones en el desarrollo de la vida del ser humano como individuo razonable juegan un importante papel; el ser humano desarrolla diariamente tecnologías que implican una mejora en la calidad de vida. Para ello, emplea avanzadas investigaciones y estudios científicos que requieren de medición ya sea para determinar dimensiones, potenciales, cantidades de materia etc, esto dependiendo de la actividad a la que este enfocada la investigación y posterior proyecto tecnológico.

La Metrología es definida normalmente como la ciencia de las mediciones y es probablemente la más antigua del mundo; el conocimiento sobre su aplicación es una necesidad fundamental en la práctica de todas las profesiones ya que la medición permite conocer de forma cuantitativa, las propiedades de los objetos dispuestos a estudio por las diferentes ramas del conocimiento. De hecho, la metrología más ampliamente desempeña un papel central en el descubrimiento científico y la innovación, la fabricación industrial y el comercio internacional, en la mejora de la calidad de vida y en la protección del medio ambiente global.

Históricamente la metrología ha pasado por diferentes etapas; inicialmente su máxima preocupación y el objeto de su estudio fue el análisis de los sistemas de medidas antiguos. Sin embargo, desde mediados del siglo XVI el interés por la medición y el surgimiento de tecnologías nuevas a raíz de la revolución industrial llevó a la humanidad a la creación en 1875 del BIPM (Buro Internacional de Pesas y Medidas) consolidando así una organización que su único propósito es asegurar en todo el mundo la uniformidad de las mediciones y su trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades.

En Colombia, la superintendencia de industria y comercio manejaba de cierto tipo la metrología científica e industrial; pero en el año de 2011 el gobierno de la república ve necesidad de contar con un organismo técnico con autonomía que se encargue de la metrología científica e industrial. Por esta razón, el presidente de la república escinde unas funciones otorgadas a la superintendencia de industria y comercio y crea dentro de sus entidades públicas el instituto nacional de metrología de Colombia (INM), el cual es el encargado dentro de sus muchas tareas de verificar y hacer seguimiento a los laboratorios de referencia metrológica designados y coordinar con tales laboratorios sus actividades para el desarrollo de tareas específicas en materia metrológica y analizar matemática y estadísticamente las capacidades de medición y calibración de los laboratorios y reportar sus resultados a la Buro Internacional de Pesas y Medidas (BIPM).

A nivel de formación metrológica, Colombia hace grandes avances a nivel académico ya que, hasta hace unos 10 años, la metrología era una ciencia que hasta ahora incursionaba en el ámbito económico del país. En la actualidad, la industria colombiana avanza rápidamente en sus procesos, los cuales obligan a un desarrollo más profundo y calificado. Esto conlleva a incursionar en los sistemas de gestión que traen consigo una serie de requisitos dentro de los cuales están la trazabilidad de los equipos de medición utilizados por el proceso a realizar. De esta manera, se hace prioritario el avance e impulso de la metrología científica, industrial y legal en el país.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas en vista de la necesidad del país que afronta frente a la metrología, decide incluir en algunas de sus proyectos curriculares materias como el aseguramiento metrológico; la cual, entrega pautas para el aprendizaje y avance de esta ciencia, despertando así, el interés y curiosidad de los estudiantes en una “nueva” rama de la ingeniería. Por esta razón, se evidencia la falta de un laboratorio de metrología en donde los estudiantes puedan conocer un poco más acerca del tema y poner en práctica algunos de los conocimientos entregados en sus asignaturas.

Lo dicho anteriormente entrega a sus estudiantes herramientas para la creación de una guía técnica de procedimientos y principios metrológicos aplicables en un laboratorio que será formado con los recursos que posee inicialmente la universidad y se espera pueda crecer de manera muy rápida con el paso del tiempo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GENERAL

Diagnosticar el potencial metrológico actual en términos de equipos de medición e infraestructura de la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el reconocimiento de los equipos de medición y de infraestructura con los que cuenta la Facultad Tecnológica.
- Buscar, organizar y presentar los manuales de fabricante de los equipos de medición que harán parte del laboratorio de metrología de la facultad tecnológica.
- Analizar el alcance metrológico de los equipos de medición de acuerdo con lo especificado en los manuales de fabricante y su estado físico.
- Recomendar el alcance inicial del futuro laboratorio de metrología de la Facultad Tecnológica.
- Generar un documento guía que permita recopilar la información pertinente para la creación de un laboratorio de metrología a nivel institucional en la Facultad Tecnológica.

4. JUSTIFICACIÓN

De antemano, es indispensable recordar y tener presente la siguiente definición:

Medición; Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud. Una medición supone una descripción de la magnitud compatible con el uso previsto de un resultado de medida, un procedimiento de medida y un sistema de medida calibrado conforme a un procedimiento de medida especificado, incluyendo las condiciones de medida. (CEM, 2012, p. 27).

Partiendo de este precedente, se hace importante e imprescindible promover la importancia de las mediciones en los procesos productivos y de servicios presentes en todas las etapas de la ingeniería. La tecnología creciente enfocada en la mejora continua requiere ser exacta para tener competitividad internacionalmente. Esto involucra que las distintas transferencias de materias primas, insumos, productos fabricados sean reguladas y al mismo tiempo lo más fiables posibles; este campo es el que ocupa la metrología en la vida cotidiana del ser humano. La metrología abarca y estudia todo lo que sea posible de cuantificar y clasificar, términos y procesos que, sin ellos la economía mundial no funcionaría ni se regularía de forma correcta.

5. ANTECEDENTES

A continuación, se mencionarán algunos de los hechos más importantes que han contribuido al crecimiento de la metrología a nivel nacional.

El documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES 3446 de 2006 señaló la necesidad de crear un instituto nacional de metrología con el fin de fortalecer las capacidades nacionales de talento humano en esta ciencia, así como suscribir y ratificar convenciones con los organismos internacionales. Como consecuencia, en el año 2011 se reestructura nuevamente la SIC mediante el Decreto 4886 expedido por el ministerio de comercio, industria y turismo de Colombia, que crea la Delegatura para el Control y Verificación de Reglamentos Técnicos y Metrología Legal. En este mismo año se establece, a partir del Decreto 4175 expedido por el ministerio de comercio, industria y turismo de Colombia, el INM el pilar más recientemente constituido del SICAL, como una institución estatal con partida propia en el presupuesto nacional. (INM, 2018, p.25).

Con la adhesión a la Convención del Metro, y la firma del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM - MRA) en el 2013, el INM ha logrado avanzar en la consolidación de su competencia técnica y en la prestación de servicios metrológicos en los campos de metrología industrial y científica. Es de destacar que, para junio de 2018, el INM cuenta con 57 CMC reconocidas internacionalmente en diferentes magnitudes (densidad, temperatura, humedad, tiempo, frecuencia, longitud, fuerza, pH y conductividad electrolítica). Con el fin de mantener una oferta de servicios metrológicos de alto nivel, el INM participa constantemente en comparaciones claves y suplementarias, y en comités regionales e internacionales de metrología. (INM, 2018, p.25).

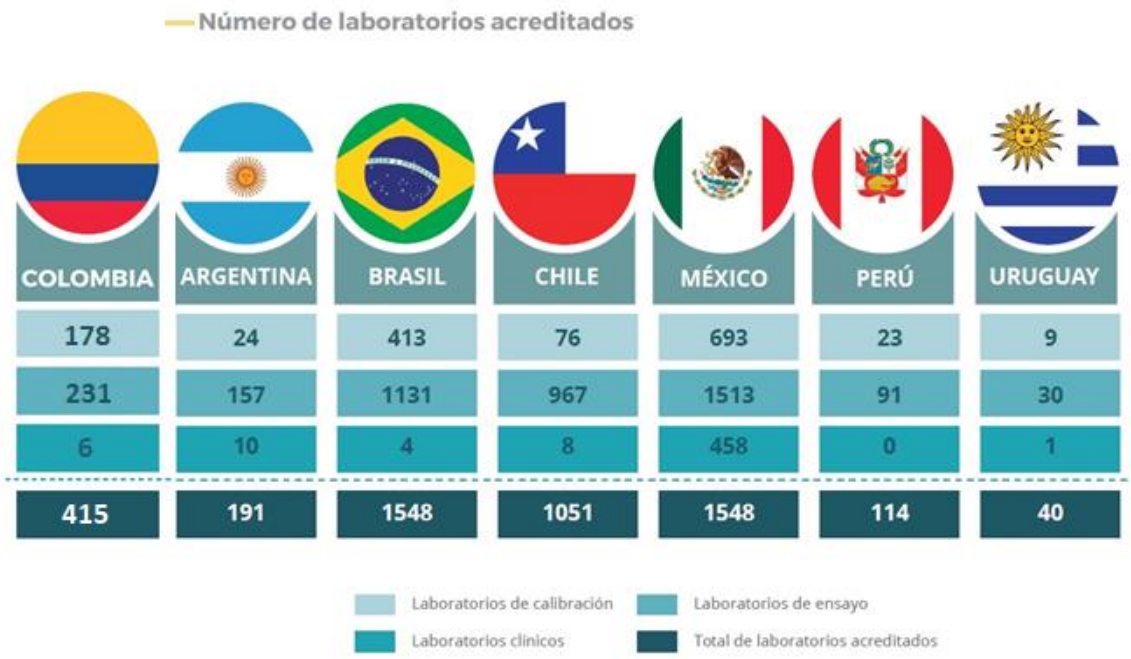
Los Institutos Nacionales de Metrología y los ID son los responsables de obtener el reconocimiento internacional de las CMC de un país. La importancia de las CMC radica en que éstas permiten crear confianza en las mediciones que realizan y se intercambian con otras economías y son un indicador de la competencia metrológica de cada país *(tabla 1)*. El alcance de las CMC reconocidas por el BIPM para un instituto de metrología refleja el nivel en que se encuentra la infraestructura metrológica con respecto a las mejores prácticas internacionales. La diversificación de sus CMC, relacionada con el número de áreas de metrología cubiertas, responderá al desarrollo productivo de la economía de cada país. (INM, 2018, p.32).

Tabla 1 Capacidad de medición y calibración reconocidas por el BIPM

Fuente: Estrategia nacional de metrología.

Los laboratorios acreditados se requieren para consolidar los servicios metrológicos, siendo los más relevantes los laboratorios de calibración al ser diseminadores de la trazabilidad para la industria. La acreditación de un laboratorio es el reconocimiento formal de su competencia y capacidad técnica para llevar a cabo análisis específicos. Un laboratorio acreditado es aquel que ha sido evaluado y cumple con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración) para el caso de laboratorios de calibración y ensayo, y la norma ISO 15189 (Medical laboratories — Requirements for quality and competence) para los laboratorios clínicos. Estas normas contienen tanto requisitos de gestión como requisitos técnicos que inciden en la mejora de la calidad del trabajo realizado en los laboratorios. Brasil, México y Chile, presentan el mayor número de laboratorios acreditados *(tabla 2)*. Por su parte, Colombia presenta un desarrollo intermedio, lo que supone un aspecto notable, dada la reciente creación del ONAC. (INM, 2018, p.34).

Tabla 2 Número de laboratorios acreditados



Fuente: Estrategia nacional de metrología.

6. MARCO TEÓRICO

Entendiendo la finalidad planteada de este proyecto, se hace necesario ahondar en algunos conocimientos que ayudaran al desarrollo coherente y organizado de los objetivos por los cuales se decide gestionar este documento. De igual forma, por tratarse de una entidad regida por normatividad y documentación planteada bajo requisitos nacionales e internacionales, se busca dar un desarrollo basado en documentación internacional la cual incorpore diferentes conocimientos los que puedan ser unificados para dar una concepción global del objetivo final del documento.

En este segmento, se presentan aspectos teóricos que, a percepción del autor son relevantes para el desarrollo coherente de las actividades descritas en este documento.

6.1 METROLOGÍA

La percepción inicial de metrología deriva de su etimología: del griego metros medida y logos tratado. Concepto que debe ser casi tan antiguo como el ser humano: “tengo nada”, “tengo algo”, “tengo mucho”; expresiones que reflejan una comparación muy primitiva pero que perdura en la raza humana bajo muchos aspectos, al punto que actualmente podemos decir que metrología es la ciencia de las mediciones y que medir es comparar con algo (unidad) que se toma como base de comparación. (Marbán, 2002, p.1).

6.2 METROLOGÍA CIENTÍFICA

Es el conjunto de acciones que persiguen el desarrollo de patrones primarios de medición para las unidades de base y derivadas del Sistema Internacional de Unidades, SI. (Marbán, 2002). Se ocupa de los problemas teóricos y prácticos relacionados con las unidades de medida, como la estructura de un sistema de unidades o la conversión de las unidades de medida en fórmulas.

6.3 METROLOGÍA INDUSTRIAL

La función de la metrología industrial reside en la calibración, control y mantenimiento adecuados de todos los equipos de medición empleados en producción, inspección y pruebas. Esto con la finalidad de que pueda

garantizarse que los productos están de conformidad con normas. El equipo se controla con frecuencias establecidas y de forma que se conozca la incertidumbre de las mediciones. La calibración debe hacerse contra equipos certificados, con relación válida conocida a patrones, por ejemplo, los patrones nacionales de referencia. (Marbán, 2002, p.20).

6.4 METROLOGÍA LEGAL

Según la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) es la totalidad de los procedimientos legislativos, administrativos y técnicos establecidos por, o por referencia a, autoridades públicas y puestas en vigor por su cuenta con la finalidad de especificar y asegurar, de forma regulatoria o contractual, la calidad y credibilidad apropiadas de las mediciones relacionadas con los controles oficiales, el comercio, la salud, la seguridad y el ambiente. (Marbán, 2002, p.21).

6.5 SISTEMA METROLÓGICO INTERNACIONAL

El sistema metrológico internacional está compuesto primordialmente por la convención del metro (convention du mètre), el comité internacional de pesos y medidas (comité international des poids et mesures, CIPM), la oficina internacional de pesos y medidas (bureau international des poids et mesures, BIPM) y el conjunto de institutos nacionales de metrología (national metrology institutes, NMI) del mundo, que se agrupan en organizaciones regionales de metrología. Los NMI de américa se organizan bajo el sistema interamericano de metrología (SIM), compuesto por las Subregiones: NORAMET, CARIMET, CAMET, ANDIMET y SURAMET. Éste último conformado por los países de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. (RNM, 2019).

6.6 MEDICIÓN.

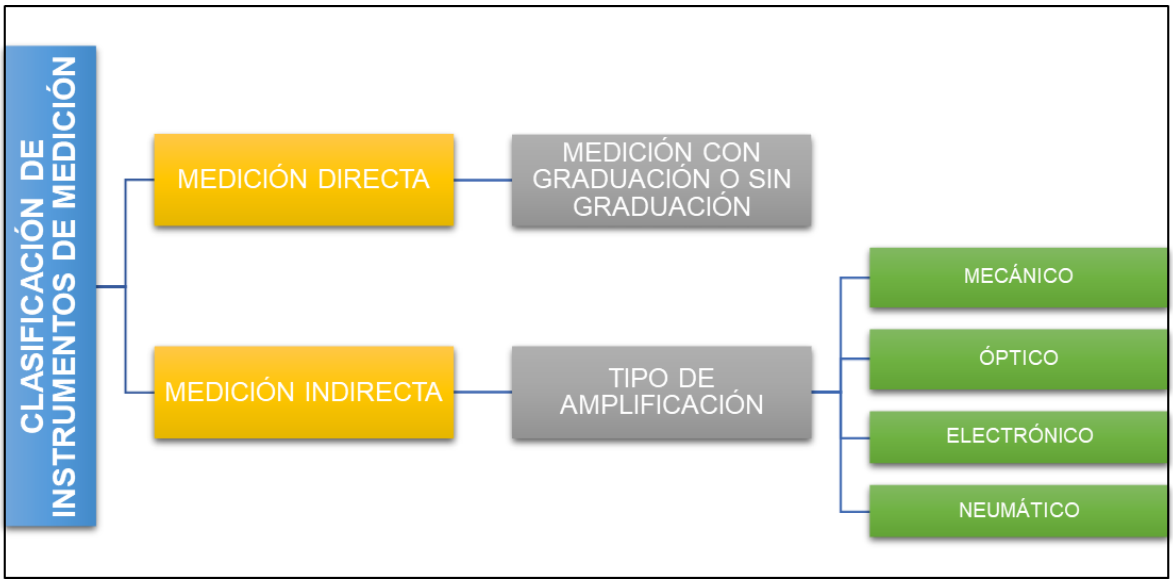
En lo expresado por el vocabulario internacional de metrología (VIM), la medición se define como “el proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud”. A raíz de esta definición, nace la necesidad de encontrar formas rápidas y confiables de obtener los valores experimentales atribuidos a las magnitudes tanto físicas como químicas; por esta razón, se crean los instrumentos de medición o medida los cuales son utilizados para la comparación de magnitudes por medio de la relación directa

o indirecta de las indicaciones dadas por un equipo de referencia de medida y un equipo de estudio de forma exacta y precisa solo o asociado a uno o varios dispositivos suplementarios.

Existe gran variedad de instrumentos de medida específicos para cada magnitud conocida, esto hace que estos aparatos puedan ser clasificados en diferentes sistemas de medida. A continuación, se presenta la clasificación de instrumentos de acuerdo con su forma de medición:

- Medición directa.
- Medición indirecta.

Figura 1 Clasificación de instrumentos de medición.



Fuente: http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/TecFab/02.pdf

MEDICIÓN DIRECTA: Son instrumentos que permiten por lectura directa la determinación de una medida. Se utilizan desde los procedimientos más simples hasta instrumentos y máquinas de concepción compleja. Algunos ejemplos aplicados a este tipo de instrumentos podemos encontrar instrumentos de medición de longitud o temperatura como lo son la cinta métrica, calibrador vernier (pie de rey), goniómetros, reglas graduadas, termómetros analógicos, termómetros de líquido en vidrio entre otros.

MEDICIÓN INDIRECTA: Medir por comparación indirecta es poder determinar mediciones de las diferentes magnitudes (principales o derivadas) por medio de la unión de una o más de estas magnitudes o por el conocimiento de los diferentes fenómenos físicos o químicos presentes. De esta forma se habla de

procedimientos de amplificación los cuales se emplean es para ampliar la magnitud del objeto, o bien para tomar medidas aproximadas en el espacio. Los procedimientos de amplificación utilizados son muy distintos pudiendo ser: mecánicos, ópticos, electrónicos, neumáticos, eléctricos, entre otros.

6.7 ISO/IEC 17025.

Es la normativa internacional desarrollada por ISO (International Organization for Standardization) en la que se establecen los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración a nivel internacional. Se trata de una norma de gestión de la calidad, la cual tiene su base en el compendio de normas ISO 9000 (Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario).

Aunque esta norma tiene muchos aspectos en común con la norma ISO 9001 (Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos) debido a la actualización reciente sufrida por estas dos normas (ISO 9001 en 2015 e ISO/IEC 17025 en 2017), se distingue de la anterior en que como fundamento principal establece el objetivo de la acreditación de la competencia de las entidades de ensayo y calibración.

Los entes acreditadores otorgan este reconocimiento a las distintas entidades con el objetivo de demostrar la competencia técnica y de que su capacidad de entregar resultados o mediciones conformes y repetibles entre sí. Así mismo, los resultados de las calibraciones o ensayos producidos por los laboratorios son utilizados como insumo para las diferentes tareas del sector productivo, entre las cuales se incluyen: diseño, investigación y desarrollo de productos, control de calidad en toda la cadena productiva, controles durante la producción, controles previos a los despachos, entre otros como forma de evaluar cumplimiento de especificaciones requeridas por las diferentes organizaciones o regulaciones gubernamentales.

6.8 ACTIVO.

Según lo establecido en la norma ISO 55000 (Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología), un activo se define como “algo que posee valor potencial o real para una organización”. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero. Para el contexto de este documento se tratarán temas referentes a activos físicos tangibles. (Becerra, Porras y Buitrago, 2017).

6.9 GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS.

El activo físico de una organización es generalmente uno de los componentes de inversión con mayor importancia, debido a la magnitud de su costo y a su capacidad operativa de generar utilidades. Es por esto por lo que las organizaciones deben lograr altos niveles de eficiencia en la gestión de activos físicos por medio de una adecuada administración y conservación de estos.

Debido a esto, las organizaciones se enfrentan a la solución de una serie de preguntas para tener en cuenta en la gestión de activos físicos:

- ¿Cuáles son los activos críticos para la actividad económica que deberían gestionarse?
- ¿Cuál es el objetivo final del seguimiento de activos?
- ¿Qué información se debe recolectar y con qué nivel de detalle?
- ¿Cuál es el mejor método para recolectar esa información?
- ¿Con qué frecuencia se debe actualizar la información?

Todos estos interrogantes surgen en la mayoría de las organizaciones sin importar su actividad económica y son vitales cuando sus activos constituyen parte importante de su actividad empresarial.

En resumen y para sintetizar la definición de gestión de activos, se describe ésta como el conjunto de actividades o prácticas coordinadas y sistemáticas a través de la cuales se organizan de manera óptima y sustentable los activos físicos y sistemas de activos físicos durante su ciclo de vida útil con el propósito de alcanzar lo establecido en el plan estratégico organizacional.

CICLO DE VIDA DE UN ACTIVO FÍSICO. Para obtener el nivel deseado de confiabilidad de un sistema, una serie de actividades de gestión de los activos físicos deben desarrollarse dentro en un sistema. Este concepto puede dividirse en fases según la implementación a desarrollar teniendo en cuenta lo establecido en la norma ISO 55001 (Gestión de activos — Sistemas de gestión — Requisitos):

- Fase de concepto o definición.
- Fase de compra o adquisición.

- Fase de Operación y mantenimiento.
- Fase de disposición o desincorporación.

FASE DE CONCEPTO O DEFINICIÓN. Es la primera fase del sistema de ciclo de vida, en la cual se definen los requerimientos del activo requerido. En esta fase existen varias tareas que se deben desarrollar, algunas de éstas son:

- Definir todos los aspectos relacionados con las regulaciones medio ambientales durante todo el ciclo de vida del activo.
- Definir los requerimientos de software, hardware y documentación estándar para que el activo pueda ser mantenido y cumpla con los parámetros de confiabilidad adecuadamente.
- Definir claramente las restricciones del activo para prevenir daños futuros.
- Definir los datos que se requieren recolectar y los análisis necesarios para que el activo funcione correctamente durante todo su tiempo de vida.
- Definir los controles de gestión requeridos para la documentación.
- Definir las herramientas, personal calificado, facilidades para el diseño y ensamblaje del activo de acuerdo con las especificaciones.
- Definir todos los sistemas de seguridad relacionados con el nuevo activo.
- Definir la filosofía básica para el mantenimiento del activo.

FASE DE COMPRA O ADQUISICIÓN: Esta fase toma en cuenta todo lo relacionado con las actividades de adquisición e instalación del activo, así como también toda la planificación para un eventual soporte en caso de ser necesario. Las tareas relacionadas se presentan a continuación:

- Definir todos los requerimientos técnicos.
- Definir el diseño general y los métodos de instalación a ser empleados.
- Definir los requerimientos de muestras o patrones, en caso de ser necesario.
- Asegurar que los requerimientos de confiabilidad y mantenimiento hayan sido considerados y sean satisfactorios.
- Definir que toda la documentación requerida esté presente.
- Definir la logística futura que se requiere, tanto para el periodo inicial, así como también para el periodo de servicio.

FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: Esta fase se relaciona con todas las tareas que están asociadas con las labores de ingeniería y soporte del sistema durante toda su vida operacional. Las principales actividades relacionadas con esta fase se presentan a continuación:

- Recolectar, monitorear y analizar todos los datos relacionados con la confiabilidad y mantenimiento del activo.
- Proveer de herramientas adecuadas para tareas de mantenimiento y pruebas.
- Mantener actualizada la documentación relacionada con cambios de ingeniería.
- Proveer mano de obra especializada para tareas de mantenibilidad.

FASE DE DISPOSICIÓN O DESINCORPORACIÓN: En esta fase se encuentran las tareas destinadas para retirar el activo y todos sus componentes o accesorios que ya no son necesarios. Dos de las principales tareas de la gestión relacionadas con confiabilidad en esta fase son calcular el costo del ciclo de vida final del sistema y registrar los valores de confiabilidad y mantenibilidad. El cálculo de los costos del ciclo de vida debe tomar en consideración los costos de las actividades de desincorporación, así como también los impuestos. Los valores de confiabilidad y mantenibilidad sirven como información útil para el comprador del activo usado, así como también como parámetros referenciales para sistemas similares. (Novillo, 2013).

6.10 ISO 55000.

El organismo internacional de normalización (ISO) en el año 2014 publica su estándar ISO 55001 el cual especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión para la gestión de activos, llamado "sistema de gestión de activos” bajo los criterios expuestos en el comité de proyecto ISO/PC 251 “Gestión de activos”; el cual, es el grupo de trabajo encargado de la preparación de la norma bajo los procedimientos utilizados por ISO para el desarrollo y mantenimiento de sus documentos publicados.

Este estándar es actualmente utilizado como el eje de la gestión de activos que está siendo implementado por la industria. Ha demostrado ser una metodología excelente para mejorar el desempeño de los activos y generar un impacto financiero dramático en las organizaciones que lo han implementado. (ISO, 2020).

6.11 GESTIÓN DOCUMENTAL.

La gestión documental se entiende como el conjunto de tareas y procedimientos orientados a lograr el cumplimiento de los objetivos trazados por cualquier organización por medio de la correcta coordinación y control de los aspectos relacionados con la creación, recepción, organización, almacenamiento, preservación, acceso y difusión de documentos e información. Se ha convertido en una prioridad por la necesidad de administrar, organizar y controlar la información producida; además este tipo de gestión tiene la finalidad de optimizar la producción de documentos innecesarios lo cual se traduciría en información única, auténtica y confiable, que sea capaz de responder a las necesidades y expectativas planteadas por las personas y organizaciones que serán beneficiadas por la información.

De acuerdo con la Ley 594 de 2000, la gestión documental es un conjunto de actividades administrativas y técnicas tendientes a la planificación, manejo y organización de la documentación producida y recibida por las entidades, desde su origen hasta su destino final, con el objeto de facilitar su utilización y conservación. La Gestión Documental, se ha fundamentado como un sistema de gestión a través de la norma ISO 15489-1 (Información y documentación – Gestión de documentos) con la finalidad de explicar y ampliar la metodología para implantar un sistema de gestión de documentos en la organización, fomentando la formulación de políticas, métodos y pautas para el manejo de la información.

La función de la gestión documental es orientar el cumplimiento del ciclo vital de los documentos desde su creación o captura, hasta su disposición final. Además de eso se deben establecer el soporte de la información de la organización, al hablar de soporte no se puede reducir únicamente a papel, la gestión documental ha evolucionado a formatos electrónicos, lo que lo hace un sistema más grande y estructurado.

En la actualidad, el gran flujo de información y la practicidad requerida para la adquisición de la información requiere que las organizaciones implementen y sostengan sistemas de documentación digitalmente, reduciendo de forma significativa el uso del papel. Ahora bien, la gestión de documentos es utilizada como uno de los pilares de las organizaciones por lo que es el encargado de controlar o incrementar la eficiencia del flujo de documentos que soportan sus actividades puesto que contribuye a una serie de beneficios entre los cuales se encuentran:

- El aprovechamiento del capital intelectual de la organización, ya que el conocimiento se crea una sola vez y es reutilizado muchas veces.

- La gestión del flujo de trabajo, mediante el control del flujo de información a través de todas las fases de un proceso de trabajo.
- Se favorece un trabajo en equipo más efectivo acelerando actividades críticas para la organización.
- Al disponer de la documentación de forma inmediata, se puede mejorar el proceso de producción si existe.

Hasta este punto, se puede decir que la gestión documental es un proceso importante tanto para organizaciones públicas como privadas, ambas instituciones trabajan por el mejoramiento del sistema y que además se puede integrar con los demás procesos de la organización. También cabe resaltar que, la gestión documental y de la información debe ser orientada a las personas que la utilizarán, ya sea un proveedor, cliente o empleado; dependiendo de su procedencia, la información de una organización se puede categorizar en tipologías: ambiental, interna, corporativa. Para el caso concreto de este documento, se explicarán las tres tipologías, pero por su aplicabilidad se trabajará únicamente bajo lo descrito en la tipología ambiental.

- **Ambiental.** Son las fuentes de información que se utilizan. Es el material que forma el conjunto de documentación de la empresa, normalmente en el centro de documentación o biblioteca. Aporta información externa.
- **Interna.** Es la documentación operativa (ofertas, facturas, recibos, entre otros). Aporta información interna.
- **Corporativa.** Es la información que la empresa comunica al exterior, por ejemplo, encontramos folletos, presentación corporativa, catálogos, memorias públicas, sitios web, entre otros.

La entrada de información necesaria para una organización puede proceder de diferentes vías (internas o externas) y en diferentes formatos (papel, electrónico, otros). Las bases de un buen funcionamiento en la gestión de la documentación e información son **eficacia** (enfocada al cliente) y **eficiencia** (dirigida al servicio), si eso falla quiere decir que se está dando un mal servicio y los costes derivados son excesivos.

Es preciso realizar una revisión de la documentación en todos sus estados, formatos y complejidad para poder desarrollar una correcta gestión de la información y la documentación. Eso quiere decir, se debe inspeccionar los siguientes documentos e información:

- Documentos papel.
- Documentos papel que pasan a ser electrónicos.

- Documentos nacidos electrónicos.
- Documentos electrónicos que pasan a papel.
- Datos de una base de datos.

El enfoque de la gestión documental se basará en el modelo de incorporación de la documentación el cual debe plantearse desde su origen (papel o electrónico) independientemente de su durabilidad (tiempo de vida).

En el caso de los documentos electrónicos se debe garantizar la preservación de la información, por esta razón el formato digital PDF (Portable Document Format) fue reconocido por los estándares Internacionales ISO como el formato para la preservación a largo plazo por sus características de seguridad y disponibilidad de la información. Adicionalmente, existe un documento que respalda esta información y es la norma UNE-ISO 19005-1 (Gestión de documentos. Formato de fichero de documento electrónico para la conservación a largo plazo. Parte 1: Uso del PDF 1.4 - PDF/A-1) en donde fue elegido el formato para preservación por la seguridad que brinda y su portabilidad integral con cualquier dispositivo digital y es capaz de preservar cualquier tipo de información, desde texto hasta imágenes.

Para iniciar una adecuada gestión documental se pueden fijar unas pautas que ayudarán a organizar la documentación, su ciclo de vida y su recuperación; estas pautas pueden ser a percepción de la aplicabilidad que tendrá este documento las siguientes:

- Asegurarse de que se empieza por la información más crítica.
- Estructurar y ordenar las carpetas de la red de información.
- Concretar aspectos como los permisos de acceso, los formatos y la preservación de la información.
- Utilizar una nomenclatura común para los ficheros electrónicos.
- Guardar la documentación generada en el transcurso de la actividad de la organización y asegurar un sistema de copias de seguridad.
- Crear una clasificación funcional para facilitar su organización y posterior localización.

Adicional a la información antes citada, se requerirá de una herramienta tecnológica para empezar a gestionar y controlar la documentación.

En retrospectiva, una adecuada gestión documental debería cumplir con los siguientes ítems adecuados a este documento:

- Fácil acceso para cualquier usuario.
- Con sistema de importación de documentos.
- Pueda controlar, gestionar y distribuir información rápidamente.
- Permitir categorizar la documentación.
- Que opere con formatos de archivos comunes (txt, doc, docx, jpg, gif, png, mp4, mpeg, mp3, wma, zip, rar, pdf, ibook, entre otros).
- Que tenga buscador básico.
- Incluya índice de contenidos de cada documento.

En conclusión, el sistema de gestión documental es la base de integración de cualquier sistema organizacional, por sus características y los grandes aportes significativos que trae la incorporación de este sistema a las organizaciones, desde la parte de la gestión de los documentos físicos como electrónicos, siempre respondiendo a la autenticidad de la información cumpliendo con la normatividad exigida y sobre todo manteniendo la disponibilidad de la información, como sustento a la memoria corporativa y llevando la trazabilidad de las actividades de la organización. (García, 2018).

6.12 ISO 15489.

La gestión documental es normalizada por los estándares internacionales de la ISO y publicada en el año 2000 bajo la denominación ISO 15489 “Información y documentación”. Esta normatividad es creada con la finalidad de normalizar las políticas y los procedimientos de la gestión de documentos de archivo para asegurar la adecuada atención y protección de los mismos permitiendo que la evidencia y la información que contienen puedan ser recuperadas más eficiente y eficazmente usando prácticas y procedimientos normalizados.

En su publicación está norma es dividida en dos partes. Por un lado, la primera parte “Generalidades” de la Norma ISO 15489 se desarrolló en respuesta al consenso expresado por los países miembros de ISO de normalizar las mejores prácticas internacionales en materia de gestión de documentos de archivo. Por otro lado, la segunda parte “Directrices” especifica los lineamientos para la aplicación de la norma en las organizaciones privadas y

públicas que necesiten gestionar sus documentos de acuerdo con las normas y legislación nacional de su país.

6.13 INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA – INM, SUBSITEMA NACIONAL DE CALIDAD – SICAL Y RED COLOMBIANA DE METROLOGÍA – RCM.

La metrología (tanto la física, como la química), ciencia de la medición que involucra actividades de calibración, inspección, pruebas, análisis y elaboración de materiales de referencia, toma lugar en todos los procesos productivos de importancia (incluidos los de bienes y servicios, públicos y privados) lo que la convierte en una de las inversiones más rentables económica y socialmente.

Por esa razón, si se quiere avanzar hacia la producción de bienes de alto valor agregado, debe reconocerse que la metrología se requiere en todas las fases de un proceso productivo, actualmente es un requisito básico para el ingreso y la competencia en un mercado (No basta con medir, se debe hacer con métodos consistentes y confiables, con equipos adecuados, recurso humano capacitado, basados en estándares internacionalmente reconocidos que permitan tener trazabilidad, de tal forma que el productor pueda garantizar las cualidades y propiedades de su producto).

A través de la historia colombiana, las inversiones en materia de metrología han sido determinadas por la Superintendencia de Industria y Comercio, lo que ha permitido contar con muy buenas mediciones en el área de metrología física, que tienden a sustentar los procesos de control de la metrología legal a cargo de dicha entidad. No obstante, por restricciones de diversa índole los laboratorios de metrología de la Superintendencia no desarrollaron capacidades en materia de metrología química esenciales para la tecnificación de varios sectores con alto potencial exportador y de desarrollo para el país.

Contar con infraestructura de la medición, significa que el país esté en la capacidad de asegurar que los métodos y esquemas de seguimiento, producción y control sean confiables y tengan un alto grado de exactitud respecto de referentes internacionales (patrones internacionales) para garantizar que un producto cumpla con especificaciones establecidas y esté en la capacidad de superar las pruebas de verificación en los mercados que espera conquistar. Esto se logra por medio de instrumentos adecuados, confiables, controlados y calibrados periódicamente, que sean manipulados por personal capacitado y métodos ajustados para las necesidades de la industria y las especificaciones requeridas a nivel local e internacional de tal forma que las cantidades y las características de un producto que se pactan entre un mercado y el productor puedan cumplirse efectivamente.

De hecho, como se indicó, el sistema metrológico, es decir, el conjunto de instituciones e infraestructura destinadas a las funciones relacionadas con la medición constituye un cimiento indispensable en la construcción de una estrategia para la productividad y la competitividad, en tanto da soporte al desarrollo científico, tecnológico e industrial de un país y a los demás sistemas del Estado colombiano, como los de la salud pública y las medidas sanitarias y fitosanitarias, minas y energía, ambiente, agricultura, medicina legal, defensa y seguridad entre otras.

Para el sector empresarial, la metrología, esto es el hecho de medir, monitorear y controlar, es básica para la búsqueda permanente de la calidad a través de la mejora continua de las actividades, y es parte fundamental del proceso de innovación. El seguimiento y control derivado de las actividades de medición es un medio por el que las empresas pueden ampliar mercados y aumentar su productividad.

La especialización de institutos en materia de metrología no solo es la norma de hecho, sino que su estructura independiente es sugerida por la Guía de la Organización Internacional para la Metrología Legal – OIML mediante su guía D-1, a los cuales denomina “Autoridades Centrales de Metrología”. El documento CONPES 3446 implementa el Sistema Nacional de la Calidad que actualmente se denomina Subsistema Nacional de la Calidad (Decreto 3257 de 2008 expedido por el ministerio de comercio, industria y turismo), y se reconoce que es un instrumento determinante para facilitar el comercio, mejorar la competitividad, proteger al consumidor, la vida, la salud y el medio ambiente; así como es una herramienta para promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

En ese documento se reconocen tres elementos que han limitado el desarrollo del sistema metrológico. En primer lugar, se atribuye a la ausencia de una única autoridad en el área científica e industrial; en segundo lugar, se menciona la falta de recursos, personal y equipo. Finalmente se señala que el débil ejercicio de la metrología legal se debe a la falta de una legislación uniforme.

Como solución se propone la creación del Instituto Metrológico Nacional (INM) que opere como un nodo articulador de los laboratorios de referencia para el desarrollo de actividades de metrología científica e Industrial, y que trabaje por el reconocimiento internacional, mediante la participación en foros internacionales y la trazabilidad de las mediciones. Adicionalmente se plantea la necesidad de fortalecer los marcos legales y administrativos para la vigilancia de los mercados y los mecanismos de protección al consumidor. El INM deberá de esta forma, encargarse de la estandarización de los procedimientos de medición y calibración que rijan en los laboratorios

nacionales, el desarrollo y mantenimiento de los patrones nacionales de medición, la fabricación de materiales de referencia, la homologación de materiales importados y el programa inter-laboratorios por medio del cual se busca la armonización del sistema, e incentivar los procesos de comparación, investigación, difusión y divulgación. Entre las recomendaciones dadas para la creación del INM en Colombia, se promovía el desarrollo de la infraestructura de servicios metrológicos a través de convenios entre entidades de gobierno, universidades, centros de investigación y convenios de cooperación internacional.

Con todo lo descrito anteriormente y evaluando la necesidad presente en el país por crear un ente netamente metrológico, se estable mediante el Decreto 4175 de 2011 expedido por el ministerio de comercio, industria y turismo la división de las funciones relacionadas con la Metrología Científica e Industrial de la Superintendencia de Industria y Comercio y se crea el INM como Unidad Administrativa Especial de carácter técnico, científico y de investigación.

Con la creación del INM también se le encomiendan funciones generales las cuales deben ser cumplidas en su totalidad, a continuación, se enumeran algunas de las funciones con las que debe cumplir el Instituto Nacional de Metrología de Colombia:

- Participar en la formulación de las políticas en materia metrológica y ser el articulador y ejecutor de la metrología científica e industrial del país.
- Desarrollar las actividades de metrología científica e industrial para el adelanto de la innovación y el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, en coordinación con otras entidades y organismos
- Asegurar la trazabilidad internacional de los patrones nacionales de medida y representar los intereses del país en los foros nacionales e internacionales de metrología científica e industrial.
- Fortalecer las actividades de control metrológico que adelanten las autoridades competentes para asegurar la confiabilidad de las mediciones.
- Actuar como centro de desarrollo tecnológico de la metrología científica e industrial y en tal calidad, apoyar y asesorar al Gobierno Nacional y a otras entidades o personas en el desarrollo científico y tecnológico del país.
- Establecer, custodiar y conservar los patrones nacionales de medida correspondientes a cada magnitud, salvo que su conservación o custodia sea más conveniente en otra institución, caso en el cual el Instituto Nacional de Metrología, INM, establecerá los requisitos aplicables y, con base en ellos, designará a la entidad competente.

- Establecer y operar los laboratorios de referencia de metrología científica e industrial que requiera el país, de acuerdo con las políticas del Estado y designar los laboratorios primarios de metrología que requiera.

- Asegurar la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de unidades (SI) definido por la Conferencia General de Pesas y Medidas de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) y hacer su divulgación.

- Establecer, coordinar y articular, la Red Colombiana de Metrología (RCM).

- Fijar las tasas a que hace referencia el artículo 70 de la Ley 1480 de 2011 y para los servicios de metrología que preste el Instituto Nacional de Metrología, INM, incluidas las calibraciones, las verificaciones iniciales y subsiguientes, los programas de capacitación y los servicios de asistencia técnica.

- Proporcionar servicios de calibración a los patrones de medición de los laboratorios, centros de investigación, a la industria u otros interesados, cuando así se solicite de conformidad con las tasas que establezca la ley para el efecto, así como expedir los certificados de calibración y de materiales de referencia correspondientes.

- Realizar las calibraciones de patrones para metrología legal y los ensayos para la aprobación de modelo o prototipo de los instrumentos de medida de acuerdo con las normas vigentes.

- Asesorar y prestar servicios, de asistencia técnica a las entidades que lo soliciten, en aspectos científicos y tecnológicos de las mediciones y sus aplicaciones.

- Mantener, coordinar y difundir la hora legal de la República de Colombia.

- Producir, de acuerdo con su capacidad y con referencia a estándares internacionales, materiales de referencia requeridos por el país e importar aquellos materiales de referencia confiables e insumos de laboratorios que requiera para su actividad; así como establecer mecanismos de homologación de los materiales de referencia que se utilizan en el país de acuerdo con estándares internacionales.

- Realizar estudios técnicos necesarios para establecer los patrones de medida y solicitar a la Superintendencia de Industria y Comercio su oficialización.

- Promover y participar de las comparaciones inter-laboratorios y desarrollos de la metrología científica e industrial a nivel nacional e internacional.

- Realizar estudios sobre las necesidades de medición de los diferentes sectores de la economía que se requieran y publicar documentos de consulta.

- Apoyar y desarrollar actividades de ciencia, tecnología e innovación en lo de su competencia, como integrante del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

- Establecer y mantener la jerarquía de los patrones de medida, de acuerdo con las recomendaciones técnicas internacionales.

- Obtener, proteger, registrar y explotar las patentes y otros derechos de propiedad intelectual que el INM desarrolle o produzca en ejercicio de sus actividades científicas y tecnológicas.

- Las demás funciones que se le asignen por ley.

Asimismo, para articular las actividades de metrología y lograr el reconocimiento de la competencia técnica del país en el contexto internacional, se identifica la necesidad de crear una Red Colombiana de Metrología (RCM) que permita reunir infraestructura, recursos económicos, materiales, logísticos y humanos de los múltiples laboratorios a nivel nacional, que permita fortalecer los vínculos entre ellos, les facilite el acceso a materiales de referencia y la transmisión de conocimiento, permita ampliar su alcance y generar sinergias como resultado de la articulación de la capacidad existente desarrollando laboratorios con alta competencia técnica y tecnológica.

La Red Colombiana de Metrología está conformada por los laboratorios de ensayo y calibración acreditados por el ente acreditador colombiano (ONAC), los laboratorios de ensayo de medicamentos, alimentos, productos biológicos, establecidos por el INVIMA, los laboratorios de ensayo físico y químico del área ambiental, establecidos por el IDEAM para el control nacional y los laboratorios químicos, biológicos y físicos establecidos por Medicina Legal que apoyen las pruebas de ciencias forenses y asuntos judiciales. Asimismo, los laboratorios de ensayo para diagnóstico veterinario, el análisis de insumos agrícolas y agropecuarios del ICA y los laboratorios de calibración y ensayo del SENA.

Entendiendo la importancia del INM dentro de la actividad económica del país, es importante explicar un poco el papel que desarrollan dos de los entes con los que trabaja de la mano el Instituto Nacional de Metrología como lo son la Red Colombiana de Metrología (RCM) y el Organismo de Acreditación de Colombia (ONAC). A continuación, se explicará a groso modo su estructura y objetivos que manejan en el ámbito metrológico nacional. (MINCIT y DNP, 2011).

RED COLOMBIANA DE METROLOGÍA – RCM.

El objetivo general de la Red Colombiana de Metrología es impulsar las competencias metrológicas del país en espacios de interacción y comunicación, liderados por el Instituto Nacional de Metrología para fortalecer la metrología científica e industrial y consolidar la confianza en los servicios metrológicos del país, y así mejorar la productividad y competitividad de los sectores productivos, y el bienestar de la población.

Los objetivos de la Red Colombiana de Metrología se expresan a continuación:

- Facilitar la identificación de necesidades y capacidades metrológicas de las partes interesadas por medio del intercambio de información para fortalecer la metrología científica e industrial y consolidar la confianza en los servicios metrológicos.
- Promover la cultura metrológica para sensibilizar a las partes interesadas en el uso de la metrología como herramienta para mejorar la productividad y la competitividad, además de contribuir al bienestar de la población.
- Fomentar la creación de espacios, el desarrollo de herramientas y el uso de productos metrológicos entre los integrantes de la RCM, dando respuesta a las necesidades y considerando las capacidades para fortalecer la metrología científica e industrial y asegurar la calidad de los servicios metrológicos.

La RCM cuenta con la participación de varios integrantes para su funcionamiento, este grupo está conformado por el Instituto Nacional de Metrología, los laboratorios de ensayo, los laboratorios de calibración, los proveedores de ensayos de aptitud, los productores de materiales de referencia, la academia (laboratorios y grupos de investigación), el ONAC y el ICONTEC. (INM, 2020).

A continuación, se describe cada uno de los integrantes de la RCM:

- **Instituto Nacional de Metrología:** Máxima autoridad de la metrología científica e industrial en Colombia.
- **Laboratorios de calibración:** Laboratorios acreditados o no acreditados que prestan servicios de calibración a terceros o a nivel interno, cuando pertenecen a una organización más grande. Pueden ser públicos o privados, e incluyen a los laboratorios del sector productivo y de los organismos de control.
- **Laboratorios de ensayo:** Laboratorios acreditados o no acreditados que prestan servicios de ensayos a terceros o internos, cuando son parte de

una organización más grande. Pueden ser públicos o privados, e incluyen a los laboratorios del sector productivo y de los organismos de control.

- **Proveedores de ensayos de aptitud:** Instituciones o empresas que se dedican a realizar intercomparaciones entre laboratorios bajo la norma técnica ISO/IEC 17043 (o su homólogo NTC ISO/IEC 17043), que establece los requisitos generales para los ensayos de aptitud. Pueden estar acreditados o no acreditados.

- **Productores de materiales de referencia:** Instituciones o empresas que producen materiales de referencia acorde a la ISO 17034, requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia. Pueden estar acreditados o no acreditados.

- **Academia (laboratorios y grupos de investigación):** Laboratorios de calibración o ensayo (acreditados o no acreditados) y grupos de investigación que pertenecen a instituciones de educación y que están interesados en la investigación, desarrollo e innovación relacionada con la metrología.

- **Organismo Nacional de Acreditación:** Entidad encargada de acreditar la competencia técnica de los Organismos de Evaluación de la Conformidad.

- **Instituto Colombiano de Normalización:** Entidad encargada de emitir las normas técnicas en el país.

ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA – ONAC.
ONAC cumple las actividades de Organismo Nacional de Acreditación de Colombia desde 2008. En dicho año, se suprimió el carácter de actividad pública administrativa de la acreditación y se reconoció plenamente su carácter técnico.

El Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC es una corporación sin ánimo de lucro, regida por el derecho privado, constituida en 2007 y que por disposición estatutaria se organizó bajo las leyes colombianas dentro del marco del Código Civil y las normas sobre ciencia y tecnología.

ONAC tiene como objeto principal acreditar la competencia técnica de Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC), ejercer como autoridad de monitoreo en buenas prácticas de laboratorio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y desempeñar las funciones de Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, conforme con la designación contenida en el capítulo 26 del Decreto 1074 de 2015 expedido por el ministerio de comercio, industria y turismo y las demás normas que los modifiquen, sustituyan o complementen.

Las principales funciones de ONAC son:

- Proveer sus servicios en condiciones no discriminatorias y observar las demás disposiciones en materia de competencia económica.
- Acreditar, previa verificación del cumplimiento de los requisitos a los organismos evaluación la conformidad que lo soliciten.
- Tramitar y responder, de conformidad con las disposiciones y reglamentarias vigentes y normas internacionales aplicables, las solicitudes que le presenten interesados.
- Asegurar la idoneidad personal involucrado en sus actividades.
- Informar y solicitar concepto previo y aprobación al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo sobre la intención celebrar un acuerdo de mutuo.
- Mantener un programa de vigilancia que permita demostrar, en cualquier momento, que los organismos acreditados cumplen con condiciones y requisitos que sirvieron para su acreditación.
- Establecer un procedimiento interno que permita a los involucrados en el proceso de acreditación y de administración del organismo declararse impedidos y excusarse en situaciones de posible conflicto de interés.
- Obtener y mantener su reconocimiento internacional a través la evaluación, por parte de pares internacionales y de la afiliación y actividades programadas por instituciones y e internacionales con la acreditación.
- Proporcionar al Gobierno Nacional la información que le solicite sobre la actividad acreditación, sin menoscabo principio confidencialidad.
- Conceptuar manera oficiosa proyectos técnicos elaborados por entidades de regulación.
- Participar en la Comisión Intersectorial la Calidad.
- Apoyar la legislación, regulación, reglamentación y, ante las autoridades, iniciativas para promover las prácticas en el ejercicio de evaluación la conformidad y de vigilancia y control las mismas.
- Coordinar las funciones relacionadas con la acreditación previstas en este capítulo y en las normas que lo modifiquen, adicionen, sustituyan o complementen.

- Informar a los organismos evaluadores de la conformidad sobre cualquier cambio en los requisitos de la acreditación.

- Ejercer como autoridad de Monitoreo en Buenas Prácticas de Laboratorio de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico -OCDE.

La acreditación es una herramienta que proporciona respaldo respecto a los resultados evaluación de conformidad de un bien o servicio con base en normas internacionales, contribuyendo a apuntalar la credibilidad en la calidad y seguridad de los bienes y servicios disponibles en el mercado.

Los reconocimientos internacionales, son acuerdos firmados entre países miembros de las cooperaciones y foros regionales y mundiales de acreditación, cuyo propósito es facilitar las transacciones comerciales entre las diferentes economías que suscriben dichos acuerdos, evitando la duplicidad de certificados, sin importar en cuál de estos países fue evaluada la conformidad de los bienes y servicios. En este sentido, los reconocimientos internacionales respaldan la confiabilidad no solo de la acreditación sino también, y principalmente, de los servicios de evaluación de la conformidad.

ONAC en el año 2010 fue admitido como miembro de International Accreditation Forum- IAF y 2013 pasó de ser miembro asociado a ser miembro pleno de InternAmerican Accreditation Cooperation – IAAC, siendo elegido, además, como uno de los miembros de su Comité Ejecutivo. Igualmente, en ese año, ONAC se convirtió en miembro asociado de International Laboratory Accreditation Cooperation - ILAC.

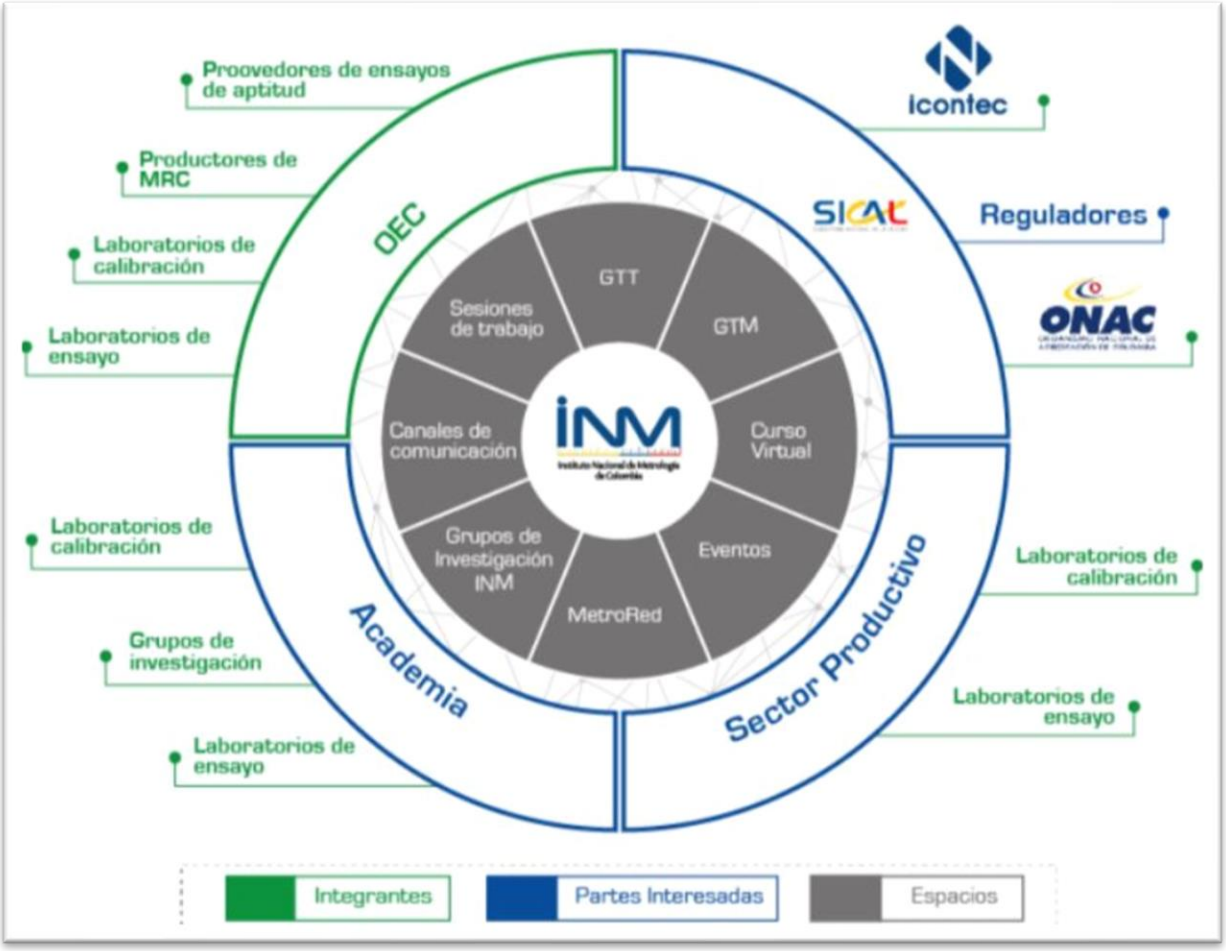
A partir de ese momento, ONAC también inició su historia en el Comité de Acuerdo Multilateral -MLA- de la Cooperación Interamericana de Acreditación - IAAC- (InterAmerican Accreditation Cooperation), al ser aceptada su primera solicitud de reconocimiento internacional.

La confianza en la acreditación que otorga ONAC, se logra a partir de la demostración que ya hace de su competencia, en el ejercicio de evaluación de la conformidad con sujeción a la norma ISO/IEC 17011 (Evaluación de la conformidad — Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad), y las políticas, documentos obligatorios y buenas prácticas de acreditación, que establecen las cooperaciones internacionales de acreditación.

Actualmente, ONAC cuenta con reconocimientos internacionales otorgados por la InterAmerican Accreditation Cooperation - IAAC, como cooperación regional, para los esquemas de laboratorios de ensayo y de calibración, proveedores de ensayos de aptitud y laboratorios clínicos; organismos certificadores de producto; certificadores de sistemas de gestión; y

certificadores de personas. Por parte de International Laboratory Accreditation Cooperation – ILAC, como cooperación mundial, para los esquemas de laboratorios de ensayo y de calibración. Y por parte de International Accreditation Forum -IAF, como foro mundial de acreditación, para los esquemas de acreditación de organismos de certificación de productos y organismos de certificación de sistemas de gestión. (ONAC, 2020).

Figura 2 Esquema general de la calidad.



Fuente: http://www.inm.gov.co

7. RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICIÓN E INFRAESTRUCTURA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas en su Facultad Tecnológica fomenta y brinda espacios académicos, tecnológicos y científicos a diferentes ramas de la tecnología y la ingeniería, lo que hace necesario para el óptimo desarrollo de los diferentes proyectos curriculares contar con espacios de interacción y aplicación del conocimiento de sus estudiantes y docentes. Por esta razón, existen aulas interactivas y laboratorios en donde el conocimiento se ve reflejado de forma práctica y productiva en los cuales se emplean y manejan grandes cantidades de herramientas de medición. Sin embargo, estos equipos de medición se encuentran muchas veces relegados a un uso exclusivo o simplemente no se conoce de su existencia y no son aprovechados de la mejor forma por los estudiantes y la comunidad en general.

En esta primera parte del desarrollo metodológico de este documento se busca hallar la mayor cantidad de equipos de medición que se encuentran ubicados en la Facultad Tecnológica. Para esto, se fijan preguntas puntuales que sirven de ayuda para trazar un orden en el progreso del objetivo de este documento.

Iniciando con esta labor, se plantean estas dos preguntas, ¿Cuáles son los equipos de medición a buscar dentro de la Facultad Tecnológica que sirvan para la gestión de este documento? y ¿Cuál es el objetivo final del seguimiento a realizar a estos equipos? En respuesta a esto, se extiende el pensamiento en el futuro de los espacios interactivos de la Facultad en donde se encuentra existente la propuesta para la creación de una zona para la implementación del laboratorio de metrología de la Facultad. En este naciente laboratorio se espera contar con equipos de medición de altas especificaciones metrológicas que permitan el desarrollo de actividades académicas e industriales enfocadas a la metrología. Teniendo en cuenta esto, se decide iniciar la búsqueda de equipos de medición en las locaciones de la Facultad centrando la atención en hallar instrumentos los cuales permitan realizar mediciones directas de magnitudes físicas que cuenten con el respaldo de fabricantes (cuenten con representación en Colombia o en latinoamérica, información específica por medio de manuales, facilidad de mantenimiento especializado, entre otros) lo que permita asegurar la confiabilidad y reproducibilidad de las mediciones.

7.1 REUNIÓN CON LOS ASISTENTES Y COORDINANODES DE LABORATORIOS, TALLERES Y AULAS INTERACTIVAS DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA.

Para la correcta implementación del diagnóstico metrológico de la Facultad, es necesario realizar el reconocimiento de los laboratorios, talleres y aulas

interactivas de los diferentes proyectos curriculares con los que cuenta la Facultad. Por esta razón, en primera instancia se hace indispensable poder obtener la aprobación y colaboración de los docentes que ejercen como coordinadores de los distintos laboratorios para el ingreso y registro de los instrumentos de medición.

Para lograr esto, se establece una comunicación inicial por medio de la solicitud formal del ingreso a los laboratorios y aulas interactivas mediante el comité realizado por los coordinadores de laboratorio que es llevado a cabo mensualmente; en dicho comité se discuten temas referentes a la administración, ejecución de los recursos y de las tareas que posee cada laboratorio o aula interactiva. La solicitud es dada a conocer mediante comunicados dirigidos a los coordinadores de los laboratorios de cada proyecto curricular exponiendo la necesidad del trabajo a realizar. Estos comunicados son aprobados y firmados por cada coordinador otorgando las facilidades de acceso y registro de información necesaria para el desarrollo del reconocimiento, esta información se evidencia en el anexo 1 de este documento.

7.2 VISITA A LOS LABORATORIOS, TALLERES Y AULAS INTERACTIVAS DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA.

Después de ser otorgados los permisos de trabajo por parte de los coordinadores de laboratorios y aulas interactivas de la Facultad (ver anexo 1), se dispone a iniciar con la recopilación de la información de los equipos de medición que potencialmente servirán para la implementación del laboratorio de metrología de la Facultad.

Antes de iniciar con las visitas, se establecen aspectos a identificar durante el reconocimiento los cuales serán el pilar de la información utilizada para las futuras actividades a desarrollar en este documento. Como primer aspecto se prioriza la integridad física y metrológica de los instrumentos de medición lo que es vital para la puesta en funcionamiento y posible utilización de estos; para esto, se revisan posibles averías físicas o golpes, encendido correcto, especificaciones conforme lo indicado en los manuales de fabricante y posibles desajustes que intervengan en las propiedades metrológicas de los equipos. El segundo aspecto a tener en cuenta es el fabricante que respalda la funcionalidad del instrumento, es de importancia para el laboratorio de metrología manejar equipos que entreguen mediciones confiables y repetibles en las actividades para las que serán usados; esta actividad se realizará por medio de la comparación de los fabricantes de los equipos de medición utilizados frente a los fabricantes reconocidos en el mercado para cada clase de equipo de medida. Un tercer aspecto es la disponibilidad de los

instrumentos hallados; es importante resaltar esto ya que, el propósito del equipamiento del laboratorio de metrología es recolectar equipos que no sean usados regularmente o que sean movidos entre laboratorios sin entorpecer la labor que ellos llevan a cabo.

La normatividad ISO 55000 que habla sobre la gestión de activos en nuestro caso activos físicos y funciona como guía para la ejecución de este documento, establece que para procesos de evaluación y de seguimiento es importante realizar registro escrito y fotográfico a las actividades que se lleven a cabo para alcanzar los objetivos definidos. El registro fotográfico sirve para evidenciar que se llevaron a cabo dichas actividades y muestra además hallazgos o situaciones que requieran ser tratadas para lograr los objetivos que se plantean. Por esta razón, se realiza registro fotográfico de los equipos de medición que potencialmente pueden ser parte del laboratorio de metrología.

El listado de los laboratorios, talleres y aulas interactivas de la Facultad que serán visitados para la realización del diagnóstico metrológico es descargado de la página de la Universidad y es presentado a continuación:

Tabla 3 Laboratorios de la Facultad Tecnológica.

PROYECTO CURRICULAR	LABORATORIO
Mecánica	Automatización y control.
	Ciencias térmicas y motores de combustión.
	Mecánica de fluidos y bombas hidráulicas.
	Metalografía.
	Diseño y modelado por prototipado rápido.
	Resistencia de materiales.
	Robótica y CNC.
	Software especializado.
	Tratamientos térmicos y preparación de probetas.
	Taller de máquinas herramientas y ajuste.
	Taller de soldadura.
Construcciones civiles	Laboratorio de suelos, concretos y pavimentos.
	Laboratorio de estructuras e hidráulica.
	Laboratorio de topografía.
	Software especializado.
Electricidad	Laboratorio aplicado de máquinas eléctricas.
	Laboratorio aplicado de circuitos, electrónica y control.
	Laboratorio aplicado de instalaciones eléctricas e iluminación.
	Laboratorios de software aplicado.

PROYECTO CURRICULAR	LABORATORIO
	Laboratorio especializado compatibilidad, alta tensión y termoeléctricos.
Sistematización de Datos	Laboratorio aplicado de telemática.
	Laboratorio especializado en sistemas distribuidos.
	Laboratorio especializado en comunicación inalámbrica.
	Laboratorio de computación gráfica.
	Laboratorio de base de datos.
	Laboratorio de ingeniería de software.
	Laboratorio de simulación.
Industrial	Laboratorio de impresoras 3d prototipadas.
	Laboratorio especializado en gestión de operaciones (geio) 301.
	Sala de software.
	Laboratorio altamente automatizado (has-200).
	Sistema didáctico modular de ensamblaje flexible (fms-200).
Electrónica	Laboratorio de circuitos eléctricos
	Laboratorio aplicado de electrónica.
	Laboratorio aplicado de desarrollo electrónico.
	Laboratorio especializado en control.
	Laboratorio especializado en comunicaciones.
Ciencias básicas	Laboratorio de física.
	Laboratorio de química.
	Laboratorio de software.

Fuente: Fuente propia.

Dando un orden a la adquisición de la información, se sintetizan las pautas dadas anteriormente y tomando como guía los lineamientos establecidos en la normatividad internacional relacionada con la gestión de activos como la ISO 55000 podemos definir fases para la correcta gestión a desarrollar en la recolección de los hallazgos encontrados durante el recorrido de las aulas interactivas y laboratorios que componen la Facultad Tecnológica de la universidad.

La primera fase a definir se plantea como la fase de definición de requisitos a satisfacer durante la recolección de la información. En esta fase, se define los requerimientos a identificar en los equipos de medición hallados durante el recorrido realizado por las aulas interactivas y laboratorios de la Facultad. Se definen como requisitos para la incorporación de los equipos de medición al listado potencial de instrumentos que servirán para la implementación del laboratorio de metrología los siguientes:

- Estado físico.
- Encendido correcto (aplica para instrumentos digitales).
- Legibilidad de la resolución o división de escala (aplica para instrumentos analógicos).
- Funcionamiento correcto conforme a lo establecido por el fabricante (indicaciones repetibles, correcto funcionamiento de todas sus funciones, display en buenas condiciones, entre otras específicas).
- Fabricante.
- Almacenamiento (condiciones controladas).

La segunda fase por llevar a cabo se denomina la fase de recolección o adquisición de la información. En esta etapa se realizan las visitas presenciales a los laboratorios y aulas interactivas de la Facultad previamente coordinadas con el personal a cargo de cada espacio, esto se realiza por un tiempo aproximado de dos meses y por medio de la solicitud de prácticas libres en cada laboratorio y aula interactiva.

Una vez culminadas las dos primeras fases implementadas para la gestión de la información, se incorpora una tercera fase la cual es denominada la fase de selección. En esta etapa, se evalúan los equipos de medición hallados durante el recorrido por las instalaciones de los laboratorios y aulas interactivas de la Facultad y se seleccionan los instrumentos que cumplen a criterio de los autores de este documento con las características definidas para la implementación del laboratorio de metrología.

Se muestra a continuación el listado de equipos de medición encontrados en conjunto con la evaluación inicial de requisitos.

Tabla 4 Evaluación inicial de los equipos de medición de la Facultad Tecnológica.

EVALUACIÓN INICIAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	ESTADO FÍSICO			ENCENDIDO CORRECTO (DIGITALES)		RESOLUCIÓN O DIVISIONES DE ESCALA LEGIBLES		FUNCIONAMIENTO CONFORME A LO ESTABLECIDO POR EL FABRICANTE	
	Golpes	Rayones	Otros	Si	No	Si	No	Si	No
MÁRMOL DE MEDICIÓN						X		X	
MÁRMOL DE MEDICIÓN						X		X	

EVALUACIÓN INICIAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	ESTADO FÍSICO			ENCENDIDO CORRECTO (DIGITALES)		RESOLUCIÓN O DIVISIONES DE ESCALA LEGIBLES		FUNCIONAMIENTO CONFORME A LO ESTABLECIDO POR EL FABRICANTE	
	Golpes	Rayones	Otros	Si	No	Si	No	Si	No
COMPARADOR DE CARÁTULA ANALÓGICO						X		X	
COMPARADOR DE CARÁTULA ANALÓGICO TIPO PALANCA						X		X	
RUGOSÍMETRO PORTÁTIL				X		X		X	
JUEGO DE 4 PLANOS PARALELOS (PLANOS ÓPTICOS)						X		X	
JUEGO DE 4 PLANOS PARALELOS (PLANOS ÓPTICOS)						X		X	
MICRÓMETRO ANALÓGICO DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS						X		X	
MICRÓMETRO ANALÓGICO DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS						X		X	
MICRÓMETRO DIGITAL DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS				X		X		X	
MICRÓMETRO DIGITAL DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS				X		X		X	
MICRÓMETRO DIGITAL DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS				X		X		X	
GONIÓMETRO ANALÓGICO						X		X	
CALIBRADOR VERNIER ANALÓGICO (PIE DE REY ANALÓGICO)						X		X	
CALIBRADOR VERNIER ANALÓGICO (PIE DE REY ANALÓGICO)						X		X	
JUEGO DE 34 BLOQUES PATRÓN LONGITUDINALES		X	X			X		X	
CALIBRADOR VERNIER DIGITAL (PIE DE REY DIGITAL)				X		X		X	
CALIBRADOR VERNIER DIGITAL (PIE DE REY DIGITAL)				X		X		X	
CINTA MÉTRICA						X		X	

EVALUACIÓN INICIAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	ESTADO FÍSICO			ENCENDIDO CORRECTO (DIGITALES)		RESOLUCIÓN O DIVISIONES DE ESCALA LEGIBLES		FUNCIONAMIENTO CONFORME A LO ESTABLECIDO POR EL FABRICANTE	
	Golpes	Rayones	Otros	Si	No	Si	No	Si	No
DATALOGGER DE CONDICIONES AMBIENTALES				X		X		X	
TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA (PIRÓMETRO)				X		X		X	
TERMO-ANEMÓMETRO				X		X		X	
SOLARÍMETRO DIGITAL (MEDIDOR DE ENERGÍA SOLAR)				X		X		X	
BALANZA ANALÓGICA TRIPLE BRAZO			X			X		X	
BALANZA ANALÓGICA TRIPLE BRAZO			X			X		X	
BALANZA ANALÓGICA DE PRECISIÓN						X		X	
BALANZA DIGITAL DE PRECISIÓN			X	X		X		X	
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN UNIVERSAL				X		X		X	
OSCILOSCOPIO DIGITAL				X		X		X	
PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL				X		X		X	
TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL				X		X		X	
TACÓMETRO ESTROBOSCOPIO DIGITAL			X	X		X		X	
MEDIDOR AMBIENTE MULTIFUNCIÓN				X		X		X	
CÁMARA TERMOGRÁFICA				X		X		X	
SONÓMETRO DIGITAL				X		X		X	
TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA (PIRÓMETRO)				X		X		X	
MEDIDOR DE LUZ DIGITAL				X		X		X	
SICRÓMETRO Y TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA				X		X		X	
MULTÍMETRO DIGITAL				X		X		X	
DETECTOR DE VOLTAJE				X		X		X	
MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TIERRA				X		X		X	
MULTÍMETRO DIGITAL				X		X		X	
MULTÍMETRO DIGITAL				X		X		X	

EVALUACIÓN INICIAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	ESTADO FÍSICO			ENCENDIDO CORRECTO (DIGITALES)		RESOLUCIÓN O DIVISIONES DE ESCALA LEGIBLES		FUNCIONAMIENTO CONFORME A LO ESTABLECIDO POR EL FABRICANTE	
	Golpes	Rayones	Otros	Si	No	Si	No	Si	No
MULTÍMETRO DIGITAL				X		X		X	
PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL				X		X		X	
OSCILOSCOPIO DIGITAL				X		X		X	
ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA				X		X		X	
ANALIZADOR TRIFÁSICO DE ENERGÍA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA				X		X		X	
MEDIDOR AUTOMÁTICO PROGRAMABLE RLC				X		X		X	
MEDIDOR DE LUZ DIGITAL				X		X		X	
TERMO-ANEMÓMETRO				X		X		X	
MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CEM DE RF				X		X		X	
PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL				X		X		X	
COMPROBADOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO				X		X		X	
MEDIDOR DE DISTANCIA DIGITAL				X		X		X	
MEDIDOR DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO (CEM) DE TRES EJES (INDUCCIÓN)				X		X		X	
CÁMARA TERMOGRÁFICA				X		X		X	
MICRO-OHMMETRO				X		X		X	
MEDIDOR MAESTRO DE ESPECTROS				X		X		X	
UNIDAD DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y DE CALIBRACIÓN				X		X		X	
DETECTOR DE DEFECTOS POR ULTRASONIDO				X		X		X	
ANALIZADOR DE GASES				X		X		X	
MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TIERRA				X		X		X	
OSCILOSCOPIO DIGITAL				X		X		X	
BALANZA ANALÍTICA			X	X		X		X	

EVALUACIÓN INICIAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	ESTADO FÍSICO			ENCENDIDO CORRECTO (DIGITALES)		RESOLUCIÓN O DIVISIONES DE ESCALA LEGIBLES		FUNCIONAMIENTO CONFORME A LO ESTABLECIDO POR EL FABRICANTE	
	Golpes	Rayones	Otros	Si	No	Si	No	Si	No
BALANZA ANALÍTICA			X	X		X		X	
BALANZA DETERMINADORA DE HUMEDAD			X	X		X		X	
PROBETA GRADUADA						X		X	
REFRACTÓMETRO ANALÓGICO						X		X	
ALCOHOLÍMETRO PORTÁTIL				X		X		X	
pH-METRO				X		X		X	
CONDUCTÍMETRO				X		X		X	
DISPENSADOR DIGITAL				X		X		X	
PICNÓMETRO						X		X	
DURÓMETRO				X		X		X	
DURÓMETRO				X		X		X	
MEDIDOR DE ALTURAS	X	X	X			X		X	

Fuente: Fuente propia.

De igual forma, se describen los fabricantes de los equipos de medición con el fin de revisar comercialmente las marcas de los instrumentos. Esta actividad es desarrollada por medio de visitas a los sitios web de los fabricantes directos encontrados y por medios de motores de búsqueda de internet (Google y Bing); adicionalmente, durante el recorrido se evidencian las condiciones de almacenamiento las cuales también son evaluadas. A continuación, se describen los fabricantes de los equipos de medición encontrados:

Tabla 5 Fabricantes de equipos de medición de la Facultad Tecnológica.

DESCRIPCIÓN DE FABRICANTES DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	FABRICANTE	FABRICANTE RECONOCIDO COMERCIALMENTE		CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			OBSERVACIONES
		Si	No	Buena	Regular	Mala	
MÁRMOL DE MEDICIÓN	MITUTOYO	X			X		N.A.
MÁRMOL DE MEDICIÓN	RAHN	X			X		Se encuentra sin instalar.
COMPARADOR DE CARÁTULA ANALÓGICO	MITUTOYO	X			X		N.A.
COMPARADOR DE CARÁTULA ANALÓGICO TIPO PALANCA	MITUTOYO	X			X		N.A.

DESCRIPCIÓN DE FABRICANTES DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	FABRICANTE	FABRICANTE RECONOCIDO COMERCIALMENTE		CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			OBSERVACIONES
		Si	No	Buena	Regular	Mala	
RUGOSÍMETRO PORTÁTIL	MAHR	X			X		N.A.
JUEGO DE 4 PLANOS PARALELOS (PLANOS ÓPTICOS)	MITUTOYO	X			X		N.A.
JUEGO DE 4 PLANOS PARALELOS (PLANOS ÓPTICOS)	MITUTOYO	X			X		N.A.
MICRÓMETRO ANALÓGICO DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS	MITUTOYO	X			X		N.A.
MICRÓMETRO ANALÓGICO DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS	MITUTOYO	X			X		N.A.
MICRÓMETRO DIGITAL DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS	MITUTOYO	X			X		N.A.
MICRÓMETRO DIGITAL DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS	MITUTOYO	X			X		N.A.
MICRÓMETRO DIGITAL DE EXTERIORES DE DOS CONTACTOS	MITUTOYO	X			X		N.A.
GONIÓMETRO ANALÓGICO	MITUTOYO	X			X		N.A.
CALIBRADOR VERNIER ANALÓGICO (PIE DE REY ANALÓGICO)	STARRETT	X			X		N.A.
CALIBRADOR VERNIER ANALÓGICO (PIE DE REY ANALÓGICO)	MITUTOYO	X			X		N.A.
JUEGO DE 34 BLOQUES PATRÓN LONGITUDINALES	N.A.				X		Desgaste avanzado de caras de medición.
CALIBRADOR VERNIER DIGITAL (PIE DE REY DIGITAL)	MITUTOYO	X			X		N.A.
CALIBRADOR VERNIER DIGITAL (PIE DE REY DIGITAL)	STARRETT	X			X		N.A.
CINTA MÉTRICA	STANLEY	X			X		N.A.
DATALOGGER DE CONDICIONES AMBIENTALES	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA (PIRÓMETRO)	UNI-T	X			X		N.A.
TERMO-ANEMÓMETRO	CEM	X			X		N.A.
SOLARÍMETRO DIGITAL (MEDIDOR DE ENERGÍA SOLAR)	HT	X			X		N.A.

DESCRIPCIÓN DE FABRICANTES DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	FABRICANTE	FABRICANTE RECONOCIDO COMERCIALMENTE		CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			OBSERVACIONES
		Si	No	Buena	Regular	Mala	
BALANZA ANALÓGICA TRIPLE BRAZO	OHAUS	X			X		N.A.
BALANZA ANALÓGICA TRIPLE BRAZO	OHAUS	X			X		N.A.
BALANZA ANALÓGICA DE PRECISIÓN	OHAUS	X			X		N.A.
BALANZA DIGITAL DE PRECISIÓN	OHAUS	X			X		Botones en condiciones regulares.
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN UNIVERSAL	MOBILE - CASSY	X			X		N.A.
OSCILOSCOPIO DIGITAL	HAMEG	X			X		N.A.
PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL	DOSTMANN ELECTRONICS	X			X		N.A.
TACÓMETRO ESTROBOSCOPIO DIGITAL	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
MEDIDOR AMBIENTE MULTIFUNCIÓN	PEAKTECH	X			X		N.A.
CÁMARA TERMOGRÁFICA	FLIR	X			X		N.A.
SONÓMETRO DIGITAL	PEAKTECH	X			X		N.A.
TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA (PIRÓMETRO)	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
MEDIDOR DE LUZ DIGITAL	GW INSTEK	X			X		N.A.
SICRÓMETRO Y TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
MULTÍMETRO DIGITAL	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
DETECTOR DE VOLTAJE	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TIERRA	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
MULTÍMETRO DIGITAL	FLUKE	X			X		N.A.
MULTÍMETRO DIGITAL	FLUKE	X			X		N.A.
MULTÍMETRO DIGITAL	FLUKE	X			X		N.A.
PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
OSCILOSCOPIO DIGITAL	TEKTRONIX	X			X		N.A.
ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	FLUKE	X			X		N.A.
ANALIZADOR TRIFÁSICO DE ENERGÍA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	FLUKE	X			X		N.A.

DESCRIPCIÓN DE FABRICANTES DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	FABRICANTE	FABRICANTE RECONOCIDO COMERCIALMENTE		CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			OBSERVACIONES
		Si	No	Buena	Regular	Mala	
MEDIDOR AUTOMÁTICO PROGRAMABLE RLC	FLUKE	X			X		N.A.
MEDIDOR DE LUZ DIGITAL	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
TERMO-ANEMÓMETRO	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CEM DE RF	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
COMPROBADOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	AMPROBE	X			X		N.A.
MEDIDOR DE DISTANCIA DIGITAL	ERASMUS	X			X		N.A.
MEDIDOR DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO (CEM) DE TRES EJES (INDUCCIÓN)	EXTECH INSTRUMENTS	X			X		N.A.
CÁMARA TERMOGRÁFICA	FLIR	X			X		N.A.
MICRO-OHMMETRO	AEMC	X			X		N.A.
MEDIDOR MAESTRO DE ESPECTROS	ANRITSU	X			X		N.A.
UNIDAD DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y DE CALIBRACIÓN	P.A. HILTON LTD.	X			X		N.A.
DETECTOR DE DEFECTOS POR ULTRASONIDO	GENERAL ELECTRIC	X			X		N.A.
ANALIZADOR DE GASES	BRAINBEE	X			X		N.A.
MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TIERRA	AEMC	X			X		N.A.
OSCILOSCOPIO DIGITAL	TEKTRONIX	X			X		N.A.
BALANZA ANALÍTICA	SCIENTECH	X			X		N.A.
BALANZA ANALÍTICA	PRECISA	X			X		N.A.
BALANZA DETERMINADORA DE HUMEDAD	PRECISA	X			X		N.A.
PROBETA GRADUADA	BRIXCO	X			X		N.A.
REFRACTÓMETRO ANALÓGICO	ATAGO	X			X		N.A.
ALCOHOLÍMETRO PORTÁTIL	ANTON PAAR	X			X		N.A.
pH-METRO	CLEAN	X			X		N.A.
CONDUCTÍMETRO	HANNA INSTRUMENTS	X			X		N.A.
DISPENSADOR DIGITAL	BRAND	X			X		N.A.
PICNÓMETRO	BRIXCO	X			X		N.A.
DURÓMETRO	SWISS ROCK	X			X		N.A.
DURÓMETRO	PCE	X			X		N.A.

DESCRIPCIÓN DE FABRICANTES DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

ACTIVO (EQUIPO DE MEDICIÓN)	FABRICANTE	FABRICANTE RECONOCIDO COMERCIALMENTE		CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			OBSERVACIONES
		Si	No	Buena	Regular	Mala	
MEDIDOR DE ALTURAS	KANON		X		X		Usado frecuentemente por estudiantes.

Fuente: Fuente propia.

La inspección se realiza a cada laboratorio, taller y aula interactiva disponible en la Facultad encontrando más de 150 clases de equipos de medición, los cuales son utilizados en su mayoria por los estudiantes de la univerisdad en sus prácticas referentes a cada proyecto curricular. Sin embargo, los instrumentos que cuentan con mayores propiedades metrológicas son de uso específico dentro de cada laboratorio y limitado o su acceso es restringido debido a la manipulación específica que se le debe dar, tema para el cual la mayor parte de estudiantes de la Facultad no se encuentra apto.

7.3 CONSULTA DE INFORMACIÓN ACERCA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA.

La propuesta inicial para la implementación del laboratorio de metrología de la Facultad radica en la ubicación de los instrumentos de medición e infraestructura en el edifico que se encuentra en construcción a un costado de la actual Facultad Tecnológica. Sin embargo, esta información aun se encuentra por confirmar y no es posible asegurar dimensiones reales del laboratorio o ubicación final del mismo.

Figura 3 Nueva edificación en la facultad tecnológica.

Fuente: Fuente propia.

8. BÚSQUEDA, ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE MANUALES DE FABRICANTE DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN QUE HARÁN PARTE DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

Continuando con el progreso de las actividades que conllevan al cumplimiento de los objetivos planteados para este proyecto, se inicia con la búsqueda, organización y presentación de los manuales de fabricante de los equipos de medición encontrados durante la aplicación del capítulo 1 de este documento.

La gestión de los documentos e información es soportada por los requisitos normativos internacionales descritos en la norma ISO 15489. Esta norma es utilizada como guía para la creación, recepción, organización, almacenamiento y acceso de la información generada por el progreso de este documento. Adicionalmente, se debe tener en cuenta a quien va dirigida la información a presentar. A continuación, se da inicio al desarrollo de las etapas que complementan este capítulo.

8.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN ENCONTRADOS.

Durante las visitas presenciales realizadas a las distintas aulas interactivas, talleres y laboratorios de la Facultad, se recopiló información importante de los equipos de medición hallados durante los recorridos. Esta información, como se expresó en el capítulo anterior se centró inicialmente en la identificación de aspectos relevantes para la realización de una evaluación inicial de los instrumentos. Ahora, para el desarrollo de este capítulo no solo se necesita de esta información, adicional y paralelamente a los registros generados se hace necesario adquirir datos específicos de los equipos de medición los cuales pueden ser potencialmente parte del laboratorio de metrología de la Facultad. Siendo así, se plantea reunir información detallada de cada equipo la cual describe a continuación:

- Nombre del equipo.
- Fabricante.
- Modelo.
- Magnitud.
- Variable a medir.
- Resolución.
- Intervalo de medición.
- Ubicación del equipo de medición. (entendiendo que los equipos de medición aún se encuentran ubicados en cada laboratorio, taller o aula interactiva de la facultad).
- Responsable del prestamo o encargado del laboratorio.
- Manual o instructivo de operación.
- Registro fotográfico.
- Observaciones generales del equipo.

Dicha información es recolectada a lo largo de las visitas hechas a las instalaciones de la Facultad Tecnológica en conjunto con breves entrevistas a las personas encargadas de los equipos de medición quienes explicaban a groso modo el funcionamiento y finalidad de los equipos.La visita a los laboratorios, talleres y aulas interactivas de la Facultad arroja gran variedad de instrumentos de medición los cuales presentan características metrológicas

similares; estos equipos pueden encontrarse en varias locaciones de la Facultad. Por este motivo, es importante clasificar y seleccionar la instrumentación que cuente con mayores especificaciones de medida para el futuro laboratorio de metrología debido al soporte de la medición que prestarán.

La segregación y selección de los equipos de medición, se realiza por medio de comparaciones directas entre los instrumentos que realizan funciones similares entre sí, teniendo en cuenta como aportes significativos algunas de sus propiedades metrológicas (resolución y alcance de medición). Esta selección se realiza tomando los instrumentos de medición encontrados que cuenten con propiedades metrológicas similares en cada laboratorio o aula interactiva de los diferentes proyectos curriculares y son agrupados para poder seleccionar por medio de su aspecto físico y características demostradas mediante sus manuales o información de fabricante, cúal es el equipo con mejor condición para el laboratorio de metrología. A continuación, se muestra la comparación realizada a las balanzas y termómetros de radiación óptica (pirómetros) encontrados en los laboratorios de la Facultad y de qué forma son evaluados para encontrar cual de esas opciones es la más adecuada para la inclusión al listado de equipos del laboratorio de metrología.

Tabla 6 Evaluación realizada a termómetros de radiación óptica.

ÍTEM	NOMBRE DEL EQUIPO	FABRICANTE	MODELO	MAGNITUD	VARIABLE A MEDIR	RESOLUCIÓN	INTERVALO DE MEDICIÓN	UBICACIÓN
1	TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA (PIRÓMETRO)	UNI-T	UT305B	TEMPERATURA	TEMPERATURA	0,1 °C	-50 °C a 1 250 °C	Laboratorios y Talleres de Mecánica
2	TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA (PIRÓMETRO)	EXTECH INSTRUMENTS	42510A	TEMPERATURA	TEMPERATURA	0,1 °C	-50 °C a 650 °C	Laboratorio Industrial
EVALUACIÓN								
1	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK
2	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	X	OK

Fuente: Fuente propia.

Tabla 7 Evaluación realizada a balanzas.

ÍTEM	NOMBRE DEL EQUIPO	FABRICANTE	MODELO	MAGNITUD	VARIABLE A MEDIR	RESOLUCIÓN DIVISIÓN DE ESCALA	INTERVALO DE MEDICIÓN	UBICACIÓN
1	BALANZA ANALÓGICA TRIPLE BRAZO	OHAUS	700 SERIES	MASA	MASA	0,1 g	2 610 g	Laboratorios de Física
2	BALANZA ANALÓGICA TRIPLE BRAZO	OHAUS	700 SERIES	MASA	MASA	0,1 g	2 610 g	Laboratorios de Física
3	BALANZA ANALÓGICA DE PRECISIÓN	OHAUS	311	MASA	MASA	0,01 g	311 g	Laboratorios de Física
4	BALANZA DIGITAL DE PRECISIÓN	OHAUS	PA3102	MASA	MASA	0,01 g	3 100 g	Laboratorios de Física
5	BALANZA ANALÍTICA	SCIENTECH	SA 210	MASA	MASA	0,000 1 g	210 g	Laboratorio química
6	BALANZA ANALÍTICA	PRECISA	LS 320A	MASA	MASA	0,000 1 g	320 g	Laboratorio química
7	BALANZA ANALÓGICA TRIPLE BRAZO	OHAUS	700 SERIES	MASA	MASA	0,1 g	2 610 g	Laboratorio química
EVALUACIÓN								
1	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	X	X	OK
2	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	X	X	OK
3	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	X	X	OK
4	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK
5	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK
6	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK
7	N.A	N.A.	N.A.	OK	OK	X	X	OK

Fuente: Fuente propia.

8.2 BÚSQUEDA DE MANUALES DE FABRICANTE DE EQUIPOS DE MEDICIÓN.

Pensando en la comunidad (estudiantes, docentes o personal externo de la universidad) que tendrá acceso a la información referente a los equipos de medición hallados y que posiblemente no conozcan las ventajas o usos adecuados que pueden ofrecer los instrumentos dispuestos, se realiza la incorporación de los manuales de fabricante de los equipos de medición encontrados durante los recorridos realizados.

Para dar inicio, es preciso realizar una revisión de la documentación en los estados actuales en que se encuentra para poder desarrollar una gestión adecuada a la finalidad del proyecto. Durante los recorridos, no a todos los equipos de medición encontrados se les fue posible identificar manuales dados por los fabricantes de forma física (papel), otros equipos como por ejemplo los multímetros FLUKE encontrados, se les identifican los manuales de fabricante los cuales poseen entre 30 y 60 páginas. Por esta razón, se debe elegir un modelo de incorporación de la documentación e información de forma tal que sea de fácil acceso y consulta para la comunidad en general sin tener que generar desplazamientos o retrasos innecesarios. Dicho esto, el modelo a presentar para la incorporación de la información es el modelo de información digital el cual permite el acceso remoto a la información y de forma ágil.

Se realiza la búsqueda en su totalidad de todos los manuales de los equipos de medición por medio de páginas web de las compañías fabricantes; también, se usan como herramientas consultas telefónicas a distribuidores autorizados de los equipos hallados ya que no todos los fabricantes comparten información detallada de sus equipos sin antes realizar la compra de estos. Los manuales de uso y operación de los equipos de medición encontrados a lo largo del recorrido son presentados de forma digital y almacenados ordenadamente por laboratorios o aulas interactivas para facilitar la búsqueda de la información.

Para la preservación de la información, se elige el manejo de estos documentos por medio del formato digital PDF (Portable Document Format). Se elige este formato por ser de acceso gratuito y de fácil lectura; además de ser el formato reconocido por ISO para la preservación de la información a largo plazo. Esta información es sustentada bajo lo descrito en la norma ISO 19005-1.

8.3 ORGANIZACIÓN Y ACCESO DE LA INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN.

Con la información ya digitalizada, es primordial encontrar la forma de divulgar la documentación a las personas quienes tienen como finalidad este proyecto. Se busca soporte en los requisitos dados en la norma ISO 15489 de donde se plantean los siguientes puntos para tener en cuenta en la organización de la información:

- Clasificación funcional de la información para facilitar su organización y posterior localización y presentación.
- Herramientas tecnológicas de fácil acceso y uso.
- Gestión y control de la información rápida.
- Categorización de la documentación.
- Operación de la información con formatos de archivos comunes (herramientas de Office preferiblemente).
- Que cuente con un buscador básico.

Para la gestión de la documentación recolectada se implementa la utilización de herramientas tecnológicas que ayuden a la presentación de la información de forma ágil y sencilla. Se desarrolla una base de datos con los registros recogidos durante los recorridos por medio del software comercial EXCEL®, esta aplicación tecnológica brinda múltiples maneras de presentar y organizar

de forma coherente la información para que sea lo más clara posible y de fácil acceso para la comunidad (estudiantes, docentes o personal externo de la universidad) que tendrá acceso a esta base de datos.

Con la creación de la base de datos en este software se puede gestionar y almacenar la información de forma ordenada para generar una búsqueda personalizada dependiendo de la necesidad que se presente. La base de datos cuenta con ayudas de búsqueda (simple y avanzada) y la forma de poder filtrar la documentación por laboratorios y magnitudes. Adicionalmente, se incorporan los registros fotográficos tomados y mencionados en el capítulo anterior en conjunto con su manual de fabricante.

La consutla de la base de datos se puede realizar mediante la lectura del código QR asignado. A continuación se incluye el codigo para la revisión de la base de datos (ver anexo 3).

Figura 4 Código QR Base de datos.

Fuente: Fuente propia.

9. ANÁLISIS Y RECOMENDACIÓN DEL ALCANCE METROLÓGICO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA.

Recolectada, almacenada y presentada la información de los instrumentos de medición encontrados en los diferentes laboratorios y aulas interactivas de los proyectos curriculares de la Facultad, se hace necesario plantear la capacidad de medida instalada del futuro laboratorio lo que permitirá a los clientes potenciales

(comunidad universitaria y personal externo) juzgar la capacidad del laboratorio para realizar un determinado trabajo de medición. Para poder desarrollar este propósito, se determina la mejor capacidad de medida dada por los equipos de medición recopilados en la base de datos.

ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) que es la organización internacional para organismos de acreditación que operan bajo la ISO/IEC 17011 y que participan en la acreditación de organismos de evaluación de conformidad, incluyendo laboratorios de calibración (que utilizan ISO/IEC 17025), laboratorios de ensayos (que utilizan ISO/IEC 17025), laboratorios clínicos (que utilizan ISO 15189) y organismos de inspección (que utilizan ISO / IEC 17020), plantea en su documento ILAC-G4 de 1994 las directrices a llevar para la expresión de alcances de acreditación de los organismos anteriormente citados.

En el numeral 4 de este documento, se indican recomendaciones prácticas para la expresión del alcance de medición de los laboratorios de calibración. Si bien no es nuestro campo de acción el obtener un laboratorio de calibración, se toman aspectos que se comparten por tratarse de un laboratorio de metrología que realizará mediciones con los equipos que contiene.

A continuación, se toman numerales pertinentes para la expresión del alcance de medida inicial del laboratorio de metrología y se plasman en la siguiente tabla:

Tabla 8 Alcance metrológico.

VARIABLE A MEDIR	EQUIPO DE MEDICIÓN	RESOLUCIÓN	INTERVALO DE MEDICIÓN
LONGITUD	• COMPARADOR DE CARÁTULA • MICRÓMETRO ANALÓGICO DE 2 CONTACTOS	0,01 mm	0,00 mm a 50,00 mm
LONGITUD	• MICRÓMETRO DIGITAL DE 2 CONTACTOS	0,001 mm	0,000 mm a 50,800 mm
LONGITUD	• CALIBRADOR VERNIER DIGITAL (PIE DE REY)	0,01 mm	0,00 mm a 150,00 mm
LONGITUD	• MEDIDOR DE DISTANCIA DIGITAL	0,001 m	0,05 m a 50 m
LONGITUD	• MEDIDOR DE ALTURAS	0,02 mm	0,00 mm a 300,00 mm
RUGOSIDAD	• RUGOSÍMETRO PORTATIL.	0,001 µm	-200,000 µm a 150,000 0,001 µm

VARIABLE A MEDIR	EQUIPO DE MEDICIÓN	RESOLUCIÓN	INTERVALO DE MEDICIÓN
PARALELISMO Y PLANITUD	• PLANOS PARALELOS • (PLANOS ÓPTICOS)	Paralelismo 0,2 µm Planitud 0,1 µm	12,00 mm ± 0,01 12,12 mm ± 0,01 12,25 mm ± 0,01 12,37 mm ± 0,01 25,00 mm ± 0,01 25,12 mm ± 0,01 25,25 mm ± 0,01 25,37 mm ± 0,01
ÁNGULO	• GONIÓMETRO ANALÓGICO	5 minutos	360°
COMPROBACIÓN DE CALIBRADORES VERNIER, MICRÓMETROS, COMPARADORES DE CARÁTULA, MEDIDORES DE ALTURA	• BLOQUES PATRÓN LONGITUDINALES	Bloques patrón grado 1	0,05005" a 2"
AISLAMIENTO ELÉCTRICO	• COMPROBADOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	Revisión del manual de fabricante	Revisión del manual de fabricante
CANTIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	• ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA • ANALIZADOR TRIFÁSICO DE ENERGÍA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Revisión del manual de fabricante	Revisión del manual de fabricante
ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	• MEDIDOR MAESTRO DE ESPECTROS	Revisión del manual de fabricante	Revisión del manual de fabricante
CANTIDAD DE SUSTANCIA	• REFRACTÓMETRO ANALÓGICO	0,1 °Brix	(0,0 a 90,0) % Concentración
CANTIDAD DE SUSTANCIA	• REFRACTÓMETRO ANALÓGICO	1 % v/v	(0 a 100) % v/v
DENSIDAD	• PICNÓMETRO	N.A.	N.A.
ACIDEZ O ALCALINIDAD DE SUSTANCIAS	• pH-METRO	0,01 pH	16,00 pH
CAPACIDAD ELÉCTRICA	• MULTÍMETRO DIGITAL • PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL	0,001 nF	1,000 nF a 100,0 mF

VARIABLE A MEDIR	EQUIPO DE MEDICIÓN	RESOLUCIÓN	INTERVALO DE MEDICIÓN
CONDUCTIVIDAD	• CONDUCTÍMETRO	1 µs/cm	0 µs/cm a 3 999 µs/cm
CORRIENTE ELÉCTRICA	• MULTÍMETRO DIGITAL • PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL	0,1 µA	5 000,0 µA a 1 000 A
DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO	• MEDIDOR DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO (CEM) DE TRES EJES (INDUCCIÓN)	Revisión del manual de fabricante	Revisión del manual de fabricante
DENSIDAD DE POTENCIA	• MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CEM DE RF	Revisión del manual de fabricante	Revisión del manual de fabricante
DUREZA	• DURÓMETRO	0,1 RH	Rockwell A: 60,5-85,5 Rockwell B: 42-114 Rockwell C: 16-68
HUMEDAD RELATIVA	• SICRÓEMTRO • TERMOHIGRÓMETRO • DATALOGGER DE CONDICIONES AMBIENTALES • MEDIDOR AMBIENTE MULTIFUNCIÓN	0,1 %	(0,0 a 100) % Humedad relativa
ILUMINANCIA	• MEDIDOR AMBIENTE MULTIFUNCIÓN • MEDIDOR DE LUZ DIGITAL	0,1 Lux	400,0 k Lux
ONDAS DE SEÑALES ELECTRÓNICAS	• OSCILOSCOPIO DIGITAL	N.A.	N.A.
INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO	• MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CEM DE RF	Revisión del manual de fabricante	Revisión del manual de fabricante
MASA	• BALANZA DIGITAL	0,000 1 g 0,01 g	320 g 3 100 g
PRESIÓN DE SONIDO	• MEDIDOR AMBIENTE MULTIFUNCIÓN • SONÓMETRO DIGITAL	0,1 dB	30,0 dB a 130,0 dB

VARIABLE A MEDIR	EQUIPO DE MEDICIÓN	RESOLUCIÓN	INTERVALO DE MEDICIÓN
POTENCIA SOLAR	• SOLARÍMETRO DIGITAL (MEDIDOR DE ENERGÍA SOLAR)	1 W/m2	1 W/m2 a 1 999 W/m2
RADIACIÓN ELETROMAGNÉTICA	• MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CEM DE RF	Revisión del manual de fabricante	Revisión del manual de fabricante
RESISTENCIA ELÉCTRICA	• MICRO-OHMMETRO • MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TIERRA • MULTÍMETRO DIGITAL • PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL	0,001 Ω	5 mΩ a 500,0 MΩ
TEMPERATURA	• CÁMARA TERMOGRÁFICA • UNIDAD DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y DE CALIBRACIÓN • TERMÓMETRO DE RADIACIÓN ÓPTICA (PIRÓMETRO)	0,1 °C	-50 °C a 2 000 °C
TEMPERATURA AMBIENTE	• DATALOGGER DE CONDICIONES AMBIENTALES • TERMOHIGRÓMETRO • MEDIDOR AMBIENTE MULTIFUNCIÓN • SICRÓEMTRO	0,1 °C	-40,0 °C a 70,0 °C
VELOCIDAD	• TACÓMETRO ESTROBOSCOPIO DIGITAL	0,1 (<1 000 rpm/fpm) 1 (1 000 a 9 999 rpm/fpm) 10 (10 000 fpm)	(100 a 10 000) rpm/fpm
VELOCIDAD DEL AIRE	• TERMO-ANEMÓMETRO	0,01 m/s	0,60 m/s a 30,00 m/s
TENSIÓN ELÉCTRICA	• DETECTOR DE VOLTAJE	0,001 mV	1 000 V

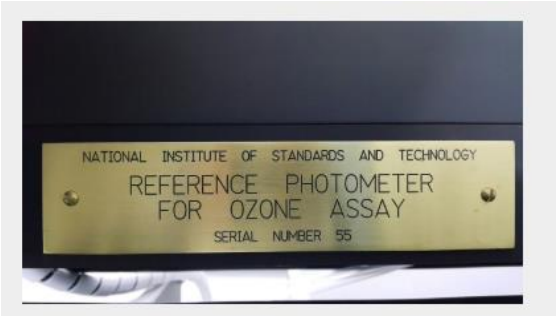
VARIABLE A MEDIR	EQUIPO DE MEDICIÓN	RESOLUCIÓN	INTERVALO DE MEDICIÓN
	• MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TIERRA • MULTÍMETRO DIGITAL • PINZA AMPERIMÉTRICA DIGITAL		
VOLUMEN	• PROBETA GRADUADA	0,01 ml	25,00 ml

Fuente: Fuente propia.

Es de resaltar la gran variedad de mediciones que se pueden realizar con los equipos encontrados en la Facultad. Laboratorios desarrollados en universidades homologas como lo son la Universidad Nacional, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad de Antioquia, la Universidad de Medellín, la Universidad EAFIT entre otras brindan servicios metrológicos desde sus laboratorios implementados los cuales ayudan al desarrollo socioeconómico de sus entidades y a reconocer la importancia de la medición dentro de la productividad económica del mundo.

La Universidad Nacional presenta a los estudiantes y público en general la red de laboratorios de metrología constituidos alrededor de las sedes presentes en el país, donde ofrecen servicios de calibración de equipos de medición en diferentes magnitudes, en donde como gran novedad presentan a la comunidad universitaria y científica del país el Fotómetro Patrón de Referencia para Ozono SRP considerado como patrón primario por la Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM). Este patrón es el número 55 en el mundo y único en Colombia adquirido directamente con NIST (National Institute of Standards and Tecnology).

Figura 5 Fotómetro Patrón de Referencia para Ozono (SRP).



Fuente. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

10. ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO GUÍA PARA LA CREACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

De acuerdo con el desarrollo obtenido a lo largo de la implementación de los diferentes capítulos planteados en este documento, como se puede observar el potencial con el que cuenta la Facultad Tecnológica en términos de equipos de medición. Por esta razón, parece apropiado plantear pautas a tener en cuenta al momento de dar inicio con la creación del laboratorio de metrología de la Facultad Tecnológica.

En el anexo 2 “GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” de este documento, se entregan recomendaciones a tener en cuenta a la hora de implementar un laboratorio de metrología institucional que abarque un enfoque general e independiente de la magnitud que se quiera medir o implementar. Para la creación de este documento, se toman como guías lo descrito por los Institutos Nacionales de Metrología de Colombia (INM) y México (CENAM) en aspectos relevantes a tener en cuenta en un laboratorio dedicado a la metrología. Adicionalmente, se suman algunos apartados descritos en la norma ISO/IEC 17025 la cual nos habla de los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración lo que puede darle un enfoque guiado a la gestión de la calidad a este documento.

11. CONCLUSIONES

Es evidente que la Facultad presenta un gran avance tecnológico en sus laboratorios y aulas interactivas durante los últimos años, esto se reconoce por la gran variedad de equipos de medición encontrados durante los recorridos realizados que pueden ser usados e implementados por la comunidad estudiantil. El desarrollo y crecimiento avanzado de estos laboratorios obliga a la comunidad estudiantil a crear e implementar nuevos espacios de interacción para poder enfrentar los retos que propone el día a día; por esto, la implementación del laboratorio de metrología de la Facultad Tecnológica abrirá nuevas puertas a docentes, estudiantes y personal externo para la investigación y análisis de información de esta ciencia que aun siendo una de las más antiguas del mundo, para la comunidad académica de la universidad en general fue hasta hace poco tiempo desconocida.

Como resultado del desarrollo de este proyecto, encontramos que la Facultad Tecnológica cuenta con gran variedad de equipos de medición que no son usados y por ende la comunidad estudiantil desconoce los beneficios de la utilización de

estos instrumentos. Por otra parte, se puede observar durante los capítulos de este documento, que el laboratorio de metrología de la Facultad puede ser un éxito si se recibe la colaboración y trabajo de todos los proyectos curriculares de la Facultad. Este laboratorio puede contar con equipos muy selectos otorgados por los laboratorios y aulas interactivas de los diferentes proyectos curriculares los cuales pueden ser usados por la comunidad estudiantil, docentes y personal externo para realizar ensayos y mediciones guiadas por normatividad internacional lo que daría un valor agregado a los conocimientos de los estudiantes.

En cuanto al alcance con el que contará el laboratorio de metrología de la Facultad tecnológica, este estará directamente ligado a la cantidad de equipos que puedan ser agrupados en él. Si se logra recolectar la cantidad de equipos expuestos en la base de datos presentada en este proyecto, se puede pensar en un alcance similar al presentado en el numeral 6.16 de este documento. Hay que tener en cuenta adicionalmente, la importancia de implementar los controles necesarios para el correcto funcionamiento del laboratorio y sus equipos de medición, esto implica la inversión en infraestructura de control y acondicionamiento de aire donde se ubicarán los equipos y personal formado y capacitado en las diferentes magnitudes físicas para el uso adecuado de los instrumentos de medida, actividades referenciadas en el anexo 2 “GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.”.

12. PROYECCIÓNES

La creación de este documento sin lugar a duda abre las puertas de la metrología la cual era una ciencia desconocida por gran parte de los estudiantes de la universidad. Este campo ofrece gran variedad de proyecciones las cuales pueden ser implementadas por los estudiantes que aspiren a la obtención de su título universitario. Algunas de estas proyecciones pueden estar aplicadas en lo siguiente:

- Implementación del sistema aire acondicionado del laboratorio usando energías alternativas.

- Acreditación del laboratorio de metrología bajo la norma ISO/IEC 17025 para la prestación de servicios externos.

- Automatización de mediciones usando equipos presentes en el laboratorio.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEM. (2012). *Vocabulario Internacional de Metrología.* Centro Español de Metrología.

INM. (2018). *Estrategia Nacional de Metrología.* Bogotá.

Marbán, R. M. (2002). *Metrología para no-metrólogos.* Guatemala: OEA.

RNM. (28 de Marzo de 2019). *Red Nacional de Metrología de Chile*. Obtenido de Red Nacional de Metrología de Chile:
http://www.metrologia.cl/link.cgi/Metrologia/315

Becerra, A. Porras, J. y Buitrago, L. (2017). *Metodología para la implementación del mantenimiento en la gestión de activos físicos* (tesis de pregrado). Universidad industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Novillo, A. (2013). *Análisis de las especificaciones pas-55:2008 como aporte a la gestión de activos físicos en las ensambladoras automotrices del ecuador*. (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

ISO. (2020) *Organización Internacional de Normalización.* Obtenido de Organización Internacional de Normalización:
https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55001:ed-1:v1:es

Rosique, A. S., y Márquez, A. C. (2016). *Principios y marcos de referencia de la gestión de activos*. AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación.

García, J. (2018). *Pautas para el diseño de un modelo de articulación de un sistema de gestión de documentos con un sistema de gestión integrado en una organización por procesos* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

MINCIT y DNP, (2011) *Creación del instituto nacional de metrología ("INM").* Obtenido de Asociación colombiana de organismos de evaluación de la conformidad:
https://asocec.org/documentos/documentoinm.pdf

INM, (2020). *Estructura RCM.* Obtenido de instituto nacional de metrología:
http://www.inm.gov.co/rcm/estructura-rcm/

ONAC, (2020). *Presentación.* Obtenido de Organismo Nacional de Acreditación de Colombia:
https://onac.org.co/presentacion

14. ANEXOS

Anexo 1 Cartas de solicitud para ingreso a laboratorios.

Bogotá D.C., Octubre 2019

Ingeniero(a)
ELISEO PÉREZ MEDINA
Coordinador Laboratorios
Ciencias Básicas
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital - Francisco José de Caldas
La ciudad

Cordial saludo.

Teniendo en cuenta las necesidades actuales de la Facultad Tecnológica en aspectos metrológicos, se planteó por parte del grupo de investigación DISING y algunos estudiantes, el trabajo de grado titulado: **"Diagnóstico del potencial metrológico de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital – Francisco José de Caldas"**; se pretende con la culminación de este trabajo determinar el nivel con que cuenta la Facultad para la prestación de servicios de medición, asesorías metrológicas, capacitación de personal en diferentes áreas de la medición, procedimiento de certificación de personal y equipos en general, entre otras factibles actividades.

Por lo anteriormente expuesto me dirijo a usted con el fin de solicitar su visto bueno para el desarrollo del proyecto y con ello lograr la total colaboración por parte del personal de laboratorios que usted dirige, teniendo en cuenta que se requerirá información detallada de instrumentos y equipos de laboratorio de los cuales sólo ellos tienen información.

Los estudiantes de ingeniería mecánica que estarán adelantando cada una de las visitas a los laboratorios serán:

- Germán Benítez Martínez, Código: 20141375092 312 342 21 19
- Juan Carlos Jiménez Navarrete, Código: 20151375028 320 419 9506

De antemano agradezco enormemente su colaboración para dar un oportuno desarrollo a la presente iniciativa y espero que los resultados producto de ésta sean de común beneficio para toda la comunidad académica de la Universidad y su entorno. Quedo atento a sus observaciones y sugerencias.

Cordialmente,

Eliseo Pérez. Acordar cronograma para realizar el Diagnóstico.

John Alejandro Forero Casallas
Director del Trabajo de Grado
Profesor – Proyecto Curricular de Mecánica

Vo.Bo. Eliseo Pérez Medina
Coordinador Laboratorios
Ciencias Básicas

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD TECNOLOGICA
CORRESPONDENCIA RECIBIDA
"LABORATORIOS DE ELECTRICIDAD"
01 OCT 2019
Hora : 1:30 pm
No. de Folios : 1
Firma : Gustavo Gonzalez

Bogotá D.C., Octubre 2019

Ingeniero(a)
LUIS ANTONIO NOGUERA VEGA
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular de Ingeniería eléctrica
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital - Francisco José de Caldas
La ciudad

Cordial saludo.

Teniendo en cuenta las necesidades actuales de la Facultad Tecnológica en aspectos metrológicos, se planteó por parte del grupo de investigación DISING y algunos estudiantes, el trabajo de grado titulado: **"Diagnóstico del potencial metrológico de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital – Francisco José de Caldas"**; se pretende con la culminación de este trabajo determinar el nivel con que cuenta la Facultad para la prestación de servicios de medición, asesorías metrológicas, capacitación de personal en diferentes áreas de la medición, procedimiento de certificación de personal y equipos en general, entre otras factibles actividades.

Por lo anteriormente expuesto me dirijo a usted con el fin de solicitar su visto bueno para el desarrollo del proyecto y con ello lograr la total colaboración por parte del personal de laboratorios que usted dirige, teniendo en cuenta que se requerirá información detallada de instrumentos y equipos de laboratorio de los cuales sólo ellos tienen información.

Los estudiantes de ingeniería mecánica que estarán adelantando cada una de las visitas a los laboratorios serán:

- Germán Benítez Martínez, Código: 20141375092 3123422119
- Juan Carlos Jiménez Navarrete, Código: 20151375028 3204199506

De antemano agradezco enormemente su colaboración para dar un oportuno desarrollo a la presente iniciativa y espero que los resultados producto de ésta sean de común beneficio para toda la comunidad académica de la Universidad y su entorno. Quedo atento a sus observaciones y sugerencias.

Cordialmente.

John Alejandro Forero Casallas
Director del Trabajo de Grado
Profesor – Proyecto Curricular de Mecánica

Vo.Bo. Luis Antonio Noguera Vega
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular de Ingeniería eléctrica

Bogotá D.C., Octubre 2019

Ingeniero(a)
JOSÉ DAVID CELY CALLEJAS
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular Ingeniería en Electrónica
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital - Francisco José de Caldas
La ciudad

Cordial saludo.

Teniendo en cuenta las necesidades actuales de la Facultad Tecnológica en aspectos metrológicos, se planteó por parte del grupo de investigación DISING y algunos estudiantes, el trabajo de grado titulado: **"Diagnóstico del potencial metrológico de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital – Francisco José de Caldas"**; se pretende con la culminación de este trabajo determinar el nivel con que cuenta la Facultad para la prestación de servicios de medición, asesorías metrológicas, capacitación de personal en diferentes áreas de la medición, procedimiento de certificación de personal y equipos en general, entre otras factibles actividades.

Por lo anteriormente expuesto me dirijo a usted con el fin de solicitar su visto bueno para el desarrollo del proyecto y con ello lograr la total colaboración por parte del personal de laboratorios que usted dirige, teniendo en cuenta que se requerirá información detallada de instrumentos y equipos de laboratorio de los cuales sólo ellos tienen información.

Los estudiantes de ingeniería mecánica que estarán adelantando cada una de las visitas a los laboratorios serán:

- Germán Benítez Martínez, Código: 20141375092
- Juan Carlos Jiménez Navarrete, Código: 20151375028

De antemano agradezco enormemente su colaboración para dar un oportuno desarrollo a la presente iniciativa y espero que los resultados producto de ésta sean de común beneficio para toda la comunidad académica de la Universidad y su entorno. Quedo atento a sus observaciones y sugerencias.

Cordialmente,

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
LABORATORIOS
01 SEP 2019
Hora 8:01 PM
No. de Folios
Firma

John Alejandro Forero Casallas
Director del Trabajo de Grado
Profesor – Proyecto Curricular de Mecánica

Vo.Bo. José David Cely Callejas
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular de Ingeniería en Electrónica

Bogotá D.C., Octubre 2019

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
"LABORATORIOS DE INDUSTRIAL"
01 OCT 2019
Hora : 7:50 Pm
No. de Folios :
Firma :

Ingeniero(a)
DORIS MARLENE OLEA
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular Ingeniería en Producción
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital - Francisco José de Caldas
La ciudad

Cordial saludo.

Teniendo en cuenta las necesidades actuales de la Facultad Tecnológica en aspectos metrológicos, se planteó por parte del grupo de investigación DISING y algunos estudiantes, el trabajo de grado titulado: **"Diagnóstico del potencial metrológico de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital – Francisco José de Caldas"**; se pretende con la culminación de este trabajo determinar el nivel con que cuenta la Facultad para la prestación de servicios de medición, asesorías metrológicas, capacitación de personal en diferentes áreas de la medición, procedimiento de certificación de personal y equipos en general, entre otras factibles actividades.

Por lo anteriormente expuesto me dirijo a usted con el fin de solicitar su visto bueno para el desarrollo del proyecto y con ello lograr la total colaboración por parte del personal de laboratorios que usted dirige, teniendo en cuenta que se requerirá información detallada de instrumentos y equipos de laboratorio de los cuales sólo ellos tienen información.

Los estudiantes de ingeniería mecánica que estarán adelantando cada una de las visitas a los laboratorios serán:

- Germán Benítez Martínez, Código: 20141375092
- Juan Carlos Jiménez Navarrete, Código: 20151375028

De antemano agradezco enormemente su colaboración para dar un oportuno desarrollo a la presente iniciativa y espero que los resultados producto de ésta sean de común beneficio para toda la comunidad académica de la Universidad y su entorno. Quedo atento a sus observaciones y sugerencias.

Cordialmente,

John Alejandro Forero Casallas
Director del Trabajo de Grado
Profesor – Proyecto Curricular de Mecánica

Vo.Bo. Doris Marlene Olea
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular de Ingeniería en Producción

Carlos A Gomez

Bogotá D.C., Octubre 2019

Ingeniero
MAURICIO BUENO PINZÓN
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular Ingeniería Civil
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital - Francisco José de Caldas
La ciudad

Cordial saludo.

Teniendo en cuenta las necesidades actuales de la Facultad Tecnológica en aspectos metrológicos, se planteó por parte del grupo de investigación DISING y algunos estudiantes, el trabajo de grado titulado: **"Diagnóstico del potencial metrológico de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital – Francisco José de Caldas"**; se pretende con la culminación de este trabajo determinar el nivel con que cuenta la Facultad para la prestación de servicios de medición, asesorías metrológicas, capacitación de personal en diferentes áreas de la medición, procedimiento de certificación de personal y equipos en general, entre otras factibles actividades.

Por lo anteriormente expuesto me dirijo a usted con el fin de solicitar su visto bueno para el desarrollo del proyecto y con ello lograr la total colaboración por parte del personal de laboratorios que usted dirige, teniendo en cuenta que se requerirá información detallada de instrumentos y equipos de laboratorio de los cuales sólo ellos tienen información.

Los estudiantes de ingeniería mecánica que estarán adelantando cada una de las visitas a los laboratorios serán:

- Germán Benítez Martínez, Código: 20141375092
- Juan Carlos Jiménez Navarrete, Código: 20151375028

De antemano agradezco enormemente su colaboración para dar un oportuno desarrollo a la presente iniciativa y espero que los resultados producto de ésta sean de común beneficio para toda la comunidad académica de la Universidad y su entorno. Quedo atento a sus observaciones y sugerencias.

Cordialmente,

John Alejandro Forero Casallas
Director del Trabajo de Grado
Profesor – Proyecto Curricular de Mecánica

Vo.Bo. Mauricio Bueno Pinzón
Coordinador Laboratorios
Proyecto Curricular de Ingeniería Civil

CÓDIGO GRUPO 72912

Bogotá D.C. Octubre de 2019

Ingeniero.
Luis Antonio Noguera Vega
Coordinador de laboratorios Tecnología en Electricidad
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Ciudad

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
CORRESPONDENCIA RECIBIDA
LABORATORIOS DE ELECTRICIDAD
11 OCT 2019
Hora : 3:50 pm
No. de Folios :
Firma :

Asunto: Préstamo de equipos para proyecto de grado

Por medio de la presente los estudiantes mencionados a continuación solicitamos el préstamo de los laboratorios de tecnología en electricidad para la realización de prácticas libres como complemento en el desarrollo del proyecto de grado titulado: DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL METROLÓGICO DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre:	Juan Carlos Jimenez	Código:	20151375028
Nombre:	Germán Benítez Martínez	Código:	20141375092
Nombre:	**xxx**	Código:	xxx

Asimismo **John Alejandro Forero Casallas** docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, como tutor del proyecto de grado me permito autorizar a los estudiantes citados a realizar prácticas libres en los correspondientes horarios durante el presente periodo académico. Asumiendo total responsabilidad de manera solidaria con los estudiantes en caso de ocasionarse algún daño a equipos y comprometiéndonos con su reparación o reposición según sea el caso.

Cordialmente,

Tutor

Juan Carlos Jiménez
Nombre estudiante 1
Celular:3204199506
Correo: juank37@gmail.com

German Benitez
Nombre estudiante 2
Celular: 3123422119
Correo:germanbem@gmail.com

Nombre estudiante 3
Celular:
Correo:

Anexo 2 Documento “Guía para la implementación del laboratorio de metrología institucional de la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas” (ver disco adjunto).

Anexo 3 Base de datos de equipos. (ver en disco adjunto).