GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS PARA ACTIVIDADES DE GESTION ADMINISTRATIVA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE LA FACULTAD TECNOLOGICA UDFJC

AUTOR
ANDRES FERNANDO HERREÑO ALFONSO
20171774003

Docente director
Ing. Mauricio González Colmenares

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
TECNOLOGÍA MECÁNICA / INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ, COLOMBIA
JUNIO 2021

1. INDICE

1. INDICE....2
LISTA DE TABLAS....4
LISTA DE ILUSTRACIONES....5
2. RESUMEN DEL PROYECTO....6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA....7
4. OBJETIVOS....8
OBJETIVO PRINCIPAL....8
OBJETIVOS ESPECIFICOS....8
5. JUSTIFICACIÓN....9
6. MARCO TEÓRICO Y NORMATIVO....10
6.1.1. METROLOGÍA....10
6.1.2. METROLOGÍA LEGAL....10
6.1.3. METROLOGÍA DIMENSIONAL....11
6.1.4. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA....11
6.1.5. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO....11
6.1.6. ISO....12
6.1.7. ICONTEC....12
6.1.8. ONAC (ORGANIZACIÓN NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA)....12
6.1.9. LABORATORIO DE METROLOGÍA....13
6.1.10. MAPA DE PROCESOS....13
6.1.11. CALIBRACIÓN....14
6.1.12. TRAZABILIDAD METROLOGICA....14
6.1.13. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN....15
6.2. MARCO NORMATIVO....18
7. ESTRUCTURA DE GESTIÓN....20
7.1. POBLACIÓN QUE ATENDER:....20
7.1.1. POBLACIÓN INTERNA:....20
7.1.2. POBLACIÓN EXTERNA:....20
7.2. SERVICIOS POR OFRECER:....20
7.2.1. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS:....20
7.2.2. CAPACITACIÓN:....21

7.2.3. SERVICIO DE MEDICIONES:.....25
7.3. OTROS SERVICIOS:.....29
7.3.1. SERVICIOS DE INVESTIGACION:.....29
7.4. MAPA DE PROCESOS 29
7.5. CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS: 30
7.6. INSTRUCTIVOS DE USO: 36
7.6.1. CALIBRADOR PIE DE REY (ANALOGO).....36
7.6.2. CALIBRADOR PIE DE REY (DIGITAL).....39
7.6.3. GONIOMETRO ANALOGO.....39
7.6.4. MICROMETRO DIGITAL 41
7.6.5. MICROMETRO ANALOGO.....42
7.6.6. COMPARADOR HORIZONTAL DE PALPADOR OSCILANTE ANALOGO 43
7.6.7. COMPARADOR DE CARATULA DE BASE MAGNETICA ANALOGO 44
7.6.8. MARMOL 45
7.6.9. ESCANER MANUAL 3D ARTEC EVA 45
7.6.10. SOLUCIÓN INTEGRAL DE ESCANEO 3D DE GRADO METROLOGICO EVIXSCAN DUTY QUADRO 3D. 46
8. IMPACTO Y RESULTADOS ESPERADOS.....48
9. CONCLUSIONES 49
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estructura curso "Metrología Básica". 23
Tabla 2. Estructura curso "Metrología Dimensional".....23
Tabla 3. Estructura curso "Estimación de Incertidumbres". 24
Tabla 4. Estructura curso "Norma NTC 10012". 24
Tabla 5. Estructura curso "Analisis R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad)". 25
Tabla 6. Formato de información de actividad del laboratorio. 27
Tabla 7. Lista de instrumentos del laboratorio. 28
Tabla 8. Caracterización de proceso de capacitación.....31
Tabla 9. Caracterización de proceso de medición. 32
Tabla 10. Caracterización del proceso aseo y limpieza 33
Tabla 11. Caracterización del proceso de mantenimiento de los instrumentos y equipos. 34
Tabla 12. Caracterización del proceso de administración del laboratorio. 35

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Calibrador Pie de Rey Análogo. 15
Ilustración 2. Goniómetro. 16
Ilustración 3. Micrómetro. 17
Ilustración 4. Mármol Metrológico. 17
Ilustración 5. Reloj Comparador. 18
Ilustración 6. Mapa de Procesos. 30
Ilustración 7. Carrete de Calibrador Pie de Rey Análogo. 36
Ilustración 8. Medición de Piezas con Calibrador Pie de Rey. 37
Ilustración 9. Escalas de medición. 37
Ilustración 10. Medición de Interiores con Calibrador Pie de Rey. 38
Ilustración 11. Medición de profundidad con Calibrador Pie de Rey. 38
Ilustración 12. Medición con Calibrador Pie de Rey Digital. 39
Ilustración 13. Goniómetro en posición. 40
Ilustración 14. Toma de Medición. 40
Ilustración 15. Escalas de medición en el Goniómetro. 41
Ilustración 16. Micrómetro Expandido. 41
Ilustración 17. Medición con Micrómetro Digital. 42
Ilustración 18. Micrómetro Análogo expandido. 42
Ilustración 19. Medición con Micrómetro Análogo. 43
Ilustración 20. Lectura de la medición. 43
Ilustración 21. Comparador Horizontal de Palpador Oscilante Análogo. 44
Ilustración 22. Comparador Horizontal con Base Magnética. 45
Ilustración 23. Escáner Manual 3D ARTEC EVA. 46
Ilustración 24. Escáner Metrológico 3D Evixscan Duty Quadro. 47

2. RESUMEN DEL PROYECTO

En el presente proyecto se contempla la estructuración de los procesos necesarios para la gestión administrativa del futuro laboratorio de metrología del proyecto curricular de Tecnología Mecánica, con el cual se busca ofrecer un servicio a los estudiantes del programa y de la facultad fortaleciendo los conocimientos sobre dicho campo. Con equipos de medición propios de la universidad y la incorporación de otros, el estudiante y/o practicante podrá obtener una gran experiencia utilizando y conociendo los aspectos más relevantes en el uso de estos instrumentos, complementando así los conocimientos adquiridos en el aula con los conocimientos que puedan surgir a partir de la experiencia con estos equipos.

También se contemplará que el laboratorio pueda llegar a prestar servicios empresariales, con lo cual los procesos y gestión del laboratorio estarán orientados a cumplir con ciertos parámetros que establecen normas técnicas como la **ISO 17025** “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración”, la **NTC/ISO 10012** “Sistema de gestión para la medición. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición” y la **ISO 9001** “Sistemas de gestión de la calidad”.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta la creación del laboratorio de metrología en la facultad tecnológica adscrito al proyecto curricular de Tecnología Mecánica, se considera necesario crear un plan de manejo a nivel general del laboratorio y a nivel de equipos de medición, con el propósito de darle el mejor funcionamiento en beneficio de los primeros clientes que son los estudiantes. Con lo anterior, se presenta la necesidad de establecer procedimientos que se cumplan en este laboratorio. Tales que nos indiquen el ¿Cómo darles correcto uso a los equipos? ¿Cuál es el perfil de la persona que estará a cargo? ¿Qué normas técnicas se deben cumplir como mínimo en el laboratorio para que este en un futuro pueda ofrecer servicios empresariales?

4. OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

Estructuración de procesos de gestión para el laboratorio de metrología de la facultad tecnológica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnósticos de servicios internos y externos que se puedan llegar a ofrecer en el laboratorio.
- Generar los procesos, procedimientos, instructivos necesarios para la gestión administrativa y técnica del laboratorio.
- Generación del material de apoyo para el desarrollo de procesos del laboratorio.

5. JUSTIFICACIÓN

Desde los orígenes de la tecnología siempre se ha contemplado el uso de las mediciones como componente fundamental de cualquier actividad, al avanzar la tecnología se diseñan y fabrican diferentes equipos que nos brindan un gran soporte en el campo de la metrología. Con el pasar de los tiempos, este campo ha tomado gran relevancia, llegando a desarrollarse nuevas técnicas y a normalizarse algunos procedimientos y unidades.

Con esto, la nueva creación del nuevo laboratorio de metrología de la facultad tecnológica hace que este campo se fortalezca mucho más en los estudiantes, profesores, y demás personas que puedan llegar a hacer uso del laboratorio. Ya que con los actuales equipos y algunos que serán adquiridos posteriormente estos conocimientos se fortalecerán, debido a que el uso de cada equipo se ilustrara y se podrá llegar a un aprendizaje más profundo acerca del funcionamiento, uso y aplicaciones de los diferentes equipos de medición que llegue a poseer el laboratorio.

Para esto, se hace necesario definir los tipos de servicios que se pueden ofrecer en él laboratorio, establecer una estructura clara que contribuya con el manejo y administración de dicho laboratorio y aplicar la reglamentación de la universidad, y normas técnicas que apliquen en este campo, debido a que en el actuar laboral esto es algo de vital importancia en un profesional de este campo. Por esto aunque el laboratorio no esté oficialmente certificado se hará énfasis en cumplir varias normas de estas para mejorar el proceso de aprendizaje de los relacionados con el laboratorio.

6. MARCO TEÓRICO Y NORMATIVO

6.1. MARCO TEÓRICO

En la actualidad el uso de la metrología en la ciencia e ingeniería ha incrementado y además desarrollándose en gran forma, gracias a esto se ha llegado a tener elementos de mayor precisión y exactitud. Debido a la relevancia que tiene esta, se han creado diferentes organizamos de control que se encargar de vigilar y controlar diferentes ámbitos de la ingeniera y de la ciencia. Sin embargo, cada norma que estos organismos sugieren llega a ser compatibles entre cada una. Para tener una idea correcta de la raíz del trabajo a realizar nos remitimos a los diferentes conceptos descritos a continuación:

6.1.1. METROLOGÍA

La metrología es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesos y medidas. Como en cualquier otro demandado por la sociedad, actúa tanto en los ámbitos científico, industrial y legal. Su objetivo fundamental es la obtención y expresión del valor de las magnitudes, garantizando la trazabilidad de los procesos y la consecución de la exactitud requerida en cada caso; empleando para ello instrumentos métodos y medios apropiados. Los físicos y las industrias utilizan una gran variedad de instrumentos para llevar a cabo sus mediciones. Desde objetos sencillos como reglas y cronómetros hasta potentes microscopios, medidores de láser e incluso avanzadas computadoras muy precisas.

La metrología es una parte fundamental de lo que en los países industrializados se conoce como Infraestructura Nacional de la Calidad, compuesta además por las actividades de: normalización, ensayos, certificación y acreditación, que a su vez son dependientes de las actividades metrológicas que aseguran la exactitud de las mediciones que se efectúan en los ensayos, cuyos resultados son la evidencia para las certificaciones. La metrología permite asegurar la comparabilidad internacional de las mediciones y por tanto la intercambiabilidad de los productos a escala internacional. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

6.1.2. METROLOGÍA LEGAL

La metrología legal se relaciona con las actividades que se derivan de los requisitos legales que se aplican a la medición, las unidades de medida, los instrumentos de medida y los métodos de medida que se llevan a cabo por los organismos competentes. El estado debe garantizar una infraestructura con los cuales se puedan cumplir ciertos objetivos que brinden un beneficio entre la comunidad en general.

Con la implementación de la metrología legal, se busca que los instrumentos de medición se ajusten a lo establecido en los reglamentos técnicos de metrología, procura que las medidas en los intercambios comerciales sean las justas, y lleguen a facilitar los intercambios comerciales nacionales e internacionales, además, con la implementación de este previene los fraudes en los intercambios. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

6.1.3. METROLOGÍA DIMENSIONAL

La metrología dimensional al igual que todas las ramas de la metrología, se fundamenta en las mediciones de los sistemas de unidades adoptados. Con este tipo de metrología podemos determinar de manera correcta las magnitudes lineales y angulares, así mismo, este concepto puede llegar a ser tomado en cuenta para el concepto de formas y de acabado superficial (18)

6.1.4. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA

El Instituto Nacional de Metrología (INM) es la máxima entidad de metrología en el país, creada mediante decreto 4175 en el año 2011, con el objetivo de coordinar la metrología científica, industrial, además de ejecutar actividades que motiven la innovación y soporten el desarrollo científico, económico y tecnológico del país, mediante la investigación, la prestación de servicios metrológicos, el apoyo a las actividades de control metrológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de unidades (SI).

Dentro de las funciones más generales del INM, fortalecer el control metrológico que adelantan las autoridades competentes; establecer, coordinar y articular, la Red Colombiana de Metrología (RCM); asegurar y prestar servicios, de asistencia técnica a las entidades que lo soliciten, en aspectos científicos y tecnológicos de las mediciones y sus aplicaciones; las demás funciones que se le asignen por la ley. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

6.1.5. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

La Superintendencia de Industria y Comercio es la autoridad nacional de protección de la competencia, los datos personales y la metrología legal, protege los derechos de los consumidores y administra el Sistema Nacional de Propiedad Industrial, a través del ejercicio de sus funciones administrativas y jurisdiccionales.

Esto lo hace gracias al compromiso y competencia técnica de su talento humano, que, articulados con los valores institucionales, la capacidad de innovación y adaptación al cambio, el compromiso con la calidad del servicio, el uso de las tecnologías de la información y la eficiencia en el gasto público, contribuyen a la generación de confianza en la ciudadanía. (3)

6.1.6. ISO

Organización Internacional para la Estandarización (ISO) “isos” de origen griego que significa igual, fue el término escogido para darle nombre a la organización, es una entidad internacional independiente no gubernamental, la cual cuenta con 165 miembros de organismos nacionales de estandarización. Estos miembros suelen reunirse para compartir conocimientos y desarrollar nuevas normas, basadas en consensos que respaldan la innovación y brinda soluciones a los retos globales.

La ISO fue creada en el año 1946 en la ciudad de Londres, Inglaterra. Se reunieron los primeros 65 delegados de 25 países, para discutir lo que sería el nuevo avance en la normalización a nivel mundial. En 1947 ISO se creó oficialmente, con la existencia de 67 comités técnicos. Actualmente se encuentra radicada en la ciudad de Ginebra, Suiza. Hoy en día, ISO tiene más de 23400 normas estandarizadas cubriendo todos los aspectos de la fabricación y tecnología, con presencia en 165 países miembros y más de 792 comités técnicos y subcomités protegiendo el desarrollo de los nuevos estándares desarrollados. (4)

6.1.7. ICONTEC

ICONTEC es una organización privada, sin ánimo de lucro, con amplia cobertura internacional; creado en 1963 con el objetivo de responder a las necesidades de los diferentes sectores económicos, a través de servicios que específicos al desarrollo y competitividad de las organizaciones, mediante la confianza que se genera en sus productos y servicios.

En Colombia, ICONTEC se ha establecido como líder en el país a través de la innovación en normalización, en educación, en evaluación de la conformidad y en metrología. Es el organismo nacional de normalización, este cuenta con presencia en los organismos más importantes de normalización en el mundo, tales como ISO, ya que permite la definición y el desarrollo de normas, que permite que Colombia pueda seguir en la vanguardia en la información y la tecnología. (5)

6.1.8. ONAC (ORGANIZACIÓN NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA)

ONAC cumple las actividades de acreditación siendo el 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, 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 y las demás normas que los modifiquen, sustituyan o complementen. (6)

6.1.9. LABORATORIO DE METROLOGÍA

Los laboratorios de metrología son espacios que cuentan con la infraestructura necesaria para brindar los servicios de calibración, medición y pruebas de equipos para las diferentes industrias. De igual manera, los mejores laboratorios deben contar con personal altamente capacitado y cualificado para llevar a cabo las pruebas metrológicas y de calibración necesarias. Dependiendo de la conformación de cada laboratorio se pueden ofrecer servicios que involucren la calibración y pruebas para las diferentes áreas, las más comunes son:

- Dimensional, para instrumentos como los micrómetros, medidores universales, reglas, cintas métricas, entre otros.
- Masas y balanzas, para la calibración de balanzas, básculas y masas patrón (pesas).
- Termometría, en donde se ven involucrados instrumentos como termómetros (líquido en vidrio, bimetálicos y digitales), hornos, baños termostáticos, RTD y termopares.
- Presión. Calibración de manómetros y transductores.
- Eléctrica. En donde se llevan a cabo la calibración en tensión y corriente eléctrica continua y alterna, resistencia eléctrica, potencia eléctrica continua y alterna; para medidores y fuentes de voltaje, corriente, resistencia y simuladores de temperatura y presión.
- Fuerza, para la calibración de instrumentos de medición de fuerza a tracción o compresión.

Los laboratorios de metrología son de vital importancia dentro de la industria que llega a requerir una exactitud y precisión en sus medidas, esto se realiza con la intención de llegar a tener una eficiencia de los procesos que así lo requieran, además, de brindar una seguridad a los usuarios de estos. (7)

6.1.10. MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos es la representación gráfica de la interrelación existente entre todos los procesos y subprocesos de una organización. Dicho así, puede parecer

fácil de realizar, pero la verdad es que suele ser una tarea ardua que implica a los diferentes departamentos de la organización. El objetivo de este mapa es conocer de forma muy detallada y profunda los funcionamientos de los procesos y actividades en los que la organización está involucrada. Los procesos de una organización se dividen en 3 grandes grupos: procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de soporte.

Se trata de un diagrama que presenta la visión global de la estructura de la organización, donde se presentan todos los procesos que la conforman y sus principales relaciones. Para elaborarlo se deben conocer todas las conexiones además de las entradas (inputs) y salidas (outputs) de cada proceso, teniendo en cuenta que la entrada tiene unos objetivos marcados en relación con el usuario y la salida de éste tiene que satisfacer las necesidades del usuario con relación a los objetivos marcados.

Un mapa de procesos no es igual en todos los casos, sino que cada organización lo adapta a su estructura. Deben de ser claros y concisos en cuanto a la información que se refleja para cumplir con su finalidad. Todos los procesos deben constar en el mapa y deben de estar unidos a los procesos con los que se interrelacionan, si los hay. No es necesario que se expliquen en detalle todos los procesos, pero sí que consten los grupos de actividades que engloban. (8)

6.1.11. CALIBRACIÓN

Recibe el nombre de calibración, la acción de comparar la medida de un instrumento, con relación a un patrón o medidas previamente ya establecidas por un organismo de control internacional. La calibración difiere de lo que es el ajuste del instrumento de medición, aunque esta es una actividad muy importante para el instrumento no debemos confundirlas y se recomienda ajustar los instrumentos con la periodicidad necesaria para garantizar buena precisión. (11)

6.1.12. TRAZABILIDAD METROLOGICA

La trazabilidad metrológica, involucra una cadena ininterrumpida y con sus respectivas documentaciones de calibraciones. Estas calibraciones, colaboran para el desarrollo de la incertidumbre de las mediciones. Es de resaltar que con la implementación de la trazabilidad metrológica no se garantiza la adecuación de la incertidumbre, o la ausencia de errores humanos.
La trazabilidad metrológica contiene varios elementos que llegan a ser necesarios para su confirmación. Estos elementos son: una cadena de trazabilidad metrológica ininterrumpida a un patrón internacional o a un patrón nacional, una incertidumbre de medida documentada, un procedimiento de medida documentado, una competencia técnica reconocida, la trazabilidad metrológica al SI y los intervalos entre calibraciones. (12)

6.1.13. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

El laboratorio cuenta con los siguientes instrumentos:

- **CALIBRADOR PIE DE REY**

  El calibrador pie de rey o también llamado calibre con escala vernier, es un instrumento con el cual podemos obtener medición más exactas y precisas que con otros instrumentos. Este instrumento está compuesto por una serie de componentes que lo beneficia en su labor de medición a diferencia de una regla o una cinta métrica, sin embargo, este dispositivo deja de ser útil cuando se requieren medidas en la escala de micras (µ).
  El calibrador pie de rey está compuesto por un juego de puntas para mediciones exteriores, y otras puntas para mediciones interiores, además con su vástago permite la medición de profundidad en agujeros, roscas, etc. Además de contar una escala principal donde están las mediciones y un nonio, donde están ubicadas las escalas para una mayor precisión y exactitud de este. Actualmente, podemos encontrar calibradores análogos o digitales, teniendo ambos la misma confianza y calidad en sus resultados. (23) (24)

Ilustración 1. Calibrador Pie de Rey Análogo.
Fuente: Laboratorio de Mecánica.

- **GONIOMETRO**

  El goniómetro o sextante es un dispositivo de metrología para realizar mediciones precisas de ángulos de piezas u objetos, su uso se ha encontrado desde la marina hasta en el campo de construcción, donde permite obtener el ángulo existente entre dos objetos. Este instrumento de medición suele tener forma circular, pero permite graduar sus ángulos entre 180° hasta 360° o de un semicírculo, usualmente el goniómetro o sextante posee un dial giratorio ubicado sobre el eje de simetría y donde se permite obtener la medida angular.
  El goniómetro suele estar conformado por una regla fija, una regla regulable, un disco principal donde se ubican la escala principal, un disco giratorio

donde están ubicadas las escalas del nonio donde nos aporta la resolución del instrumento, además de un tornillo bloqueador, un tornillo de regulación y un tornillo de ajuste para la regla fija.
Es de resaltar que sus componentes pueden variar según el tipo de goniómetro que se vaya a usar y su aplicación, ya que podemos encontrar su uso desde el marítimo, y pasando por el campo de las telecomunicaciones, medicina y trigonometría, y como se mencionaba del goniómetro puede llegar a derivarse algunos instrumentos de medida comunes como el transportador. (25) (26)

Ilustración 2. Goniómetro.
Fuente: https://www.ingmecafenix.com/wp-content/uploads/2018/03/Goniometro.jpg

- **MICROMETRO**

El micrómetro, es un instrumentó de medición de alta precisión, usado para tomar medidas de la escala de micras y recibe su nombre de la palabra griega micros (pequeño) y metron (medición). Su funcionamiento está basado en un tornillo micrométrico de alta precisión que permite la posibilidad de tomar medidas en rangos de centésimas de milímetro (0.01mm) o milésimas de milímetro (0.001mm).
Hay gran variedad de micrómetros, diferenciados principalmente por su resolución, capacidad de longitud máxima y unidades de medida que este llega a manejar, comercialmente se consiguen en intervalos de medición de 25 mm, aunque algunos vienen provistos de un solo arco con varias extensiones.
Estos instrumentos se pueden llegar a encontrar en el mercado de forma análoga o digitales, sin embargo, su principio de funcionamiento sigue siendo el mismo para ambos casos, el cual se basa en la aproximación de dos extremos, donde desde un extremo se mueve con el movimiento del tornillo, donde además se puede encontrar la escala principal y el nonio o en caso de ser digital, una pequeña pantalla donde se ve la medición que se realizó. (27)

Ilustración 3. Micrómetro.
Fuente: Laboratorio de Mecánica.

- **MARMOL (METROLOGICO)**

El empleo del mármol en la metrología es simplemente para hacer un control y verificación de la planitud de una pieza, figura u objeto. Simplemente es una mesa de mármol perfectamente plana, con la cual posteriormente los comparadores de caratula pueden pasar para comprobar paralelismo, precisión del trazo o la medición que se requiera en la misma.
También sirven como soporte de piezas e instrumentos de medición, ya que gracias a la buena planitud que presentan permiten disminuir los posibles errores que se presentan en un proceso de medición. (28)

Ilustración 4. Mármol Metrológico.
Fuente: Laboratorio de Mecánica.

- **RELOJ COMPARADOR**

  El reloj comparador es un elemento metrológico, usado tanto en el comparador horizontal como en el comparador de caratulas, es un instrumento usado en el campo metrológico para realizar mediciones mediante medida diferencial (por comparación). El reloj comparador está diseñado para que mediante pequeños movimientos del palpador sean transmitidos a una aguja indicadora, donde los índices regulables permiten evidenciar las desviaciones respecto con los límites marcados. Al igual que en otros instrumentos, podemos encontrar relojes comparadores de diferentes resoluciones, pero así mismo son los costos de adquisición de estos. Estos instrumentos suelen ser usados por las industrias en sus departamentos de calidad, pero también suelen ser usados en los laboratorios de metrología, debido a que con el reloj comparador se puede medir planitud, circularidad, esfericidad, concentricidad, desviación, desplazamiento, etc. (29)

Ilustración 5. Reloj Comparador.
Fuente: Laboratorio de metrología.

6.2. MARCO NORMATIVO

A continuación, se dará una breve descripción de las normas técnicas colombianas, que aplican en el funcionar y actuar de los laboratorios de metrología. Estas normas técnicas colombianas son una traducción de las normas técnicas internacionales, en especial de las ISO.

- **NTC – ISO 9001 (2015)**

  La NTC 9001 brinda las pautas con el cual la organización, se pueden enfocar en un sistema que ayude en la mejora de la gestión de la calidad, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos y/o servicios que se lleguen a brindar en la organización. (20)

- **NTC – ISO 17025**

  La NTC 17025 es la norma que brinda las pautas de la gestión que debe brindar un laboratorio de ensayo y calibración, los cuales son servicios que un laboratorio de metrología puede llegar a ofrecer, cabe resaltar que, si un laboratorio cumple con esta norma, está cumpliendo de la misma forma con la NTC 9001, ya que cumplen el mismo objetivo en el laboratorio. (21)

- **NTC – ISO 10012**

  La NTC 10012 busca un sistema eficaz con respecto a las mediciones, para eso busca asegurar que los equipos y los procesos de medición sean los adecuados, esto para prevenir las medidas erróneas y beneficiar con la calidad del producto, el objetivo de un sistema de gestión de las mediciones, es gestionar el riesgo de las medidas erróneas dadas por los equipos o los procedimientos erróneos que puedan llegan a producir de alguna manera una perdida en la calidad del servicio o producto ofrecido al consumidor final. Estos procedimientos de gestión van desde la verificación de los equipos e instrumentos usados, hasta el control de procesos de la medición. (19)

- **DECRETO LEY 2150 DE 1995 – ARTICULO 47**

  El decreto ley 2150 de 1995 del ministerio de educación, señala los requisitos especiales con los cuales reglamenta el funcionamiento de los cursos de enseñanza informales, tales cursos informales como diplomados, capacitaciones, etc. Además de especificar bajo que causales deja de ser un curso informal, y los pasos a seguir en dado caso de incumplirse estas indicaciones dadas en el decreto. (22)

7. ESTRUCTURA DE GESTIÓN

Para un correcto funcionamiento del laboratorio de metrología en la Universidad Distrital, es necesario generar una estructura de funcionamiento que genere una buena gestión interna y externa del laboratorio y llegar a prestar el mejor servicio posible a todas las personas que lleguen a involucrarse con este.
Para esto se desarrollará la mejor estrategia de manejo que apoyen la correcta administración de las instalaciones, equipos de medición, y demás implementos que se lleguen a usar o vincular en las instalaciones de este. Además, a esto es necesario definir qué tipos de servicios se ofrecerán, ya que de estos depende la estructura de funcionamiento del laboratorio.

7.1. POBLACIÓN QUE ATENDER:

En primer lugar se define la población que puede ser atendida por el laboratorio, para esto se consideró dos grupos así:

7.1.1. POBLACIÓN INTERNA:

Involucra a cualquier integrante de la comunidad académica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, aquí estarían: estudiantes, profesores, personal administrativo, personal de mantenimiento.

7.1.2. POBLACIÓN EXTERNA:

Aquí se vinculará a personal externo a la Universidad, que pertenezca al sector industrial, egresados vinculados a empresas que requieran del servicio metrológico, organismos de investigación entre otros.

7.2. SERVICIOS POR OFRECER:

Con lo anterior expuesto, es necesario definir qué tipos de servicios se pueden llegar a ofrecer desde el laboratorio independientemente que se trate de personal externo o interno a la Universidad, podemos tomar como ejemplo laboratorios de metrología a nivel nacional y local, donde los servicios más comunes a ofrecer llegan a ser: calibración de equipos, capacitaciones y mediciones. Con esto podemos llegar a realizar un análisis sobre cuáles y el cómo se pueden llegar a ofrecer estos mismos, además, de realizar la revisión necesaria de la normativa que se deba cumplir para ofrecer dicho servicio.

7.2.1. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS:

Debido a la norma y decretos aplicados en el país, para que un centro especializado de metrología pueda llegar a ofrecer servicios de calibraciones de equipos metrológicos es necesario que este cumpla con los requisitos de acreditación y estar inscrito ante la ONAC (Organismo Nacional de Acreditación de Colombia). Con lo anterior, el servicio de

calibración que se llegue a ofrecer en el laboratorio no será acreditado, por lo tanto, no se podrá dar garantía de este proceso en el laboratorio de la universidad, debido a que el laboratorio no estará acreditado por la ONAC.

7.2.2. CAPACITACIÓN:

Dentro de las regulaciones del ministerio de educación, se tiene que los cursos informales, tales como capacitaciones, no requieren de alguna autorización o certificación de funcionamiento, según el artículo 47 del decreto ley 2150 de 1995, donde se señalan los requisitos especiales que estos deben llegar a cumplir para su funcionamiento.

En dicho decreto ley, se señala que la intensidad horaria es el único método para diferenciar de un curso informal a un curso formal, y esta tendrá una intensidad límite de 160 horas y este solo puede otorgar una constancia de asistencia al curso. De llegarse a sobrepasarse esta intensidad horaria, se deberá realizar el correspondiente trámite para obtener una licencia y aprobación por parte de la secretaria de educación. Con lo indicado, se debe contemplar cual será el público de alcance que se llegará a tener, teniendo en cuenta, a los estudiantes propios de la universidad y al público en general.

Partiendo de esto, las capacitaciones que se lleguen a ofrecer al público en general no sobrepasaran este límite de horas, de igual manera se debe contemplar que la forma de enseñanza se debe preparar de tal forma, que la calidad sea de las mejores.

De igual forma, los encargados de dar las capacitaciones, debe tener certificados que constaten que tiene los conocimientos necesarios para poder impartir esta clase de capacitaciones, y que se pueda obtener los mejores resultados de estas capacitaciones.

Con lo anterior expuesto, se propone algunas capacitaciones y cursos para impartir como los siguientes:

- Curso en metrología básica, el objetivo principal de este curso es el de ofrecer los conocimientos básicos de la metrología desde el aspecto de sistema de medición, complementado con el vocabulario internacional de metrología atendiendo la última versión que es del año 2012 y el sistema internacional de unidades.

- Curso en metrología dimensional, contempla los aspectos básicos de la metrología enfocada al uso de instrumentos asociados a la magnitud de longitud, como pie de rey, micrómetros y comparadores

de caratula; contemplando aspectos relacionados con la calibración basado en normas técnicas nacionales o internacionales.

- Curso de estimación de incertidumbres, se ofrece este curso abordando las temáticas de errores de medición, análisis estadístico básico y metodologías para estimar incertidumbres en sistemas de medición. Para profesores y estudiantes que estén adelantando proyectos de medición la estimación de incertidumbre de medición en los resultados alcanzados constituye un aspecto muy importante para tener en cuenta.

- Curso en la norma NTC 10012, permite transmitir conocimientos para el análisis y pautas de implementación de la norma, aunque no se certifica si es de gran ayuda en el contexto industrial.

- Curso de análisis R&R (repetibilidad y reproducibilidad). Para las empresas que desarrollan programas de aseguramiento metrológico, los análisis de R&R constituyen un soporte fuerte dentro del enfoque de calidad que allí se llevan a cabo; por otro lado también contribuye en el escenario investigativo, por lo tanto es de gran ayuda para profesores y estudiantes que estén desarrollando proyectos de investigación con aplicaciones de estas temáticas.

Con la especificación de los cursos a ofrecerse por parte del laboratorio, es de gran importancia planificar una estructura acerca de estos cursos, esta estructura es de gran importancia que se realice con cada uno de los cursos que se lleguen a ofrecer. A continuación, se plantea la estructura de los cursos anteriormente nombrados.

ESTRUCTURA DEL CURSO	
Título Del Curso	Metrología Básica
Temáticas	1. Elementos de un Sistema de Medición. 2. Clasificación de la metrología. 3. Vocabulario Internacional de Metrología VIM. 4. Sistema Internacional de Unidades. 5. Aplicaciones de la metrología.
Modalidad	Virtual o Presencial
Objetivo Del Curso	Transmitir los conceptos básicos de metrología desde la composición de un sistema de medición teniendo en cuenta el sistema internacional de unidades y el fin de la medición.
A Quien Está Dirigido	Personal Externo o Interno a la Universidad
Duración	12 horas

Tabla 1. Estructura curso "Metrología Básica".

ESTRUCTURA DEL CURSO	
Título Del Curso	Metrología Dimensional
Temáticas	1, Introducción 2. Unidades asociadas a la magnitud de longitud 3. Concepto asociados a la magnitud de longitud 4. Instrumentos Por Usarse En La Metrología 5. Tolerancias En La Fabricación 6. Tolerancia e Incertidumbre
Modalidad	Presencial y/o Virtual
Objetivo Del Curso	Aprender el uso adecuado de instrumentos básicos de la metrología dimensional junto con los aspectos generales de métodos asociados a la calibración.
A Quien Está Dirigido	Público En General
Duración	24 horas

Tabla 2. Estructura curso "Metrología Dimensional"

ESTRUCTURA DEL CURSO	
Título Del Curso	Estimación De Incertidumbres
Temáticas	1.Tipos de Errores de Medición 2. Cuantificación de Errores de Medición 3. Concepto de Incertidumbre de Medición 4.Tipos de Incertidumbre y sus Diferencias 5. Estimación de Incertidumbres 6. Uso Y Aplicaciones De La Incertidumbre de Medición.
Modalidad	Virtual y/o Presencial
Objetivo Del Curso	Con la realización del curso, se espera que el estudiante al final del curso pueda entender, comprender y dominar los tipos y procesos que hay para la obtención de incertidumbre de medición, así como sus usos y aplicaciones que se aplica en la industria.
A Quien Está Dirigido	Público En General
Duración	12 horas

Tabla 3. Estructura curso "Estimación de Incertidumbres".

ESTRUCTURA DEL CURSO	
Título Del Curso	Norma Ntc 10012.
Temáticas	1. Gestión de la Calidad y la Metrología. 2. Sistema de la Gestión de la Medición. 3. Recursos y Necesidades de la Metrología. 4. Proceso de Medición. 5. Análisis y Mejora del Sistema.
Modalidad	Presencial y/o Virtual.
Objetivo Del Curso	Capacitar de manera correcta a los estudiantes que opten por tomar el curso en el ntc 10012, que entiendan el funcionamiento de la norma y como esta puede llegar a aplicarse y beneficiar en el campo industrial su aplicación.
A Quien Está Dirigido	Público En General
Duración	12 horas.

Tabla 4. Estructura curso "Norma NTC 10012".

ESTRUCTURA DEL CURSO	
Título Del Curso	Análisis R&R (Repetibilidad Y Reproducibilidad).
Temáticas	1. Aplicaciones de los estudios R&R. 2. Estudios R&R por Rangos. 3. Estudios R&R por Rangos y Promedios. 4. Estudios R&R por método ANOVA.
Modalidad	Presencial y/o Virtual
Objetivo Del Curso	Se espera que al final del curso, el estudiante tenga el criterio correcto para saber implementar e interpretar los estudios de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) y que con esto pueda realizar un correcto control en los procesos de mediciones y haga una correcta aplicación de la variación de las medidas realizadas.
A Quien Está Dirigido	Público En General
Duración	Por Determinarse

Tabla 5. Estructura curso "Análisis R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad)".

7.2.3. SERVICIO DE MEDICIONES:

Aunque el laboratorio no llegue a estar acreditado ante la ONAC, se busca tener instrumentos de medición calibrados por el personal encargado del laboratorio. Teniendo en cuenta esto, las acciones que se realicen al interior del laboratorio gozarán de gran precisión y exactitud, además de contar con unas mediciones con trazabilidad.

Contemplando esto, el laboratorio podrá llegar a prestar este servicio de mediciones de longitud a diferentes instituciones, empresas o personas que requieran y soliciten el servicio de mediciones. Obteniendo así, unos resultados con total credibilidad. Este servicio se verá limitado por los instrumentos de medida y las capacidades máximas que estos puedan llegar a medir, así mismo como las resoluciones para realizar las mediciones.

Es necesario mencionar, que para una mayor trazabilidad del servicio y de la medición es necesario mencionar distintos datos, como el lugar de la medición, así mismo como los equipos y sus capacidades para realizar dichas mediciones. Para esto, es necesario generar unos instructivos y formatos que brinden un beneficio en el correcto control y administración de los servicios que se lleguen a generar y brindar por parte del laboratorio. A continuación, se sugiere un formato el cual pueda facilitar y

brindar un apoyo al manejo administrativo y a la adquisición de datos de la prueba realizada para su posterior análisis.

Además, en beneficio al manejo administrativo del laboratorio, es necesario tener un listado con los equipos e instrumentos con los que va a contar el laboratorio, debido a que no sería oportuno ofrecer un servicio sin que este se pueda llegar a satisfacer de la mejor manera correcta. A continuación, se mostrará un listado con los equipos e instrumentos con los que se va a llegar a contar el laboratorio para formular un correcto servicio de este.

	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
	LABORATORIO DE METROLOGIA

INFORMACIÓN DEL OPERARIO	
NOMBRE DEL OPERARIO:	**CARGO:**
INFORMACIÓN DEL SERVICIO	
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	**NIT: __ CC: __ N°:**
DIRECCIÓN:	**TEL:**
UBICACIÓN DEL SERVICIO: EN SITIO: ___ LABORATORIO: ___	**TIPO DE PIEZA:**
EQUIPO Y/O INSTRUMENTO:	**RESOLUCIÓN DEL INSTRUMENTO:**

MEDICIONES REALIZADAS

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

RESULTADOS	
PROMEDIO DE MEDIDA:	**MEDIDA FINAL:**
OBSERVACIONES:	
FIRMA RESPONSABLE:	**FIRMA RECIBIDO:**

Tabla 6. Formato de información de actividad del laboratorio.

INSTRUMENTO	MARCA / MODELO	RANGO	RESOLUCION	CANTIDAD
CALIBRADOR PIE DE REY ANALOGO	STARRET 125MEB-6/150	0mm-150mm/0in-6in	0,05mm -1/128in	27
CALIBRADOR PIE DE REY DIGITAL	799A-6/150	0mm-150mm/0in-6in	0,01mm x 0,0005in	5
CALIBRADOR PIE DE REY DIGITAL	MITUTOYO/500-197	0mm-200mm/0in-8in	0,01mm x 0,0005in	1
GONIOMETRO ANALOGO	MITUTOYO/187-908	Campo de Medida: 4x90°	5'	2
MICROMETRO DIGITAL	MITUTOYO/393-340	0in-1in	0,01mm x 0,0005in	6
MICROMETRO DIGITAL	MITUTOYO/393-340	0mm-25mm	0,001mm	2
MICROMETRO DIGITAL	MITUTOYO/SIN INFORMACIÓN	1in-2in	0.001mm - 0.00005in	1
MICROMETRO ANALOGO	MITUTOYO/SIN INFORMACIÓN	0mm-25mm	0,01mm	5
MICROMETRO ANALOGO	MITUTOYO/SIN INFORMACIÓN	25mm-50mm	0,01mm	5
COMPARADOR HORIZONTAL DE PALPADOR OSCILANTE	MITUTOYO/513-404	0mm-0,8mm	0,01mm	1
COMPARADOR DE CARATULA CON BASE MAGENTICA	MITUTOYO/3058S	25mm-50mm (1mm por vuelta)	0,01mm	7
MARMOL	MITUTOYO/SIN INFORMACIÓN	/	/	1
ESCANER MANUAL 3D ARTEC EVA	ARTEC EVA LITE	61000cm³ volumen máximo de escaneo	0,02mm	1
SOLUCIÓN INTEGRAL DE ESCANEO 3D DE GRADO METROLOGICO	EVIXSCAN/DUTY QUADRO	370mmx265mmx150mm / 210mmx145mmx90mm	0,013mm	1

Tabla 7. Lista de instrumentos del laboratorio.

7.3. OTROS SERVICIOS:

7.3.1. SERVICIOS DE INVESTIGACION:

Se pueden llegar a generar trabajos de investigación propios del laboratorio, pero además se puede llegar a dar colaboraciones con los demás laboratorios que se encuentren desarrollando alguna investigación. Dado que la metrología está involucrada en demasiados campos de investigación como de la vida cotidiana, la colaboración de este puede llegar a ser muy importante para la confianza de los resultados que se generen de estos.

Además de esto, los profesores que sean propios de este campo de la universidad pueden llegar a prestar su colaboración en estos trabajos que no sean propios del área investigativa del laboratorio, pero que de alguna forma esté vinculada las acciones y conocimientos del laboratorio en metrología y especialmente en las longitudes que estén vinculados con los proyectos.

7.4. MAPA DE PROCESOS

Con el mapa de procesos buscamos lograr identificar todos aquellos procesos necesarios para lograr cumplir nuestro mayor objetivo, el cual es dejar una satisfacción en el cliente externo o un estudiante posterior a la finalización del servicio sin interesar cual llegue a ser esté servicio prestado.

Por lo tanto, en el mapa de procesos se presenta un esquema con los procesos más importantes y fundamentales para el correcto funcionamiento del laboratorio, así mismo como sus interconexiones entre cada una y su categoría de funcionamiento, como seria los procesos estratégicos, operativos y de soporte o ayuda.

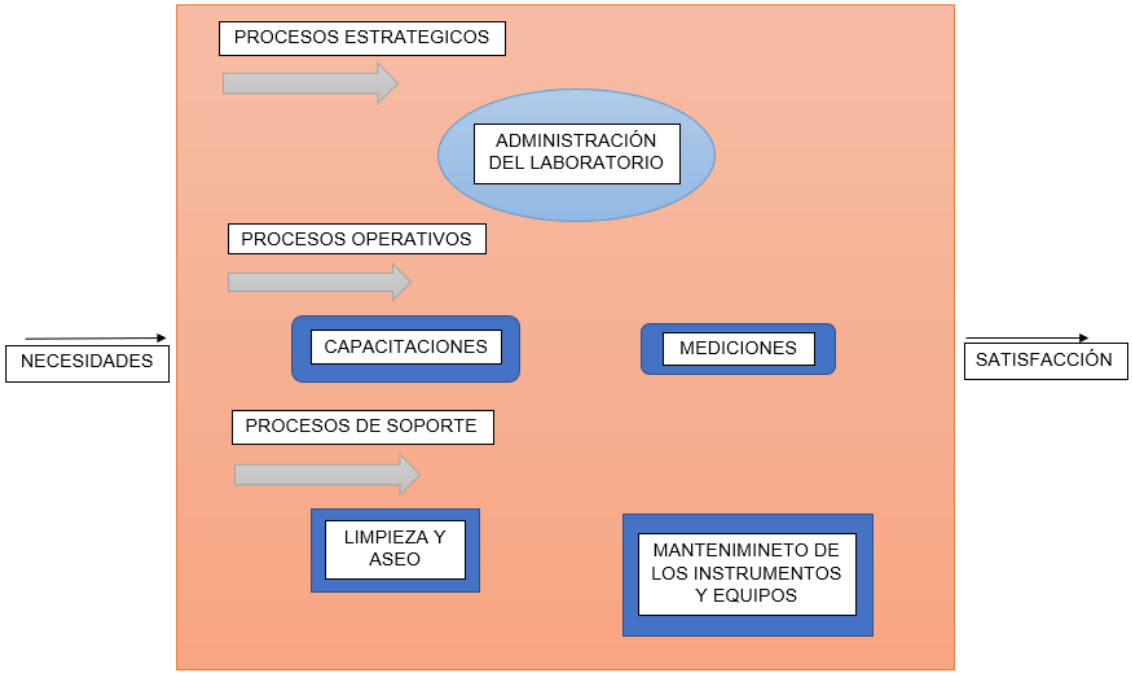

Ilustración 6. Mapa de Procesos.

Una vez identificado los procesos fundamentales para un correcto manejo del laboratorio como se representa en la imagen, es necesario realizar una caracterización de cada proceso identificado como fundamental.

7.5. CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS:

Para una mayor organización y eficiencia del laboratorio de metrología, es necesario crear una caracterización de procesos que brinde un beneficio al manejo administrativo del laboratorio, y aporte unas instrucciones al funcionamiento de este. Estas caracterizaciones se realizan con cada de uno de los procesos identificados previamente en el mapa de procesos con el fin de poder llegar a dar una claridad con respecto a las funciones y encargados de los procesos del laboratorio. A continuación se presentan estas, bajo un mismo formato para todos los procesos.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Acreditación Institucional de Alta Calidad	CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			
	NOMBRE DE PROCESO: CAPACITACIÓN	RESPONSABLES: IDEXUD; DOCENTES ENCARGADOS		
	OBJETIVO DEL PROCESO: DESARROLLAR LAS TEMATICAS PLANTEADAS EN CADA CURSO BAJO LA METODOLOGÍA PROPUESTA Y AROBADA POR EL CLIENTE	ALCANCE: DESARROLLO DE LAS TEMATICAS PROPUESTAS Y APROBADAS POR EL CLIENTE EN CADA CURSO		
ENTRADA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	SALIDA	CLIENTE
ESTRUCTURACIÓN DEL CURSO	REALIZAR LA FORMULACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN NECESARIA PARA LA CONFORMACIÓN DEL CURSO DE CAPACITACIÓN.	LABORATORIO DE METROLOGÍA	CURSOS FORMULADOS BAJO ESTRUCTURA CREADO POR EL IDEXUD.	IDEXUD
OFERTA DEL CURSO	OFERTAR LOS CURSOS A TRAVES DE: PAGINA DE LA UNIVERSIDAD, REDES SOCIALES, ETC.	IDEXUD	PORTAFOLIO DE CURSOS	PROFESIONALES, TÉCNICOS, TECNOLOGOS Y PUBLICO EN GENERAL.
SOLICITUDES DE CAPACITACIONES	RECEPCIONAR Y ATENDER DE MANERA EXITOSA LAS SOLICITUDES DE LAS PERSONAS QUE REALICEN LA SOLICITUD DE CAPACITACIONES.	DEPARTAMENTO DE EXTENSIÓN DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL (IDEXUD).		
ESTUDIANTES ADMITIDOS	ESTABLECIMIENTO E INICIO DEL CURSO.	DOCENTES	ESTUDIANTES CAPACITADOS.	
ESTUDIANTES CAPACITADOS	GENERACIÓN DE CERTIFICADOS DE CAPACITACIÓN SATISFACTORIA.	DEPARTAMENTO DE EXTENSIÓN DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL (IDEXUD).	ESTUDIANTES EGRESADOS	ESTUDIANTES

TIPO DE PROCESO	PROCESO ESTRATEGICO		PROCESOS OPERATIVOS		PROCESOS DE SOPORTE	

Tabla 8. Caracterización de proceso de capacitación.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Acreditación Institucional de Alta Calidad	CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			
	NOMBRE DE PROCESO: MEDICIÓN	RESPONSABLES: LABORATORIO DE METROLOGÍA		
	OBJETIVO DEL PROCESO: PRESTAR SERVICIOS DE MEDICIÓN EN LA MAGNITUD DE LONGITUD A PIEZAS SEGÚN REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.	ALCANCE: PIEZAS METALICAS Y DE MATERIALES SIMILARES CON INTERVALOS MAXIMOS DE 300mm.		
ENTRADA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	SALIDA	CLIENTE
SOLICITUD DE SERVICIO	SOLICITAR COTIZACIÓN DEL SERVICIO REQUERIDO A TRAVES DEL FORMATO RESPECTIVO.	CLIENTE	RECEPCIÓN DE SOLICITUD DE COTIZACIÓN DEL SERVICIO	PUBLICO EN GENERAL (EN ESPECIAL SECTOR INDUSTRIAL)
RECEPCIÓN SOLICITUD DE COTIZACIÓN DEL SERVICIO	REALIZAR UNA EVALUACIÓN ACERCA DEL SERVICIO QUE REQUIERE EL CLIENTE Y REVISAR SI ESTA DENTRO DE LAS CAPACIDADES DEL LABORATORIO.	LABORATORIO DE METROLOGIA	APROBACION CON EMISION DE COTIZACION. RECHAZO POR ALCANCE DEL LABORATORIO.	PUBLICO EN GENERAL
APROBACION DE COTIZACION	EMITIR RESPUESTA DE APROBACION DE LA COTIZACION.	CLIENTE	CARTA O CORREO DE APROBACION.	
AGENDAMIENTO DE SERVICIOS	ASISTIR Y CUMPLIR CON LAS NECESIDADES QUE EL CLIENTE REQUIERA PARA EL OBJETO O PIEZA.	METROLOGO	MEDICIONES REALIZADAS CUMPLIENDO PROTOCOLOS.	
ENTREGA DE RESULTADOS	REALIZAR UN INFORME DE RESULTADOS TENEINDO EN CUENTA PROCEDIMIENTOS DEL LABORATORIO.	LABORATORIO DE METROLOGIA	TRABAJO REALIZADO SATISFACTORIAMENTE.	PUBLICO EN GENERAL

TIPO DE PROCESO	PROCESO ESTRATEGICO		PROCESOS OPERATIVOS	■	PROCESOS DE SOPORTE	

Tabla 9. Caracterización de proceso de medición.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Acreditación Institucional de Alta Calidad	CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			
	NOMBRE DE PROCESO: LIMPIEZA Y ASEO	RESPONSABLES: LABORATORIO DE METROLOGÍA, SERVICIOS GENERALES.		
	OBJETIVO DEL PROCESO: REALIZAR LA LIMPIEZA Y ASEO DE LOS ESPACIOS AL INTERIOR DEL LABORATORIO.	ALCANCE: LIMPIEZA EN LAS SUPERFICIES QUE ESTAN INVOLUCRADAS CON EL INTERIOR DEL LABORATORIO.		
ENTRADA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	SALIDA	CLIENTE
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL LABORATORIO.	REALIZAR UNA EVALUACIÓN ACERCA DEL ESTADO EN EL QUE SE ENCUENTRA EL LABORATORIO, PARA ASÍ MISMO SABER QUE NECESIDADES DE LIMPIEZA Y ASEO EL LABORATORIO REQUIERE.	PERSONAL DE LIMPIEZA	GENERAR ORDEN DE LIMPIEZA CON LAS NECESIDADES QUE SE PRESENTEN.	LABORATORIO DE METROLOGIA
AGENDAMIENTO DE LA LIMPIEZA.	AGENDAR LA LIMPIEZA DEL LABORATORIO DE TAL MANERA QUE ESTÉ NO AFECTE LA OPERACIÓN NI LAS DIFERENTES ACTIVIDADES QUE SE LLEGUEN A REALIZAR.	PERSONAL DE LIMPIEZA	ASIGNADO LOS MOMENTOS DE LIMPIEZA DEL LABORATORIO	
REALIZACIÓN DE LA LIMPIEZA Y ASEO.	REALIZAR LA LIMPIEZA Y ASEO DEL LABORATORIO, SEGÚN LAS NECESIDADES Y EN EL HORARIO QUE PREVIAMENTE SE ANALIZARON.	PERSONAL DE LIMPIEZA		
ENTREGA DEL LABORATORIO.	SE REALIZA LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES POSTERIOR A LA LIMPIEZA Y ASEO AL ENCARGADO DEL LABORATORIO.	PERSONAL DE LIMPIEZA	ESTADO ADECUADO PARA LA LIMPIEZA DEL LABORATORIO.	LABORATORIO DE METROLOGIA

TIPO DE PROCESO	PROCESO ESTRATEGICO		PROCESOS OPERATIVOS		PROCESOS DE SOPORTE	

Tabla 10. Caracterización del proceso aseo y limpieza

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Acreditación Institucional de Alta Calidad	CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			
	NOMBRE DE PROCESO: MANTENIMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.	RESPONSABLES: LABORATORIO DE METROLOGÍA		
	OBJETIVO DEL PROCESO: REALIZAR LOS MANTENIMIENTOS QUE SEAN NECESARIOS EN LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS, CON EL FIN DE EXTENDER LA VIDA UTIL DE LOS MISMOS.	ALCANCE: A TODOS LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS QUE LLGUE A POSEER PROPIAMENTE EL LABORATORIO.		
ENTRADA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	SALIDA	CLIENTE
EVALUAR EL ESTADO DEL EQUIPO O INSTRUMENTO	REALIZAR UNA EVALUACIÓN ACERCA DEL ESTADO DE FUNCIONAMENTO EN EL QUE SE LLEGUE A ENCONTRAR EL INSTRUMENTO O EQUIPO.	LABORATORIO DE METROLOGÍA		
CLASIFICAR EL ESTADO DEL INSTRUMENTO O EQUIPO	CLASIFICAR ENTRE CALIBRACIÓN O REPARACIÓN JUNTO A LA FALLA QUE SE ESTA PRESENTANDO EN EL INSTRUMENTO O EQUIPO.	LABORATORIO DE METROLOGÍA	ORDEN GENERADA PARA MEJORAR EL ESTADO DEL INSTRUMENTO.	
REALIZAR LAS MEJORAS PERTINENTES	REALIZAR LAS MEJORAS SEGÚN LAS REQUIERA CADA INSTRUMENTO O EQUIPO, DENTROS DE ESTAS PUEDEN ESTAR CALIBRACIONES O CAMBIO DE PIEZAS DE CADA INSTRUMENTO O EQUIPO.	LABORATORIO DE METROLOGÍA	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE REGRESO A LOS CAMPOS DE APLICACIÓN.	
GENERAR LOS INFORMES DE LAS MEJORAS REALIZADAS.	GENERAR LOS INFORMES PERTINENTES DE LAS ACCIONES REALIZADAS CON LOS INSTRUMENTOS O EQUIPOS, PARA ASI MISMO, TENER UN HISTORICO DE MEJORAS REALIZADAS EN ESTOS.	LABORATORIO DE METROLOGÍA	HISTORICO DE MEJORAS DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO.	

TIPO DE PROCESO	PROCESO ESTRATEGICO		PROCESOS OPERATIVOS		PROCESOS DE SOPORTE	

Tabla 11. Caracterización del proceso de mantenimiento de los instrumentos y equipos.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Acreditación Institucional de Alta Calidad	CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			
	NOMBRE DE PROCESO: ADMINISTRACIÓN DEL LABORATORIO.	RESPONSABLES: LABORATORISTA ASIGNADO, COORDINACIÓN LABORATORIOS DE MECÁNICA.		
	OBJETIVO DEL PROCESO: COORDINAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO CON TODOS LOS RESPONSABLES Y ACCIONES QUE ESTAS CONLLEVAN.	ALCANCE: TODAS LAS ACCIONES RELACIONADAS CON EL LABORATORIO.		
ENTRADA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	SALIDA	CLIENTE
CONTROL SOBRE LOS SERVICIOS OFRECIDOS.	LLEVAR UN CONTROL SOBRE CADA SERVICIO QUE ESTA OFRECE EL LABORATORIO.	LABORATORIO DE METROLOGÍA.	REGISTROS HISTORICOS DE LOS SERVICIOS QUE OFRECE EL LABORATORIO.	COORDINACIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA.
ADMINISTRAR LOS USOS DE LOS INSUMOS DEL LABORATORIO.	GENERAR REPORTES SOBRE LOS ESTADOS QUE SE ENCUENTREN LOS INSUMOS Y SUS MANTENIMIENTOS QUE SE LLEGUEN A REALIZAR.	LABORATORIO DE METROLOGÍA.	REGISTROS HISTORICOS DE LOS INSUMOS DEL LABORATORIO.	COORDINACIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA.
INFORMAR ACERCA DE LAS ACTIVIDADES QUE INVOLUCRAN AL LABORATORIO.	ENTREGAR REPORTES EN UNA CANTIDAD DE TIEMPO DETERMINADA ACERCA DE LAS ACTIVIDADES EN LAS QUE SE HA VISTO INVOLUCRADO EL LABORATORIO.	LABORATORIO DE METROLOGÍA.	TENER EN CONOCIMIENTO LAS ACTIVIDADES QUE REALIZA EL LABORATORIO.	COORDINACIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA.
NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DEL LABORATORIO.	ENTREGAR REPORTES Y SOLICITUDES SOBRE LAS NECESIDADES Y REQUERIEMIENTOS QUE SURJAN POR PARTE DEL LABORATORIO.	COORDINACIÓN LABORATORIOS DE MECÁNICA.	ESTUDIO DE LOS REQUERIMIENTOS O NECESIDADES QUE SOLICITE EL LABORATORIO.	COORDINACIÓN MECÁNICA.

TIPO DE PROCESO	PROCESO ESTRATEGICO		PROCESOS OPERATIVOS		PROCESOS DE SOPORTE	

Tabla 12. Caracterización del proceso de administración del laboratorio.

7.6. INSTRUCTIVOS DE USO:

Con los instructivos de uso se busca dar un apoyo sobre los equipos y elementos del laboratorio, donde se dará una recomendación de uso correcto del instrumento, esto se realizará para cada dispositivo y/o elemento que llegue a tener el laboratorio. Con el fin de que estos dispositivos y/o instrumentos puedan gozar con el mejor uso y aplicación para así mismo, cuidar la vida útil de estos.

7.6.1. CALIBRADOR PIE DE REY (ANALOGO)

El calibrador pie de rey nos ofrece grandes posibilidades de medir con gran precisión los objetos en los que se requiera saber sus medidas interiores, exteriores y de profundidad. Pero para poder llegar a obtener los mejores resultados con este, es necesario tener un correcto manejo de este, cabe aclarar que para poder obtener la medida del calibrador se realiza el mismo procedimiento que en exteriores, interiores o profundidad. A continuación, se sugieren unas instrucciones que lleguen a brindar un apoyo en el manejo del calibrador.

- Identificar la pieza u elemento a medir
- Verificar el estado del calibrador
- Identificar qué tipo de medición se va a realizar, si es interior, exterior o de profundidad.
- En caso de ser exterior:
    - Mover el carrete de tal forma, que las pinzas para medir exteriores estén lo suficientemente abiertas para que la pieza u objeto pueda quedar entre ellas.

Ilustración 7. Carrete de Calibrador Pie de Rey Análogo.

    - Mover el carrete de tal forma que las pinzas aprisionen o sujeten la pieza u objeto.

- Revisar la medida que aporte el calibrador, para esto tenemos que revisar la escala principal y el nonio.

Ilustración 8. Medición de Piezas con Calibrador Pie de Rey.

- Para poder obtener la medida del calibrador, debemos revisar la escala principal, allí encontraremos la magnitud en mm o pulgadas.
- Habiendo identificado la magnitud en la escala principal, podemos revisar el nonio, donde podemos encontrar la escala que nos dará la exactitud de la medida. Allí tenemos que buscar la marca del nonio que este mejor posicionada con respecto a la escala principal.

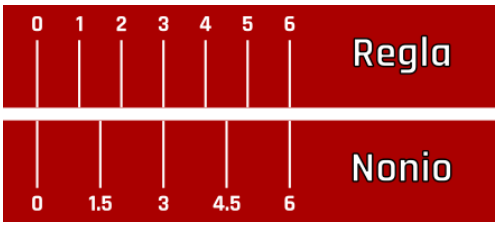

Ilustración 9. Escalas de medición.
Fuente: https://papeleria-tecnica.net/images/2020/03/regla-nonio-calibrador.png

- Finalmente, el valor que obtengamos del nonio, se lo sumamos al valor de la escala principal y esta será la medida.

❖ En caso de ser interior:
  - Ubicar el calibrador de tal forma que las pinzas de interiores queden ubicadas en el interior del objeto o pieza a medir.

- Mover el carrete, de tal forma que las pinzas queden descansando en las paredes internas del objeto o pieza, como se logra observar en la imagen a continuación.

Ilustración 10. Medición de Interiores con Calibrador Pie de Rey.

- Realizar el mismo proceso para obtener la medida que el caso de medición en exterior.
- Finalmente, podemos tener nuestra medida interna del objeto o pieza.

❖ En caso de ser profundidad:

- Ubicar de manera vertical el calibrador con respecto al agujero.
- Ubicar el calibrador de tal forma que su vástago pueda descender la totalidad del agujero, como se indica en la siguiente imagen.

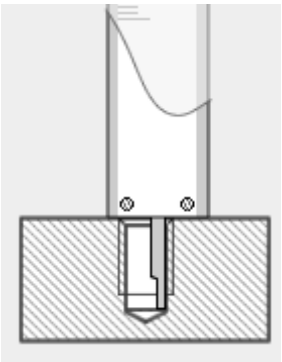

Ilustración 11. Medición de profundidad con Calibrador Pie de Rey.
Fuente: https://www.stefanelli.eng.br/wp-content/uploads/2016/11/paquimetro-medida-furo-broca.png

- Verificar la medida de igual forma que en los anteriores casos ya mencionados previamente.
- Finalmente podemos verificar que la medida obtenida del proceso sea la que se requiere en el proceso.

7.6.2. CALIBRADOR PIE DE REY (DIGITAL)

El calibrador digital funciona con el mismo principio que el análogo, simplemente, en el calibrador digital tenemos la asistencia de una pequeña pantalla digital donde se mostrara la medición que se está realizando, esta adición de la pantalla elimina el error humano de observación. Estos calibradores son los más recientes del mercado, pero a su vez son los más costosos. Como recomendaciones de uso, se sugieren las mismas instrucciones del calibrador análogo.

Ilustración 12. Medición con Calibrador Pie de Rey Digital.

7.6.3. GONIOMETRO ANALOGO

El goniómetro análogo, funciona con el mismo principio de un instrumento de medición con nonio. Sin embargo, para un correcto manejo de este, lo acompañan unos consejos para poder aprovechar al máximo esta herramienta. Se recomienda que para hacer estas mediciones se realicen con la luz en contra, para así mismo poder observar que el goniómetro este bien posicionado. A continuación, se sugieren unos pasos para usar de la mejor manera este instrumento.

- Identificar la pieza y su sección que se va a medir
- Posicionar el goniómetro, de tal forma que la regla fija este estable y pueda ser un eje de referencia.

Ilustración 13. Goniómetro en posición.
Fuente:
http://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/TFM/TFM02/es_DFM_TFM02_Contenidos/TFM02_CONT_R05_02_MedicionGoniometro2.jpg

- Mover la regla regulable de tal forma que quede posicionado sobre el plano contiguo al ángulo que estamos buscando su magnitud.

Ilustración 14. Toma de Medición.
Fuente: https://img.youtube.com/vi/hR-6sgamXqs/0.jpg

- Cuando se observe que el umbral de luz entre la pieza u objeto disminuya con la regla, podemos observar la medida en las escalas como se observa a continuación.

Ilustración 15. Escalas de medición en el Goniómetro.
Fuente: https://www.ingmecafenix.com/wp-content/uploads/2018/03/goniometro-nonio.png

- Al igual que en otros instrumentos de medición, el proceso es similar, en la escala principal encontramos los grados y en la escala donde se ubica el nonio encontramos los minutos, simplemente a los grados indicados sumamos los minutos, es de recordar que en los minutos es donde se ve reflejada la resolución del instrumento.

7.6.4. MICROMETRO DIGITAL

El micrómetro digital, funciona con el principio de movimiento del tornillo, ya que al rotar el tornillo se crea un desplazamiento horizontal. Esto permite que mediciones que son demasiadas pequeñas, puedan ser observadas con más detenimiento y facilidad en la pantalla que este lleva. La diferencia del micrómetro digital y un análogo es que el micrómetro digital elimina el error por observación que se presenta en el análogo. A continuación, se sugerirán una serie de pasos para obtener una medición en el micrómetro y un máximo aprovechamiento del instrumento de medición.

- Verificar el estado del micrómetro y su correcto funcionamiento y calibración.
- Abrir un espacio en el eje del micrómetro el cual sea suficiente para poder colocar la pieza u objeto a medir.

Ilustración 16. Micrómetro Expandido.
Fuente: https://www.instrumentacion-metrologia.es/WebRoot/Store/Shops/dcl/5D8C/90FD/7E43/B3D8/F3AA/0AF0/0002/6E04/MITUTOYO_293-142-30_QUANTUMIKE_m.jpg

- Colocar la pieza u objeto entre los ejes del micrómetro, de tal forma que este quede sujeto por el eje del micrómetro.

Ilustración 17. Medición con Micrómetro Digital.
Fuente: https://ae01.alicdn.com/kf/He4145b352ad4416fb0c71216d1f5800bk.jpg

- Posteriormente podemos revisar la medición en la pantalla del micrómetro.

7.6.5. MICROMETRO ANALOGO

El micrómetro análogo, al igual que el micrómetro digital tienen el mismo funcionamiento, con diferencia de la asistencia de la pantalla en él. Por esta razón, el micrómetro análogo, se tiene que realizar un pequeño proceso para poder saber la medida realizada. Además, a continuación, se sugerirán unos pasos para así mismo, poder usar de la mejor manera y aprovechar al máximo el instrumento.

- Comprobar el estado correcto del micrómetro y su correcta calibración.
- Abrir un espacio entre los ejes del instrumento, de tal forma que la pieza u objeto quede entre estos perfectamente.

Ilustración 18. Micrómetro Análogo expandido.

- Mover el eje movible del micrómetro de tal forma que el objeto quede sujeto por estos sin sobre esforzar a su vez el instrumento.

Ilustración 19. Medición con Micrómetro Análogo.

- Verificar en las escalas tanto principales como en el nonio, y al igual que en los instrumentos que tienen nonio, simplemente la medida que está ubicada en el nonio se adiciona a la medida principal.

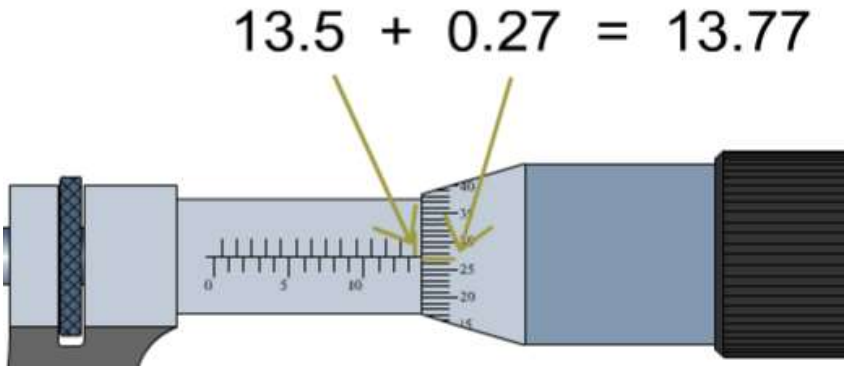

Ilustración 20. Lectura de la medición.
Fuente:
http://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/TFM/TFM02/es_DFM_TFM02_Contenidos/TFM02_CONT_R03_04_MedicionAnimacion.png

7.6.6. COMPARADOR HORIZONTAL DE PALPADOR OSCILANTE ANALOGO

El comparador de palpador oscilante es un instrumento metrológico, que permite captar mediciones de centrado de piezas, exteriores, espesores, perpendicularidad, control de interiores, etc. El comparador horizontal, al igual que el comparador de caratula usa un reloj comparador como se observa, que, al pasar el palpador de este, permite que estos movimientos pequeños sean amplificados y observados.

La resolución más común que tienen estos comparadores es de 0.01mm, y las capacidades de medida pueden llegar en ciertos casos hasta los 2mm. Aunque su uso es similar al comparador de caratulas, a

continuación, se mostraran unos pasos sugeridos para su mayor aprovechamiento, así como una recomendación para la lectura de la medida.

Ilustración 21. Comparador Horizontal de Palpador Oscilante Análogo.
Fuente: https://shop.mitutoyo.eu/pim/upload/mitutoyoData/image/bigweb/513-414-10_jpg.png

- Ubicar el comparador y su palpador sobre el soporte adecuado para la actividad a realizarse.
  - Direccionar el palpador de tal forma que sea la más adecuada para la sección de la pieza o la actividad que se va a realizar.
- Ubicar en cero el reloj comparador en la pieza a examinarse.
- Rotar o mover según sea el caso de la pieza, y con esto revisar el sentido y cantidad de movimiento de la aguja del comparador.
  - El sentido de movimiento de la aguja a la izquierda o derecha puede llegar a indicar una cantidad mayor o menor de material.
  - La lectura de la medida suele resultar muy fácil, cada línea del reloj comparador indica una centésima de milímetro (0.01mm), en algunos casos, el comparador suele tener un contador de vueltas, el cual cada vuelta llega a representar un milímetro (1mm).

7.6.7. COMPARADOR DE CARATULA DE BASE MAGNETICA ANALOGO

El comparador de caratula con base magnética funciona con el mismo principio de todos los comparadores, a diferencia que este, está compuesto por un reloj comparador, un eje donde el reloj está montado y una base magnética, esta base magnética con el fin de poder dejar de manera fija y estable en una base metálica. A continuación, se aconsejan una serie de instrucciones para un correcto uso de este.

- Identificar la sección de la pieza de la cual se quiere realizar la medición.

- Imantar el comparador de tal forma de que se pueda dejar posicionado de manera estable y fija.
- Procurar usar el reloj comparador lo más cercano posible a la base magnética.
- Ubicar el palpador en el lugar donde se requiere obtener la medición.
- Verificar la posición cero del reloj comparador, e iniciar el movimiento o desplazamiento que se requiera del comparador o el objeto.
- Al igual que el anterior comparador, se aconseja seguir el mismo paso para la lectura de la medición del reloj comparador.

Ilustración 22. Comparador Horizontal con Base Magnética.
Fuente: https://equiposmedida.com/wp-content/uploads/2020/06/reloj-comparador-03.jpg

7.6.8. MARMOL

El uso del mármol metrológico es muy simple, ya que tenemos una gran pieza de mármol, pulida detalladamente para su uso en la metrología, con la cual podemos realizar varias mediciones con el apoyo de los comparadores.

7.6.9. ESCANER MANUAL 3D ARTEC EVA

El escáner manual 3D de la marca ARTEC Eva, es uno de los escáneres portátiles que se pueden encontrar en el mercado, con un empleo de tecnología de luz estructurada. Con el empleo de este equipo, podemos llegar a digitalizar piezas de volumen máximo 61000cm³ de escaneo. Para el uso del escáner, es necesario de un software informático, donde posteriormente de escanear el objeto este será digitalizado y posteriormente puede llegar a tomar el aspecto real del objeto. Se espera que se encuentre a disposición de uso del laboratorio una vez el laboratorio este ubicado en la nueva planta fisica, a continuación se mostrará unos pasos, los cuales se recomiendan para el aprovechamiento y maximizar el uso del equipo.

- Asegurarse de tener el Software ARTEC Studio, debido que este software es el encargado de recibir las señales e imágenes que capta el escáner.
- Realzar la conexión entre el equipo ARTEC y el computador, esta conexión se realiza mediante cable, y por este mismo aporta la energía necesaria para funcionar el escáner.
- Iniciar el escaneo realizando un barrido sobre el objeto que se requiera, y al mismo tiempo supervisar la acción de escaneo en el software.
- Una vez finalizado el escaneo, solo queda elegir el formato de archivo al que se quiere exportar según sea nuestras necesidades. El software del escáner permite exportar el archivo a una amplia gama de formatos.

Ilustración 23. Escáner Manual 3D ARTEC EVA.
Fuente: https://www.artec3d.com/files/blocks/artec-eva-photo.png

7.6.10. SOLUCIÓN INTEGRAL DE ESCANEO 3D DE GRADO METROLOGICO EVIXSCAN DUTY QUADRO 3D.

El escáner 3D Evixscan usa la tecnología de luz estructurada de color azul, este escáner llega a tener una precisión de escaneo de hasta 0.013mm. El uso de la luz azul en el escáner hace que este tenga la capacidad de poder escanear objetos en lugares muy oscuros o de ambientes que sean constantemente cambiantes. A diferencia del escáner ARTEC, el escáner Duty Quadro es estático y no permite la libertad que tiene el escáner portátil ARTEC, sin embargo, es un equipo liviano y con el uso de este escáner nos permite capturar objetos desde 370x265x150mm hasta 210x145x90mm. En cuanto a la recepción de las imágenes, es necesario contar con el software propio de la marca “eviXscan” y posteriormente permite exportar el objeto digitalizado a una amplia gama de formatos según requiera el proceso, se espera que el

laboratorio de metrología pueda iniciar el funcionamiento de este escáner una vez el laboratorio este ubicado en la nueva planta física.

Ilustración 24. Escáner Metrológico 3D Evixscan Duty Quadro.
Fuente: Laboratorio de mecánica.

8. IMPACTO Y RESULTADOS ESPERADOS

Con la estructuración de los procesos al interior del laboratorio de metrología se llegará a tener estudiantes con mejores capacidades de realizar dichas prácticas en la vida profesional como en la vida cotidiana, además, el programa de tecnología mecánica de la Universidad Distrital podrá llegar a estar en un punto de referencia para las demás universidades e industrias, ya que de allí pueden llegar a surgir nuevos métodos o desarrollos que se puedan llegar a dar en este campo.

Se llegará a tener un impacto a nivel nacional, debido a que podrán surgir estudiantes mejor capacitados, que posteriormente, cuando estas lleguen a una vida profesional podrán usar estos conocimientos y estos mismos beneficiar la calidad de productos que se puedan llegar a fabricar en el país.

A nivel profesional, este proyecto dejara una satisfacción de haber colaborado con la estructura de gestión del laboratorio, que se pueden llegar a utilizar por los estudiantes, profesores y demás personal de la facultad tecnológica con conocimientos previos en dicho campo, con esto se puede llegar incluso a mejorar los conocimientos de cada estudiante, profesor, y personal que se vea involucrado en este campo.

9. CONCLUSIONES

Con el trabajo realizado sobre las normas técnicas y reglamentos ejercidos en el estado colombiano para el funcionamiento de los laboratorios de metrología, así como la información de los elementos que llegaran a conformar este laboratorio. Se logro identificar los servicios más propicios para el mejor funcionamiento del laboratorio, permitiendo la identificación y creación de los procesos que son necesarios para el mejor funcionamiento del laboratorio.

Con esto se logró determinar que los servicios de capacitación y medición pueden llegar a ser ofertados por parte del laboratorio así como estar dirigidos a la población externa de la universidad, sin embargo, el servicio de calibración no se llegará a ofrecer, debido que para el funcionamiento de este servicio en específico, sé requiere que el laboratorio cuente con una acreditación por parte del ONAC. Con la definición del público de alcance de cada uno de estos servicios fue posible la identificación de los servicios a ofrecer por parte del laboratorio, sin embargo, fue de gran importancia observar las reglamentaciones ejercidas sobre los laboratorios de metrología en el país para el funcionamiento de este.

Logrando tener identificado los servicios y público objetivos, se realizó la identificación así como la articulación entre los procesos estratégicos, operativos y de soporte. Permitiendo así la caracterización de los procesos identificados definiendo actividades y responsables en cada una, donde estas caracterizaciones nos permiten obtener una trazabilidad importante para la validación de los resultados de cada proceso y actividad. Es de resaltar la importancia de la identificación del personal involucrado en cada uno de los procesos para que así mismo se adquiera una responsabilidad con cada proceso y se brinde un beneficio mayor a la trazabilidad.

Con el material generado en el uso correcto de los instrumentos y equipos del laboratorio, serán de apoyo para el adecuado manejo de cada uno de ellos de tal manera que lo usos que se realicen de estos equipos e0 instrumentos pueda contar con unas indicaciones claras y básicas, en el manejo de cada uno de los equipos e instrumentos con el cual se llegue a ejercer un uso adecuado en las practicas que se realicen. Este proceso busca apoyar las gestiones del laboratorio con los instrumentos para que cada uno de estos instrumentos pueda gozar del mejor uso y vida útil.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Laboratorio, E. y. *¿Qué es la Metrología?* Equiposylaboratorio.com. Recuperado el 21 de abril de 2021, de https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-la-metrologia.

2. INM. (2019, agosto 16). *Misión, visión, creación y función del INM*. INM. https://www.inm.gov.co/instituto-nacional-de-metrologia-de-colombia/mision-y-vision/.

3. SIC. *Misión y Visión*. Superintendencia de Industria y Comercio. Recuperado 24 septiembre 2020 de https://www.sic.gov.co/mision-y-vision.

4. *About us*. Iso.org. Recuperado el 24 septiembre 2020 de https://www.iso.org/about-us.html.

5. *Quiénes somos*. Icontec. (2019, julio 28). Icontec.org de https://www.icontec.org/quienes-somos/.

6. *Quienes somos*. Onac.org.co. (2021). Recuperado 21 enero 2021, desde https://onac.org.co/presentacion.

7. Masstech. (2019, marzo 8). *¿Qué se hace en un laboratorio de metrología?* Masstech. Recuperado el 26 octubre 2020, de https://masstech.com.mx/que-se-hace-en-un-laboratorio-de-metrologia/.

8. Mestres, M. (2020). *Identificar y elaborar el mapa por procesos de la empresa*. Captio.net. Recuperado el 26 octubre 2020, de https://www.captio.net/blog/identificar-y-elaborar-el-mapa-de-procesos-de-la-empresa

9. Monterrey Institute. (2019). *Longitud.* Monterreyinstitute.org. Recuperado el 15 de abril de 2021, de https://www.montereyinstitute.org/courses/DevelopmentalMath/TEXTGROUP-1-8_RESOURCE/U06_L1_T1_text_final_es.html.

10. *Aplicaciones de longitud*. (2019). Elovis.de. Recuperado el 15 de abril del 2021, de http://www.elovis.de/sp/produkte/produkt_1/Applikationsbsp_Bilder.html

11. JCGM (Ed.). (2012). Calibración. En *Vocabulario Internacional de Metrología (p. 37). Centro Español de Metrología.*

12. JCGM (Ed.). (2012). Trazabilidad metrológica. En *Vocabulario Internacional de Metrología (p. 38). Centro Español de Metrología.*

13. JCGM (Ed.). (2012). Incertidumbre de medida. En *Vocabulario Internacional de Metrología (p. 49). Centro Español de Metrología.*

14. JCGM (Ed.). (2012). Resolución. En *Vocabulario Internacional de Metrología (p. 34). Centro Español de Metrología.*

15. JCGM (Ed.). (2012). Tolerancia. En *Vocabulario Internacional de Metrología (p. 52). Centro Español de Metrología.*

16. JCGM (Ed.). (2012). Repetibilidad de medida. En *Vocabulario Internacional de Metrología (p. 33). Centro Español de Metrología.*

17. JCGM (Ed.). (2012). Reproducibilidad de medida. En *Vocabulario Internacional de Metrología (p. 34). Centro Español de Metrología.*

18. Metrología dimensional. (2019, abril 11). Imh.eus. imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/medicion-tridimensional/resultados/principios-basicos/metrologia-dimensional

19. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. 2017. Bogotá. ICONTEC, 2002. ICONTEC. (2017). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

20. ICONTEC. (2015). Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.

21. ICONTEC. (2003). Sistema de gestión de la medición. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.

22. Gobierno de Colombia. (s/f). Decreto Ley 2150 de 1995. Función pública. Recuperado el 22 de marzo del 2021 de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1208

23. *¿Qué es un pie de rey y para qué sirve?* (s/f). Papeleria-tecnica.net. Recuperado el 19 de mayo de 2021, de https://papeleria-tecnica.net/que-es-un-pie-de-rey/

24. Starrett. (2012). *Instrumentos y Reglas para Mediciones de Precisiones y Cortes Esquemáticos.*

25. Goniómetro. (2018, agosto 11). Recuperado el 20 de mayo de 2021, de https://instrumentosdemedicion.org/angulos/goniometro/

26. Mitutoyo (Ed.). (s/f). Catálogo Mitutoyo.

27. Álvarez, I. R. (2013). *Micrómetro.* Instituto Tecnológico Superior.

28. Mármol de trazo. (s/f). Recuperado el 21 de mayo de 2021, de Universidad Iberoamericana de México enlace: http://www.dis.uia.mx/taller_industrial/blog/?grid_products=marmol-de-trazo

29. Costas, D. A. (2014). Reloj Comparador. Recuperado de https://hunterdjb.files.wordpress.com/2014/05/01-tema-4.pdf

30. 3Dnatives. (2019, agosto 7). ¿Escáner láser 3D o escáner de luz estructurada?. Recuperado de https://www.3dnatives.com/es/escaner-laser-3d-escaner-luz-estructurada-mejor-080820192/#!

31. Software para Escaneo 3D. (s/f). Recuperado el 22 de mayo de 2021, de Artec3d.com enlace: https://www.artec3d.com/es/3d-software/artec-studio

32. Escáner 3D Eva de ARTEC. (s/f). Recuperado el 22 de mayo de 2021, de Artec3d.com enlace: https://www.artec3d.com/es/portable-3d-scanners/artec-eva

33. eviXscan 3D Heavy Duty Quadro. (2020, marzo 19). Recuperado el 22 de mayo de 2021, de Evixscan3d.pl enlace: https://evixscan3d.pl/skanery-3d/heavy-duty-quadro/