

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE METROLOGÍA –
METCAS- BASADO EN LA NORMA NTC-ISO 9001-2008 Y NTC 10012 PARA
PRESTAR UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
DE EQUIPOS DE MEDICIÓN EN LAS MAGNITUDES DIMENSIONAL,
ELÉCTRICA, PRESIÓN Y FUERZA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE

ANA MILENA ACEVEDO LOPEZ
EDWIN ESNEIDER RODRIGUEZ BALLESTEROS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2012

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE METROLOGÍA –
METCAS- BASADO EN LA NORMA NTC-ISO 9001-2008 Y NTC 10012 PARA
PRESTAR UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
DE EQUIPOS DE MEDICIÓN EN LAS MAGNITUDES DIMENSIONAL,
ELÉCTRICA, PRESIÓN Y FUERZA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE

ANA MILENA ACEVEDO LOPEZ
EDWIN ESNEIDER RODRIGUEZ BALLESTEROS

Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director
EDWIN ARTURO MENDOZA BAÑOS
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2012

DEDICATORIA

A Dios, rey de rey, señor de señores por permitirme existir y protegerme siempre
A mis padres Juan Bautista Acevedo y Ana Lidia Lopez por su apoyo incondicional, sus consejos a tiempo y por todo el amor que me entregan.

A mi esposo Edwin Esneider Rodríguez por su compañía, incondicionalidad y amor.

A mi hermano José Albeiro, porque a pesar de su ausencia terrenal, espiritualmente siempre me acompaña.

A mis hermanos Wilfredo, Ruth, Jenny, por su apoyo incondicional, su cariño y por el orgullo que sienten por mí.

A Wood Group Psn Colombia, por darme el permiso para asistir a clases.

Ana Milena Acevedo Lopez

A Dios. Quien nunca me falla y me ha dado la oportunidad de continuar con mi proceso de aprendizaje junto a familia.

A mis padres José Fidel Rodríguez y Ana Isabel Ballesteros quienes siempre se han preocupado por que tenga una vida feliz.

A mi esposa Ana Milena Acevedo por el amor que me ha brindado y con quien tengo el orgullo de presentar este trabajo.

A mis hermanos Fabian y Nairo por sus consejos y ayudas en este proceso.

Edwin Esneider Rodríguez Ballesteros

AGRADECIMIENTOS

Inmensamente agradecida con Dios por permitirme dar este paso, por orientarme espiritualmente a hacer bien las cosas, por darme la sabiduría para actuar como es su voluntad.

Al ingeniero Edwin Arturo Mendoza, director del proyecto por sus opiniones de mejora y por su apoyo incondicional.

Al ingeniero Olinto Contreras, Gerente de Wood Group Psn Colombia S.A empresa donde laboro por orientarme, exigirme dar un paso y apoyarme.

Ana Milena Acevedo Lopez

Totalmente agradecido con Dios por sus innumerables bendiciones en el transcurso de este proceso.

A mi esposa Ana Milena por su colaboración, exigencia para el desarrollo de este objetivo en mi vida.

A mis padres por su entrega para que todas las cosas me salgan de la mejor manera

Edwin Esneider Rodríguez Ballesteros

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	19
1. MARCO CONTEXTUAL	20
1.1 RESEÑA HISTORICA	20
1.1.1 Metrología Mundial	20
1.1.2 Metrología en Colombia	20
1.1.3 Metrología en Casanare	22
1.1.4 Laboratorios Acreditados	22
1.1.5 Laboratorios No acreditados	23
1.2 ESTUDIO DE MERCADO	23
1.2.1 Definición del problema	23
1.2.2 Análisis previo de la situación actual	25
1.2.3 Ventaja competitiva	27
1.2.4 Análisis DOFA	28
1.2.5 Elección de la muestra	28
1.2.6 Tipo de técnica a utilizar	29
1.2.7 Recogida y elaboración de datos	31
1.2.8 Interpretación de datos	37
1.3 NOMBRE DE LA EMPRESA	37
1.4 OBJETIVOS	38
1.4.1 Objetivo General	38
1.4.2 Objetivos específicos	38
1.5 JUSTIFICACION	39
1.6 MAGNITUDES A IMPLEMENTAR	40
1.6.1 Magnitud Dimensional	40
1.6.2 Magnitud Presión	43
1.6.3 Magnitud Eléctrica	46
1.6.4 Magnitud Fuerza	49
1.7 ALCANCE DEL SERVICIO	50
1.7.1 Servicio correctivo	50
1.7.2 Mantenimiento y calibración	51
1.8 QUE SE NECESITA	54
1.8.1 Recursos físicos	54
1.8.2 Recursos Humanos	54
1.8.3 Recursos financieros	55
1.9 CONDICIONES NORMALIZADAS	56

1.9.1	Temperatura	56
1.9.2	Humedad relativa	57
1.9.3	Vibraciones y ruido	57
1.10	CONSTITUCION DE LA EMPRESA	57
1.11	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	59
1.11.1	Localización	59
1.11.2	Planos del laboratorio	59
1.11.3	Necesidades técnicas	60
1.11.4	Organigrama	62
1.12	Políticas corporativa	63
1.12.1	Misión	63
1.12.2	Visión	63
2.	MARCO TEORICO	64
2.1	METROLOGIA	64
2.2	CLASES DE METROLOGIA	64
2.2.1	Metrología Legal	64
2.2.2	Metrología Industrial	64
2.2.3	Metrología científica	65
2.3	CALIBRACION	65
2.4	MANTENIMIENTO	65
2.4.1	Mantenimiento Correctivo	65
2.4.2	Mantenimiento Preventivo	65
2.5	MAGNITUDES	66
2.5.1	Dimensional	66
2.5.2	Presión	66
2.5.3	Eléctrica	67
2.5.4	Fuerza	67
2.6	SISTEMA DE UNIDADES	67
2.7	GESTION DEL MANTENIMIENTO	68
2.8	REQUERIMIENTOS EXIGIDOS EN LA NORMA ISO 9001:2008	70
2.9	SISTEMA DE GESTION DE LA MEDICION NTC-ISO 10012	71
2.9.1	Responsabilidad de la dirección	71
2.9.2	Enfoque al cliente	71
2.9.3	Objetivos de calidad	71
2.9.4	Gestión de los recursos	71
2.9.5	Recursos de información	72
2.9.6	Recursos de materiales	73
2.9.7	Proveedores externos	73
2.9.8	<i>Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición</i>	73
2.9.9	<i>Qfd</i>	74
3.	PROPUESTA	75
4.	ESTRATEGIA METODOLOGICA	75

4.1 APLICACIÓN NORMA NTC-ISO 9001-2008	76
4.1.1 Requisitos generales	76
4.1.2 Requisitos de documentación	77
4.1.3 Manual de calidad	78
4.1.4 Control de documentos	79
4.1.5 Control de registros	80
4.1.6 Compromiso de la dirección	80
4.1.7 Enfoque al cliente	80
4.1.8 Política de calidad	80
4.1.9 Objetivos de calidad	81
4.1.10 Planificación del sistema de Gestión de calidad	81
4.1.11 Responsabilidad, autoridad y comunicación	81
4.1.12 Representante de la dirección	81
4.1.13 Revisión por la dirección	81
4.1.14 Información de entrada para la revisión	81
4.1.15 Resultados de la revisión	81
4.1.16 Provisión de recursos	81
4.1.17 Recursos humanos	82
4.1.18 Infraestructura	84
4.1.19 Ambiente de trabajo	84
4.1.20 Planificación del servicio	84
4.1.21 Procesos relacionados con el cliente	85
4.1.22 Compras	85
4.1.23 Producción y prestación del servicio	85
4.1.24 Validación de procesos de producción y prestación del servicio	85
4.1.25 Identificación y trazabilidad	85
4.1.26 Propiedad del cliente	85
4.1.27 Preservación del producto	85
4.1.28 Controles de los dispositivos de seguimiento y medición	85
4.1.29 Medición, análisis y mejora	87
4.1.30 Seguimiento y medición de los procesos	87
4.1.31 Seguimiento y medición del servicio	87
4.1.32 Control del servicio no conforme	87
4.1.33 Análisis de datos	87
4.1.34 Planificación de la mejora	87
4.2 APLICACIÓN NORMA NTC-ISO 10012	88
4.2.1 Responsabilidad de la dirección	88
4.2.2 Gestión de los recursos	88
4.2.3 Revisión por la dirección	89
4.2.4 Gestión de los recursos	89
4.2.5 Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición	90
4.2.6 Control de ajuste de instrumentos de medida	91
4.2.7 Registros del proceso de confirmación metrológica	91

4.2.8	Proceso de medición	92
4.2.9	Incertidumbre de medición y trazabilidad	93
4.2.10	Análisis y mejora del sistema de gestión de las mediciones	93
4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO		94
4.3.1	Mantenimiento preventivo por estrategia	94
4.3.2	Mantenimiento preventivo individual esporádico	94
4.3.3	Mantenimiento Correctivo Calibración Verificación	94
4.3.4	Calibración Verificación	95
4.3.5	Objetivo general	95
4.3.6	Objetivos específicos	95
4.3.7	Estructura organizacional en mantenimiento	95
4.3.8	Entradas y salidas en mantenimiento	97
4.3.9	Flujo en el mantenimiento	97
4.3.10	Sistema de información	100
4.3.11	Inventarios de equipos	101
4.3.12	Mantenimiento preventivo por equipo	101
4.3.13	Formato de documentación del trabajo	101
4.3.14	Datos técnicos del equipo	101
4.3.15	Codificación interna de equipos	101
4.4 PROPUESTA PARA GENERAR LA ESTRATEGIA DE LOS EQUIPOS DE UNA EMPRESA		102
4.4.1	Listado maestro de equipos	102
	Ingreso de equipos al sistema de información	103
	Identificación de fallos causas y efectos en equipos de medición	103
	Crear orden de mantenimiento en sistema de informacion	105
	Gestión de repuestos	105
5. CONCLUSIONES		107
BIBLIOGRAFIA		108
ANEXOS		109

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Producción petróleo en Colombia a junio 2012	26
Tabla 2. Produccion de gas por departamento en colombia a junio 2012	26
Tabla 3. Empresas Administradoras De Contrato Explotación De Crudo En Casanare	27
Tabla 4. Alcance del servicio de calibración para la magnitud de presión	51
Tabla 5. Alcance del servicio de calibración para la magnitud de longitud	51-52-53
Tabla 6. Alcance del servicio de calibración para la magnitud de fuerza	53
Tabla 7. Alcance del servicio de calibración para la magnitud eléctrica.	54
Tabla 8. Recursos necesarios para la realización del laboratorio de metrología MetCas	55-56
Tabla 9. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitud longitud	60
Tabla 10. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitudes presión.	60
Tabla 11. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitud eléctrica.	61-62
Tabla 12. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitud fuerza.	62
Tabla 13. Sistema Internacional de Unidades.	67
Tabla 14. Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales.	68
Tabla 15. Objetivos de calidad a cumplir por MetCas Laboratorio.	78
Tabla 16. Prototipo del Manual de calidad de MetCas Laboratorio.	78
Tabla 17. Control a realizar a los documentos.	79

Tabla 18. Control de los registros.	80
Tabla 19. Matriz de roles y responsabilidades, competencias y formación de los cargos.	82-85
Tabla 20. Intervalos de calibración de instrumentos de medida	100
Tabla 21. Listado general de equipos	102
Tabla 22. Ingresar un equipo al sistema de información.	103
Tabla 23. Análisis y efecto de fallas	104
Tabla 24. Crear ordenes de mantenimiento en el sistema de informacion	105
Tabla 25. Formato de ingreso de repuestos al sistema	106

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Convención del metro	21
Figura 2. Estructura del Instituto Nacional de Metrología	22
Figura 3. Trazabilidad de desarrollo de la empresa	29
Figura 4. Instrumentos de medida de la magnitud dimensional	40
Figura 5. Micrómetro de exteriores análogos y digitales	41
Figura 6. Micrómetro de profundidades	41
Figura 7. Tipos de micrómetros de interiores	42
Figura 8. Tipos de pie de rey	42
Figura 9. Tipos de comparador (análogos y digitales)	43
Figura 10. Tipos de manómetro	44
Figura 11. Tipos de bombas	45
Figura 12. Tipos de transductores	45
Figura 13. Multímetros digitales	46
Figura 14. Calibrador de procesos	46
Figura 15. Pinzas voltiamperimétricas	47
Figura 16. Megger	48
Figura 17. Torquímetros	49
Figura 18. Localización del laboratorio MetCas	59
Figura 19. Planos de distribución de bancos y puestos de trabajo	59
Figura 20. Organigrama general de MetCas Laboratorio.	62

Figura 21. Mapa de procesos.	75
Figura 22. Secuencia de interacción entre procesos.	77
Figura 23. Proceso de selección de personal.	82
Figura 24. Modelo de sistema de gestión de las mediciones	88
Figura 25. Entradas y salidas en mantenimiento	98
Figura 26. Diagrama de flujo de mantenimiento en laboratorio.	99
Figura 27. Modelo base de datos.	100
Figura 28. Explicaciones código de equipos	101

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Plan mensual a la revisión del sistema de gestión de las mediciones	109
ANEXO B. Matriz de competencias y formación por cargos	109
ANEXO C. Procedimientos e informes de calibración	110

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA PARA LA CREACION DE UN LABORATORIO DE METROLOGIA METCAS-BASADO EN LA NORMA NTC-ISO 9001-2008 Y NTC 10012 PARA PRESTAR UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS DE MEDICION EN LAS MAGNITUDES DIMENSIONAL, ELECTRICA, PRESION Y FUERZA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE*

AUTORES: ANA MILENA ACEVEDO LOPEZ, EDWIN ESNEIDER RODRIGUEZ BALLESTEROS**

PALABRAS CLAVE: Calibración, metrología, normas, mantenimiento.

DESCRIPCION: la creación de un laboratorio de metrología que cuente con un plan de gestión de procesos bajo la norma NTC-ISO 9001-2008 y NTC 10012 en el departamento de Casanare Colombia, permitirá suplir las necesidades de las empresas en esta región, y se proyectara para generar empleo y valor económico para el departamento, la aplicación de conceptos de gerencia de mantenimiento en el desarrollo de esta propuesta, nos permite implementar un servicio adicional de mantenimiento preventivo y correctivo a todos los equipos que nos ingresen al laboratorio a calibración y verificación, este valor agregado permitirá que los clientes empiecen a centrar sus miradas en el laboratorio como la mejor opción para gestionar su plan metrológico, y a nosotros nos brindara la satisfacción económica y un reconocimiento rápido en el departamento.

El uso de las normas por las cuales nos regiremos, será el pasaporte para prestar un servicio de calidad que apunta a futuro, no solo ser un ente verificador sino que se iniciara un proceso donde estemos en capacidad de certificar.

Prestar el servicio de mantenimiento preventivo por estrategia nos permitirá afianzar un área exclusiva de outsourcing para nuestros clientes, donde ellos no tengan que preocuparse por la gestión de mantenimiento de los equipos de medida sino que se podrán centrar más en sus procesos de producción sin descuidar la parte de calidad referida a la metrología.

*Trabajo De Grado

** Facultad De Ingeniería Físico- Mecánicas, Escuela De Ingeniería Mecánica, Director Ing. Edwin Mendoza

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL FOR THE CREATION OF A METROLOGY LABORATORY- BASED METCAS NTC NTC-ISO 9001-2008 AND 10012 TO PROVIDE A SERVICE PREVENTIVE AND CORRECTIVE MAINTENANCE OF MEASURING EQUIPMENT IN THE DIMENSIONAL MAGNITUDES, ELECTRIC PRESSURE AND FORCE CASANARE DEPARTMENT *

AUTHORS: ANA MILENA ACEVEDO LOPEZ, EDWIN ESNEIDER RODRIGUEZ BALLESTEROS **

KEYWORDS: calibration, metrology, standards, maintenance.

Description: The creation of a metrology laboratory that has a process management plan lowers NTC NTC-ISO 9001-2008 and 10,012 in the department of Casanare Colombia, will meet the needs of businesses in this region, and projected to generate employment and economic value to the department, the application of maintenance management concepts in the development of this proposal allows us to implement an additional service of preventive and corrective maintenance on all equipment that we enter the laboratory calibration and verification , this added value that customers will begin to focus their eyes in the lab as the best option to manage their metrological plan, and we would provide economic satisfaction and rapid recognition in the department.

The use of standards by which we will abide, will be the passport to provide a quality service that points to future, not only be a local verifier but began a process where we are able to certify.

Providing service preventive maintenance strategy will enable us to strengthen an exclusive area of outsourcing for our customers, where they do not have to worry about maintenance management of measuring equipment but will focus more on their production processes without neglecting referred to as part of metrology.

* Work Degree Faculty of Engineering

** Physical-mechanical, School of Mechanical Engineering, Director Eng. Edwin Mendoza.

INTRODUCCION

El propósito que se pretende alcanzar con esta investigación es identificar que se necesita para la creación de un laboratorio de metrología en Casanare, que preste los servicios de mantenimiento, reparación y calibración de instrumentos de medida utilizados en la industria, basados en la norma ISO 9001:2008 y NTC-ISO 10012.

En Casanare no existe un laboratorio o una entidad que preste los servicios de reparación, mantenimiento y calibración de instrumentos de medida, cuando se requiere, cada empresa realiza el trámite para enviarlos al interior del país, lo que ocasiona para estas altos costos y demora en la prestación de un servicio confiable.

Un proceso involucrado en todo sistema de gestión de la calidad, o ambiental, o de seguridad, principalmente en laboratorios es la medición y cuando hablamos de medición hablamos de Metrología y para dar confianza a sus mediciones realizan las calibraciones de sus equipos de medición.

Un requisito importante para ser competitivo, para exportar con calidad, para cumplir con exigencias nacionales e internacionales es la garantía y confianza en los resultados de medición.

Un sistema de control de mediciones es eficaz cuando asegura que el equipo de medición y los procesos de medición sean aptos para el uso previsto, y es importante para alcanzar los objetivos.

La gestión de la calidad de las mediciones (gestión metrológica), es un elemento, una herramienta que permite asegurar que el equipo y los procesos de medición son adecuados para su uso previsto, minimiza la posibilidad de obtener resultados de medición no confiables.

Será siempre bueno recordar que: **“UN PRODUCTO SERA TAN BUENO, TANTO COMO TAN BUENAS SEAN SUS MEDICIONES”** y **“LA MEJORA CONTINUA EMPIEZA CON UNA MEDICION”**.

Por otra parte, no hay medidas sin instrumentos y estos constituyen a su vez un producto que como en cualquier otro sus características de calidad están sujetas a variabilidad, tanto aleatoria como sistemática.

MetCas pretende prestar un servicio de Reparación, mantenimiento y calibración a todo instrumento de medida, asegurando su eficiencia, confiabilidad y maximización de la vida útil. Si el cliente lo requiere MetCas Laboratorio le puede llevar un control metrológico a los instrumentos de medida que se tengan dentro de la organización, mediante estrategias de mantenimiento definidas.

1. MARCO CONTEXTUAL

1.1 RESEÑA HISTORICA

1.1.1 Metrología Mundial

El Sistema Metrológico Internacional está compuesto primordialmente por la Convención del Metro (Convención du Metro), 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 NMIs de América se organizan bajo el Sistema Interamericano de Metrología (SIM), compuesto por las Sub-regiones: NORAMET, CARIMET, CAMET, ANDIMET y SURAMET. Éste último conformado por los países de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

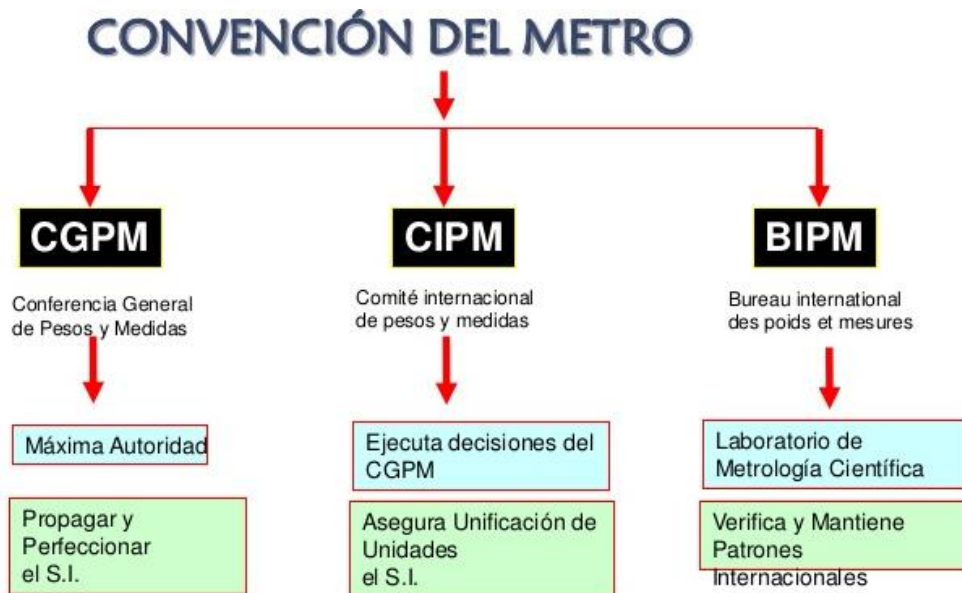
Un hito en el Sistema Metrológico Internacional es el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (Mutual Recognition Arrangement, MRA) del CIPM firmado por los directores de los NMIs miembros de la Convención del Metro a partir del año 1999. El CIPM-MRA tiene como objetivo establecer el grado de equivalencia de los patrones nacionales de los NMIs así como de proveer las bases para el reconocimiento de los certificados de calibración y de medición que emiten los NMIs. Y a través de esto, poner a disposición de los gobiernos y de otras partes interesadas bases técnicas fundamentadas para acuerdos relacionados al comercio internacional y regulaciones.

Convención del Metro: La Convención del Metro es un tratado diplomático realizado entre 51 naciones las cuales le dan autoridad a la Conferencia General de Pesos y Medidas (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM), al CIPM y al BIPM como entes reguladores respecto a temas metrológicos mundiales
Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM): El Comité Internacional de Pesos y Medidas (Comité International des Poids et Mesures, CIPM) está conformado por 18 entidades. Su principal función es la de asegurar la unificación y uniformidad de las unidades de medición, lo cual se realiza en acción conjunta con el CGPM.

Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM): La Oficina Internacional de Pesos y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures. BIPM) fue establecida por la Convención del Metro y se ubica cerca a París, Francia. Es financiada por los miembros de la Convención del Metro y bajo exclusiva supervisión del CIPM. La función del BIPM es la de asegurar la uniformidad de medidas y su trazabilidad

al Sistema Internacional de Unidades (Système International d'unités, SI). Esto lo realiza por autoridad recibida en la Convención del Metro y opera a través de una serie de Comités Consultivos (Comités Consultatifs, CC). Los CC están conformados primordialmente por representantes de los NMI miembros de la Convención del Metro.

Figura 1. Convención del metro



Fuente: www.metrologiabiomedica.com

1.1.2 Metrología en Colombia

En Colombia es controlada y desarrollada por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) y más propiamente en el Centro de Control de Calidad y Metrología (CCCM). Por resolución número 140 del 4 de febrero de 1994 (hoy revocada por la resolución 8728 del 21 de marzo de 2001), por la cual se establece el procedimiento para la acreditación y se regulan las actividades que se realicen del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología, se le confiere a la SIC: “Establecer, coordinar, dirigir y vigilar los programas nacionales de control industrial de calidad, pesos, medidas y metrología que considere indispensables para el adecuado cumplimiento de sus funciones”, así como “Acreditar y supervisar”:

Con el fin de tener una infraestructura amplia, se crea REMEC, que es la Red de Laboratorios de Metrología, en la cual todo laboratorio que realice calibraciones tiene el compromiso de prestar obligatoriamente servicios a quién los solicite, sin discriminación alguna. Posteriormente aparece ASOREMEC, que es la Asociación de la Red de Laboratorios de Metrología, la cual tiene el fin de defender los derechos de los laboratorios de metrología acreditados y participar activamente en el direccionamiento de la metrología en Colombia.

El 3 de Noviembre de 2011 mediante el decreto 4175 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, se creó oficialmente el Instituto Nacional de Metrología, paso fundamental para el fortalecimiento del Subsistema Nacional de Calidad de Colombia.

El Instituto Nacional de Metrología – INM, tiene por objetivo la coordinación nacional de la metrología científica e industrial, y la ejecución de actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, mediante la investigación, la prestación de servicios metroológicos, el apoyo a las actividades de control metroológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de unidades (SI).

Figura 2. Estructura del Instituto Nacional de Metrología



Fuente: <http://www.sic.gov.co/es/web/guest/instituto-nacional-de-metrologia>

1.1.3 Metrología en Casanare

En el departamento de Casanare no hay existencia de un laboratorio de Metrología que preste los servicios de calibración a instrumentos de medida. Equivocadamente dentro de sus instalaciones en Cusiana tiene un laboratorio con patrones trazados al Instituto Nacional de Metrología, en éste se hace verificación a los instrumentos de medida utilizados en las operaciones de mantenimiento en el Epf Recetor, Epf Floreña y Cpf Cusiana.

1.1.4 Laboratorios Acreditados

Para las magnitudes de Presión, Medidas eléctricas-electrónicas, dimensional y fuerza en Colombia se encuentran los laboratorios:

- ♦Coats Cadena S.A
- ♦Colmetrik LTDA, Colombiana de Metrología

- ◆Conamet Compañía Nacional de Metrología LTDA
- ◆Concrelab Ltda.
- ◆Digitron Ltda.
- ◆Ecopetrol
- ◆Equipos y Controles industriales S.A
- ◆Eurometric Colombia LTDA
- ◆Hidrocil
- ◆Incolbest S.A
- ◆Ingenieria de Control de calidad División Laboratorio Ltda.
- ◆ICONTEC
- ◆METRILAB LTDA
- ◆METROCAL LTDA
- ◆Producciones generales S.A PROGEN
- ◆SIEMENS MANUFACTURING S.A

1.1.5 Laboratorios No acreditados

Laboratorios que prestan el servicio de verificación pero no certifican las pruebas.

- ◆Sistemas e Instrumentación
- ◆Marcos Acosta

1.2 ESTUDIO DE MERCADO

1.2.1 Definición del problema

En el departamento de Casanare existen muchas compañías petroleras que tienen la necesidad de controlar y dar confiabilidad a las actividades de mantenimiento que realizan, a su vez se encuentran certificadas bajo la norma ISO 9001-2008: que especifica en el numeral 7.6 Control de los equipos de seguimiento y medición, se hace necesario que cada equipo de medición que sea utilizado en la operación tenga un certificado de calibración y un rotulo vigente.

Los equipos de medición se envían a Bogotá a laboratorios de metrología donde prestan el servicio de calibración, el problema se encuentra en que estos equipos se demoran en retornar, el costo es alto y es posible que a su regreso vengan con inconformidad. Estas entidades solo prestan el servicio de calibración, mas no de mantenimiento. (Si un equipo llega a sus instalaciones en mal estado, no lo reparan).

Nace la idea de crear un Laboratorio de Metrología en Casanare con el nombre de MetCas, donde se lleve a cabo mantenimiento correctivo y preventivo-Calibración a equipos de medición en las magnitudes de Longitudinal, presión, Eléctrica y

fuerza, bajo la norma Iso 9001:2008 y NTC 10012, en la tabla describe a que equipos por magnitud se les prestaría el servicio.

MAGNITUD DIMENSIONAL	
Comparadores de caratula	
Micrómetro Exteriores	
Micrómetro Interiores	
Profundímetros	
Pie de rey digital	

MAGNITUD ELECTRICA	
Multímetros digitales- Generadores de corriente	
Pinzas Voltiamperimetricas	

MAGNITUD PRESION	
Manómetros Análogos	
Manómetros digitales	

Transductores de presión	
Druck	

MAGNITUD FUERZA	
Torque	

1.2.2 Análisis previo de la situación actual

Casanare es actualmente el segundo productor de crudo en Colombia y el primero en producción de gas, ver tabla y actualmente no cuenta con una entidad que preste servicios de metrología, todo el servicio es requerido desde Bogotá, haciendo que a las compañías se les aumente los costos en fletes y se aféctela disponibilidad de los equipos, la creación del laboratorio de metrología METCAS en Casanare permitiría suplir la necesidades de los clientes, además de contar con un servicio extra de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos al algo con lo que no cuentan los directos competidores , estos servicios son trasladados a terceros, aumentando aun mas los tiempos y costos, nuestro laboratorio cubrirá este requerimiento.

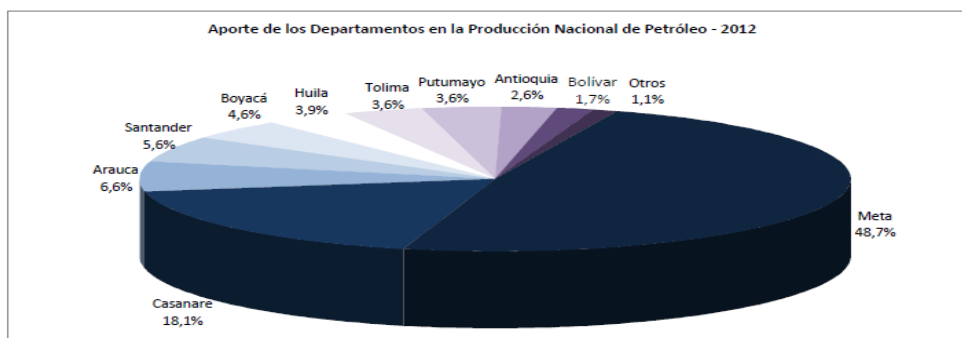
Tabla 1. Producción petróleo en Colombia a junio 2012



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
DIRECCIÓN DE HIDROCARBUROS
SISTEMA DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA
PRODUCCIÓN FISCALIZADA DE PETRÓLEO POR DEPARTAMENTO (BARRILES POR DÍA CALENDARIO - BPDC)
Enero a Junio de 2012

DEPARTAMENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
Meta	452.850	457.662	454.540	452.243	457.059	457.820	455.341
Casanare	181.842	174.681	159.627	171.429	162.987	165.855	169.354
Arauca	57.638	16.919	76.491	75.966	71.835	71.322	62.056
Santander	49.659	52.684	53.343	53.223	53.694	53.274	52.639
Boyacá	44.806	43.367	42.755	42.313	41.558	41.242	42.676
Huila	36.851	36.984	36.896	36.346	35.903	35.953	36.487
Tolima	30.746	30.589	35.504	35.952	34.319	33.537	33.458
Putumayo	35.949	36.551	35.486	37.424	28.642	26.432	33.395
Antioquia	22.495	22.638	25.490	25.318	24.282	24.939	24.200
Bolívar	15.500	15.844	15.681	15.543	15.576	15.151	15.548
Cesar	3.967	3.744	3.903	3.772	3.725	3.614	3.789
Norte de Santander	3.654	4.086	4.039	3.796	3.681	3.170	3.737
Cauca	837	906	921	952	947	983	924
Cundinamarca	737	677	688	690	553	1.066	734
Nariño	656	599	575	621	612	230	550
N.D.	1.121	1.102	355	71	58	57	458
Vichada	190	173	166	165	161	163	170
Sucre	27	27	30	29	29	31	29
Magdalena	40	18	0	2	44	11	19
Caquetá	0	0	19	0	0	0	3
TOTAL	939.565	899.250	946.508	955.853	935.664	934.849	935.567

N.D. = No Definido



Fuente [www. Google.com.co/ministeriodeminasyenergia](http://www.Google.com.co/ministeriodeminasyenergia)

Tabla 2. Producción de gas por departamento en Colombia a junio 2012



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
DIRECCIÓN DE HIDROCARBUROS
SISTEMA DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA
BALANCE DE PRODUCCIÓN DE GAS POR DEPARTAMENTO (MILLONES DE PIES CÚBICOS POR DÍA CALENDARIO - MPCDC)
Junio de 2012

DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN FISCALIZADA	GAS LIFT	GAS REINYECTADO	GAS QUEMADO	CONSUMO EN CAMPO	ENVIADO A PLANTA	GAS TRANSFORMADO	ENTREGA A GASODUCTOS
Casanare	2.124,03	0,23	1.633,54	13,03	84,75	0,02	12,20	380,26
Guajira	611,38	0,00	0,00	0,00	8,18	0,00	0,00	603,21
Santander	67,03	0,00	0,21	2,44	12,40	8,61	8,16	35,21
Sucre	62,77	0,00	0,00	0,16	0,85	0,00	0,00	61,76
N.D.	24,52	0,00	0,00	0,40	0,28	0,00	2,61	21,23
Meta	24,31	0,00	0,00	5,76	12,29	0,00	4,38	1,88
Tolima	23,65	0,00	1,69	9,64	7,02	0,00	0,00	5,31
Huila	23,13	0,00	0,56	5,58	9,50	2,77	1,12	3,60
Putumayo	16,13	0,00	0,00	16,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Córdoba	13,98	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	13,95
Boyacá	9,85	0,00	0,00	7,66	1,92	0,00	0,00	0,27
Bolívar	8,91	1,85	0,00	0,24	3,07	0,00	0,00	3,74
Cesar	6,41	0,00	0,00	1,52	0,25	0,00	0,00	4,65
Arauca	4,48	0,00	0,00	2,56	1,93	0,00	0,00	0,00
Norte de Santander	4,34	0,00	0,00	0,03	2,77	0,00	0,00	1,54
Antioquia	3,47	0,00	0,00	1,38	1,63	0,00	0,00	0,47
Cundinamarca	2,23	0,00	0,64	0,26	0,95	0,00	0,00	0,37
Magdalena	1,37	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,89
Nariño	1,03	0,00	0,00	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Cauca	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3.033,03	2,08	1.636,64	68,29	147,80	11,39	28,47	1.138,34

N.D. = No Definido

Fuente [www. Google.com.co/ministeriodeminasyenergia](http://www.Google.com.co/ministeriodeminasyenergia)

Nuestros clientes potenciales será el sector petrolero y productor de gas, contando, Casanare con 12 empresas encargadas de los contratos de explotación y quien además cada una subcontrata en promedio cuatro compañías para suplir necesidades internas como mantenimiento, adecuación, alimentación entre otras; en si estamos hablando en promedio de 44 compañías que requieren de servicio de metrología en 113 pozos productores.

Otros clientes tenemos molinos de arroz en Yopal y aguazul, empresa de energía de Casanare.

Tabla 3. Empresas Administradoras De Contrato Explotación De Crudo En Casanare

EMPRESA	CANTIDAD DE POZOS
Perenco	34
Petrominerales Colombia ltd.	10
Cepcolsa	6
Equion energía	6
Ecopetrol	5
Parex resources Colombia	4
Vetra e&e Colombia s.a.	6
Alange Energy	8
New Granada Energy Co	3
C&c energía	10
Hupecol Llc	3

Fuente. Autores

Equion cuenta con un laboratorio de metrología para prestar el servicio de verificación de instrumentos de medida a nivel interno. Este laboratorio no está acreditado, su función se basa en realizar verificación a los equipos y diagnosticar si pueden o no ser utilizados en las actividades de mantenimiento. A nivel Casanare no existe otro laboratorio o entidad que preste el servicio de aseguramiento metrológico de los equipos de medida, dando como resultado que las demás compañías deben enviar sus equipos a calibración a la ciudad de Bogota, lo que aumenta el costo y disponibilidad del equipo.

Para llevar a cabo la implementación del laboratorio se requiere recursos económicos altos, la forma de adquirir los recursos es buscar socios o proponer la idea al fondo emprender del servicio Nacional de Aprendizaje –SENA-

1.2.3 Ventaja competitiva en este mercado

Todas estas empresas para no perder sus licencias de explotación cuentan con planes de gestión integrado, basados bajo la norma ISO 9001-2008, lo cual les obliga a tener controles en calidad basados en procedimientos metrológicos, este lo tomaremos como una oportunidad para lograr que nuestro servicio sea el preferido por las compañías en la región.

1.2.4 Análisis DOFA

<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Personal competente y certificado✓ Ubicación Geográfica✓ Tiempos cortos en cumplimiento del servicio✓ Excelente soporte para reparación de todo instrumento de medida✓ Alta precisión en los equipos patrones de referencia	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Ser la única empresa que presta el servicio de reparación de instrumentos de medida✓ Tendencia de las compañías a buscar la certificación en la norma ISO 9001:2008✓ Amplio mercado potencial
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Desconocimiento generalizado de la importancia y la necesidad de la Metrología✓ Los costos de instalación y mantenimiento de laboratorios de Metrología son elevados✓ Carencia de programas de difusión e información✓ Cobertura de servicios✓ No inspira confianza en el cliente✓ Reconocimiento social	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Problemas políticos y económicos✓ Beneficios de inversión a largo plazo✓ Problemas de orden público✓ Otros laboratorios (precios)

1.2.5 Elección de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, es decir, el número de encuestas que se realizaron, se tomó en cuenta la siguiente información:

el mercado objetivo, el cual estuvo conformado por tres compañías líderes en la operación y mantenimiento industrial, Wood Group PSN Colombia, Perenco y Halliburton, ubicadas en la ciudad Yopal, conformada por 400 empleados Wood Group PSN, 500 empleados Perenco y 250 empleados de Halliburton, un total de 1150 empleados.

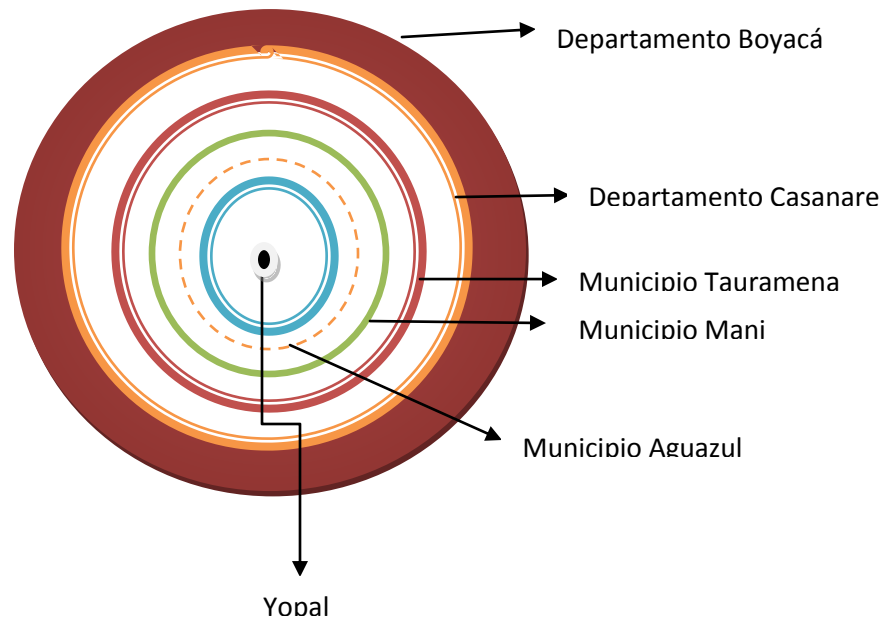
Un nivel de confianza de 95% y un grado de error de 5% en la fórmula de la muestra.

Aplicando la fórmula de la muestra:

$$n = (Z^2pqN) / (Ne^2 + Z^2pq)$$

n = 159
53 Encuestas en Wood Group PSN Colombia
53 Encuestas en Perenco
53 Encuestas en Halliburton

Figura 3. Trazabilidad de desarrollo de la empresa



Fuente. Autor

1.2.6 Tipo de técnica a utilizar

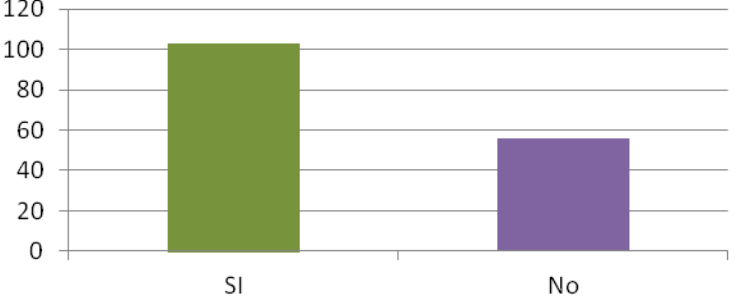
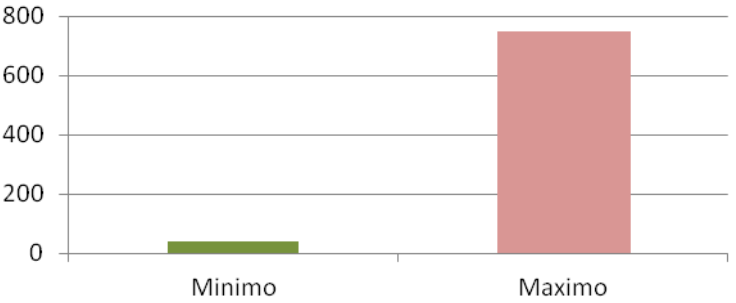
Cuantitativa. Encuesta

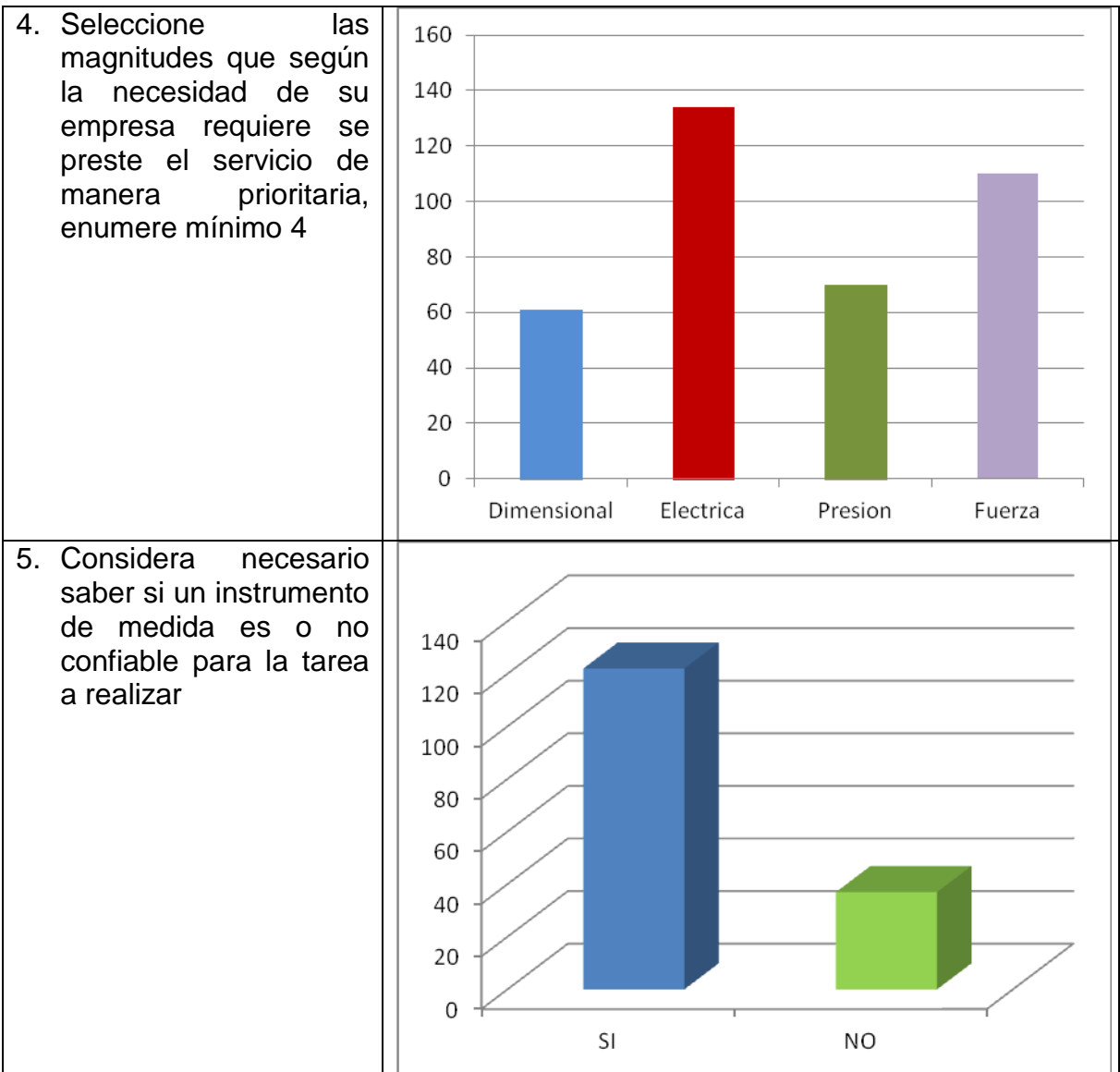
ENCUESTA PARA EVALUAR VIABILIDAD DE LA CREACION DEL LABORATORIO DE METROLOGIA MetCas

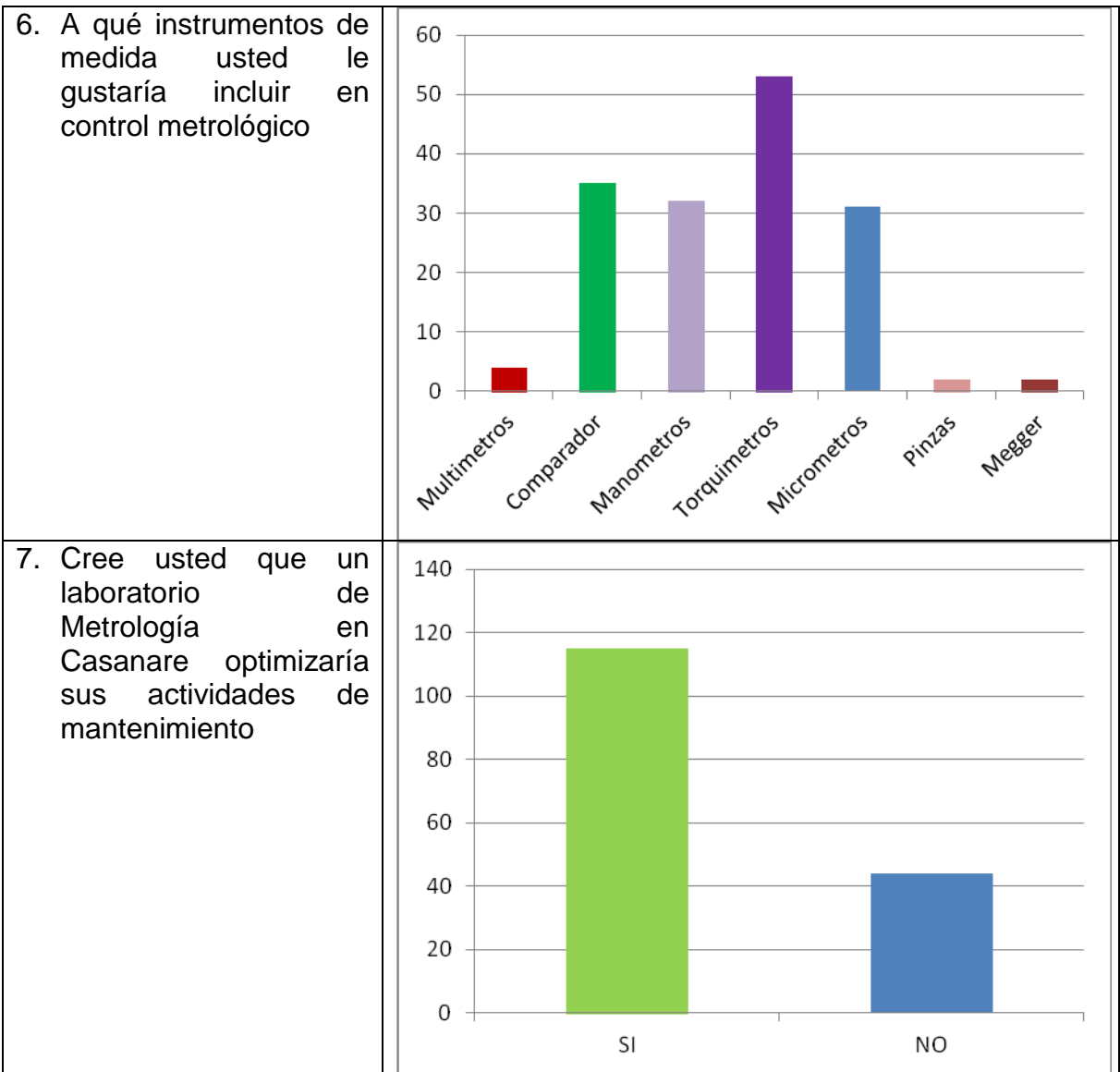
1. Existe en Casanare un laboratorio de Metrología que preste los servicios de calibración y reparación de instrumentos de medida.
SI
NO
2. Cree usted que es necesario contar con un laboratorio de metrología en el departamento de Casanare?
SI
NO
3. Mínimo indique cuantos equipos de medida tiene en su empresa que requieren de control metrológico.
4. Seleccione las magnitudes que según la necesidad de su empresa requiere se preste el servicio de manera prioritaria, enumere mínimo 4

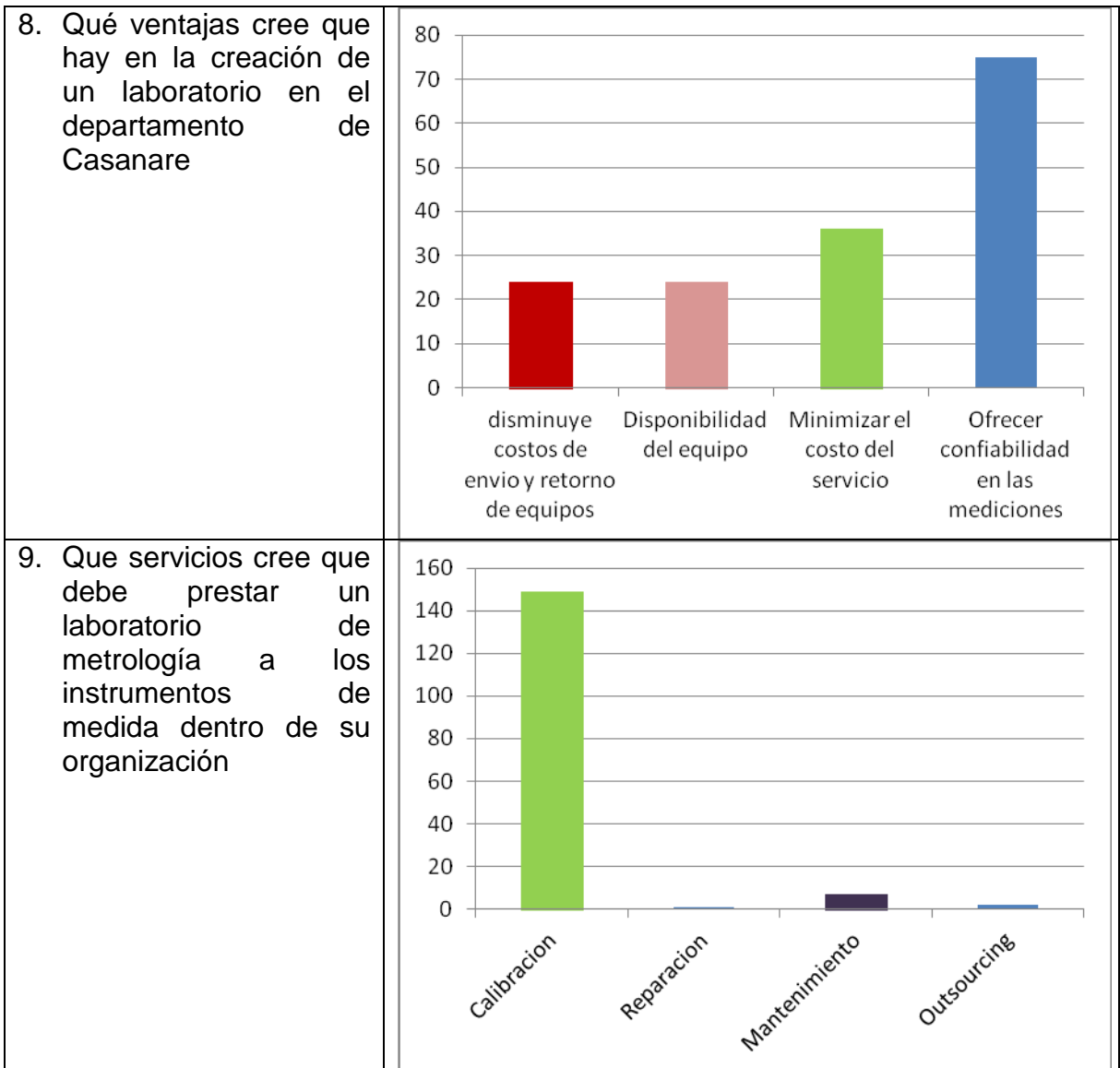
- a. Magnitud Dimensional
 - b. Magnitud Presión
 - c. Magnitud Eléctrica
 - d. Magnitud Fuerza
 - e. Magnitud Masa
 - f. Magnitud Peso
 - g. Magnitud Temperatura
5. Considera necesario saber si un instrumento de medida es o no confiable para la tarea a realizar
- SI
NO
6. A qué instrumentos de medida usted le gustaría incluir en control metrológico
- a. Multímetros digitales
 - b. Pinzas voltiamperimetricas
 - c. Megger
 - d. Comparadores de caratula
 - e. Micrómetro de exteriores
 - f. Micrómetro de interiores
 - g. Profundímetros
 - h. Torquímetros
 - i. Manómetros análogos y digitales
 - j. Módulos de presión
7. Cree usted que un laboratorio de Metrología en Casanare optimizaría sus actividades de mantenimiento
- SI
NO
8. Qué ventajas cree que hay en la creación de un laboratorio en el departamento de Casanare
- a. Disminuye costos de envío y retorno de equipo
 - b. Disponibilidad del equipo
 - c. Minimiza el costo del servicio
 - d. Ofrecer confiabilidad en las mediciones
9. Que servicios cree que debe prestar un laboratorio de metrología a los instrumentos de medida dentro de su organización
- a. Mantenimiento
 - b. Reparación
 - c. Calibración
 - d. Outsourcing
10. A donde envía a calibración sus instrumentos de medida
- a. Laboratorios en Bogotá
 - b. Laboratorios en Barrancabermeja
 - c. Laboratorios en Valle del Cauca Cali
11. Cuanto tiempo demora la calibración de equipos cuando son enviados fuera del departamento
- a. Quince días

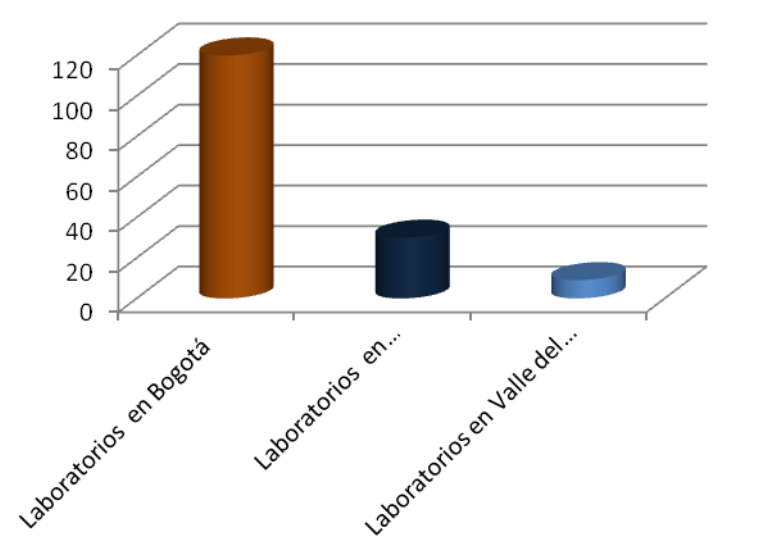
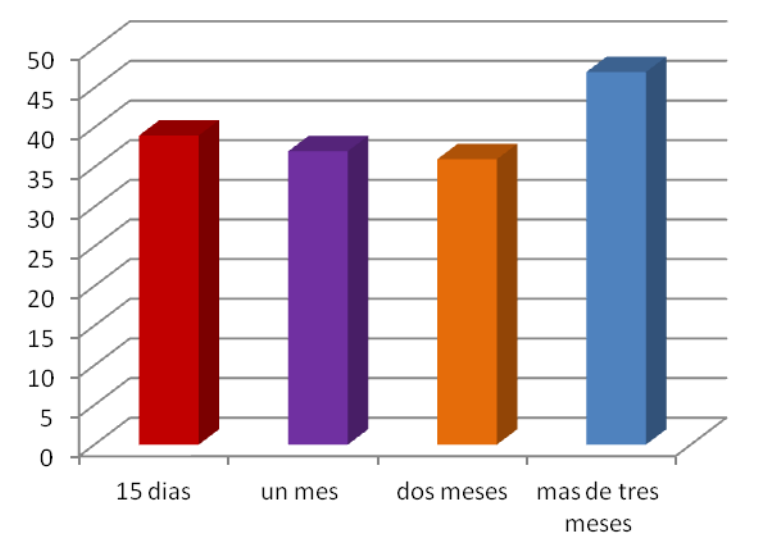
- b. Un mes
 - c. Dos meses
 - d. Más de tres meses
12. Los costos del envío de los instrumentos de medida de su empresa a calibración son:
- a. Bajos
 - b. Medio
 - c. Altos
13. Los proveedores de servicio de metrología le indican la conformidad del equipo una vez verificado?
- SI
 - NO
14. Conoce laboratorios de metrología en Colombia que presten el servicio de reparación y calibración de instrumentos de medida
- SI
 - NO
- 1.2.7 Tabulación de datos

DESCRIPCION DE LA PREGUNTA	GRAFICA DE DATOS						
1. Existe en Casanare un laboratorio de Metrología que preste los servicios de calibración y reparación de instrumentos de medida	No existe un laboratorio que preste el servicio de control y aseguramiento metrológico						
2. Cree usted que es necesario contar con un laboratorio de metrología en el departamento de Casanare?	 <table border="1" data-bbox="727 1276 1458 1577"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SI</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Frecuencia	SI	105	No	55
Respuesta	Frecuencia						
SI	105						
No	55						
3. Mínimo indique cuantos equipos de medida tiene en su empresa que requieren de control metrológico	 <table border="1" data-bbox="727 1608 1458 1908"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Minimo</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Maximo</td> <td>750</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Frecuencia	Minimo	50	Maximo	750
Categoría	Frecuencia						
Minimo	50						
Maximo	750						

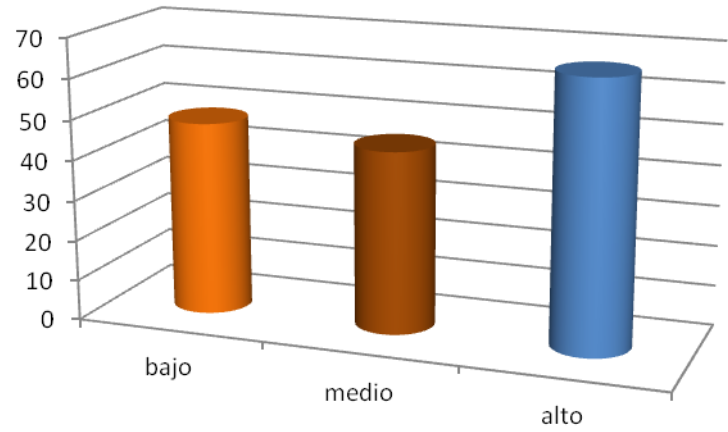




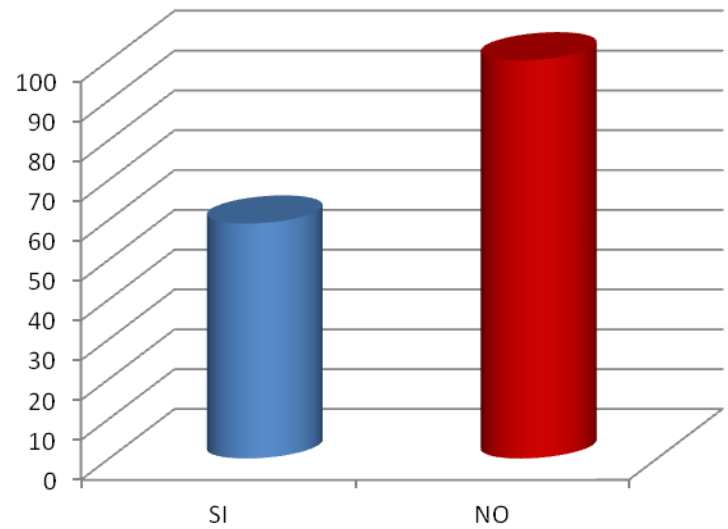


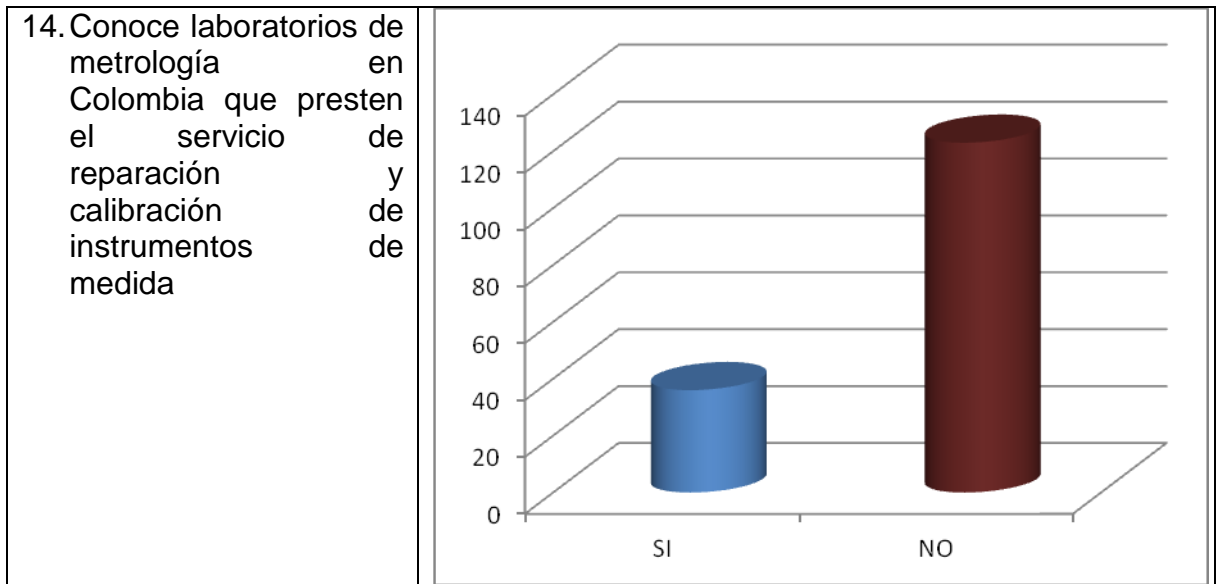
<p>10.A donde envía a calibración sus instrumentos de medida</p>	 <table border="1"> <caption>Data for Question 10.A</caption> <thead> <tr> <th>Location</th> <th>Number of Instruments</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Laboratorios en Bogotá</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Laboratorios en ...</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Laboratorios en Valle del ...</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Location	Number of Instruments	Laboratorios en Bogotá	110	Laboratorios en ...	45	Laboratorios en Valle del ...	20		
Location	Number of Instruments										
Laboratorios en Bogotá	110										
Laboratorios en ...	45										
Laboratorios en Valle del ...	20										
<p>11. Cuanto tiempo demora la calibración de equipos cuando son enviados fuera del departamento</p>	 <table border="1"> <caption>Data for Question 11</caption> <thead> <tr> <th>Delay</th> <th>Number of Instruments</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15 días</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>un mes</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>dos meses</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>mas de tres meses</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Delay	Number of Instruments	15 días	42	un mes	40	dos meses	38	mas de tres meses	50
Delay	Number of Instruments										
15 días	42										
un mes	40										
dos meses	38										
mas de tres meses	50										

12. Los costos del envío de los instrumentos de medida de su empresa a calibración



13. Los proveedores de servicio de metrología le indican la conformidad del equipo una vez verificado





1.2.8 Interpretación de datos

No existe un laboratorio de metrología que preste el servicio de reparación, mantenimiento y calibración de instrumentos de medida en Casanare y el 62% de los encuestados están de acuerdo en que se cree un laboratorio de metrología que supla esta necesidad en contra de un 38% que no está de acuerdo. Existe inicialmente un buen número de instrumentos de medida que requieren ingresar a un control metrológico, de las siete magnitudes se eligieron cuatro Eléctrica, Fuerza, Presión y dimensional de las cuales consideran importante saber si son o no confiables

1.3 NOMBRE DE LA EMPRESA

Propuesta para la creación de un laboratorio de metrología **MetCas**-basado en la norma NTC-ISO 9001-2008 y NTC-ISO 10012 para prestar un servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de medición en las magnitudes dimensional, eléctrica, presión y fuerza en el departamento de Casanare.

1.4 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta para la creación de un laboratorio de Metrología MetCas, que preste el servicio de mantenimiento correctivo y preventivo a instrumentos de medida bajo la norma ISO 9001:2008 y NTC 10012.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un análisis del entorno que permita conocer la aplicación de la metrología en la industria regional y nacional.
- Realizar un estudio económico y financiero que identifique la rentabilidad y en consecuencia la viabilidad económica del proyecto.
- Realizar estudios de mercado que permita analizar los posibles competidores y clientes.
- Realizar un estudio técnico que identifique las facilidades físicas y equipos requeridos para la prestación adecuada del servicio.
- Conocer la documentación requerida para crear un laboratorio de metrología
- Identificar características metrológicas de los equipos patrones de referencia utilizados para trazar equipos secundarios
- Diseñar distribución de bancos de calibración –Plano-
- Establecer las condiciones normalizadas para laboratorios de metrología
- Aplicar requerimientos de la norma NTC-ISO 9001-2008
- Desarrollar un modelo de sistema de gestión de las mediciones bajo la norma NTC 10012
- Identificar los equipos de medida que requieren mantenimiento preventivo
- Describir estrategia para hacer mantenimiento correctivo
- Determinar a qué equipos se les hace mantenimiento correctivo
- Identificar fallas funcionales, causas, efectos y acciones de control
- Diseñar estrategia de mantenimiento preventivo
- Establecer operaciones de calibración o de comprobación
- Establecer procedimientos, formatos y listas de chequeo
- Identificar indicadores de eficiencia y efectividad

1.5 JUSTIFICACION

El creciente desarrollo que se presenta en Casanare, motivado por el auge petrolero, sitúa al departamento en un estado donde no se tienen servicios o materiales que se le pueda suministrar a las compañías, esto hace que los servicios sean contratados desde otros departamentos aumentando el costo y el tiempo de disponibilidad del requerimiento, además se deja de recibir la parte económica que perfectamente podría representar ganancias a entidades locales y puestos de trabajo para el departamento de Casanare.

Uno de los servicios que se contrata es la metrología, encargada de calibración de equipos de medición, actividad realizada en laboratorios acreditados con patrones primarios.

Se busca crear un laboratorio de metrología en Casanare que preste los servicios, no solamente de calibración si no también brindar al cliente una estrategia de mantenimiento.

Esto permitirá profundizar conceptos teóricos de mantenimiento preventivo y correctivo aplicado en equipos de medición.

Inicialmente el laboratorio prestara los servicios para las siguientes magnitudes: dimensional, eléctrica, presión y fuerza.

En realidad, la calidad de las operaciones de medida depende de la aptitud de los medios metrológicos para atender las necesidades reales de toda empresa, del funcionamiento correcto de los medios de medida y del enlace de dichos medios con los patrones nacionales.

La función metrológica de MetCas evaluara las necesidades reales en medios de medida y orientara la administración de esos medios en función de necesidades definidas claramente y que se actualicen en forma periódica.

1.6 MAGNITUDES A IMPLEMENTAR

1.6.1 Magnitud Dimensional

Específicamente se realizara mantenimiento y calibración en –Longitud- (Micrómetro de exteriores, Micrómetro de interiores, profundímetros, comparadores de caratula y pie de rey digital y análogo). Comparando a patrones trazados nacionalmente.

Figura 4. Instrumentos de medida de la magnitud dimensional



Fuente. www.google.com.co/metrologiadimensional

- Micrómetros

✓ Principio de funcionamiento

El micrómetro es un dispositivo que mide el desplazamiento del husillo cuando este es movido mediante el giro de un tornillo, lo que convierte el movimiento giratorio del tambor en el movimiento lineal del husillo. Las graduaciones alrededor de la circunferencia del tambor también permiten leer un cambio pequeño de posición del husillo.

✓ Características metrológicas a tener en cuenta

Exactitud
Resolución
Intervalos de medición
Unidades
Tolerancia

- **Tipos de micrómetros**

- ◆ **Micrómetro de exteriores:** Se usa con mayor frecuencia en la industria para medir el espesor de objetos pequeños.

Figura 5. Micrómetro de exteriores análogos y digitales



Fuente. <http://daviddiesel-davis.blogspot.com/2010/02/micrometro.html>

- ◆ **Micrómetro de profundidades:** Sirve para comprobar la medida de la profundidad del agujero, acanaladuras. Para aumentar la capacidad de la lectura, el micrómetro de profundidad dispone de unos ejes de medidas variables que son intercambiables.

Figura 6. Micrómetro de profundidades



Fuente. <http://www.maquitodo.com.co/micrometro-de-profundidad-0-150mm-mituto.html>

- ◆ **Micrómetro de interiores:** Sirve para medir el diámetro del agujero y otras cotas internas superiores a 50mm.

Figura 7. Tipos de micrómetros de interiores



Fuente. <http://www.herramientaslyf.com/detalle.php?id=3>

♦ Pie de rey: Sirve para medir con precisión elementos pequeños (tornillos, orificios, pequeños objetos, etc.). La precisión de esta herramienta llega a la décima, a la media décima de milímetro e incluso llega a apreciar centésimas de dos en dos.

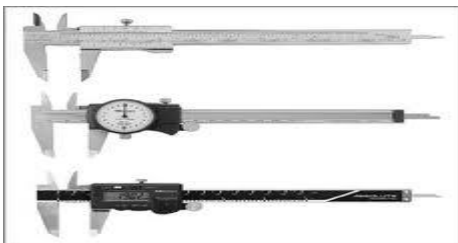
✓ **Principio de funcionamiento**

El sistema consiste en una regla sobre la que se han grabado una serie de divisiones según el sistema de unidades empleado, y una corredera o carro móvil, con un fiel o punto de medida, que se mueve a lo largo de la regla.

✓ **Características metrológicas a tener en cuenta**

- El tipo
- EL rango de medición
- La graduación
- Exactitud
- Tolerancia

Figura 8. Tipos de pie de rey



Fuente. <http://www.ferreteriaajrc.com/HTML/medicion.htm>

♦ Comparador de caratula

El comparador es un instrumento utilizado para el control del error de forma de una pieza (tolerancias geométricas) y para la medida comparativa (por diferencia) entre la dimensión de una pieza sujeta a examen y la de una pieza patrón.

✓ **Principio de funcionamiento**

El movimiento lineal de husillo, con su punta de contacto, se transmite a un piñón concéntrico con un engranaje, por medio de una cremallera, lo que amplifica y transmite al engranaje concéntrico, mediante la aguja, para mostrar el desplazamiento en la caratula.

✓ **Características metrológicas a tener en cuenta**

Rango
Resolución
División mínima de escala
Repetibilidad
Exactitud

Figura 9. Tipos de comparador (análogos y digitales)



Fuente. <http://www.ferreteriajrc.com/HTML/medicion.htm>

1.6.2 MAGNITUD PRESION

◆ Manómetros

Es un instrumento de medición que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Esencialmente se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases.

✓ Principio de funcionamiento

Estos manómetros tienen un tubo metálico elástico, aplanado y curvado de forma especial conocido como tubo de Bourdon tal y como se muestra en la figura 2 en rojo. Este tubo tiende a enderezarse cuando en su interior actúa una presión, por lo que el extremo libre del tubo de Bourdon se desplaza y este desplazamiento mueve un juego de palancas y engranajes que lo transforman en el movimiento amplificado de una aguja que indica directamente la presión en la escala.

✓ Características metrológicas a tener en cuenta

Resolución

División escala

Error de linealidad (El máximo error intrínseco permisible, incluyendo histéresis es igual a:a) $\pm 0,8 K$, para instrumentos nuevos o reparados b) $\pm K$, para instrumentos en servicio.

Siendo K numéricamente igual al índice de la clase de precisión expresado:- Como un porcentaje del límite superior del rango de medición, para instrumentos con escala unilateral- Como un porcentaje de la suma de los límites superiores de ambos rangos de medición, para instrumentos con escalas bilaterales.

Error de histéresis (El error por histéresis no debe exceder el máximo error permisible

Clases de exactitud

Índice de calidad de calibración (Q) $Q = TOL/u$ Si $Q \geq 4$ Aceptable; si $Q \leq 4$ no aceptable

Tolerancia (TOL = (€) $\max = CL/100 * RANGO$

Figura 10. Tipos de manómetro



Fuente. http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/indicador-presion-76151-_5.html

◆Bomba de presión

Instrumento de presión utilizado para generar presión en los rangos que sean requeridos.

Figura 11. Tipos de bombas



Fuente. <http://www.transcat.com/catalog/productdetail.aspx?itemnum=23178P-6000G>

✓ **Características metrológicas a tener en cuenta**

Exactitud
Rango
Resolución

◆Transductores de presión Fluke. Transforman la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica que será la que emplearemos en los equipos de automatización o adquisición estándar.

Figura 12. Tipos de transductores



Fuente. http://www.testoon.com/product-ES-4149-fluke-700p-measurement_pressure_modules.html

1.6.3 Magnitud Eléctrica

✓ Características metrológicas a tener en cuenta

Exactitud
Resolución

◆Multímetros digitales

Es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como o pasivas como capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una.

Figura 13. Multímetros digitales



Fuente. www.google.com.co/multimetros/fluke

◆Calibrador de procesos

Instrumento de mano alimentado por batería que mide y determina valores de parámetros físicos y eléctricos, e permite diagnosticar, calibrar, verificar y documentar su trabajo de instrumentos de proceso

Figura 14. Calibrador de procesos



Fuente. www.google.com.co/multimetros/fluke

◆Pinzas Voltiamperimetricas

Permite registrar la corriente que circula por un circuito o conductor, sin necesidad de una instalación en modo serie del instrumento.

Por esta razón permiten medidas rápidas y seguras, especialmente en circuitos industriales por dónde circulan corrientes altas. Entonces no es necesario apagar el circuito, y la influencia en el mismo es más limitada lo que disminuye el error en la medida.

La Pinza Amperimétrica o "Pinza", es un dispositivo que posee un "anillo sensor", otros le llaman: "mandíbula de la pinza", que se pueden abrir para así "abrazar" al conductor.

La mandíbula se abre, con un mecanismo tipo gatillo, se rodea entonces al conductor. Previamente se fija el rango de corriente a medir. La pantalla digital registrará la corriente que circula por el conductor.

La pinza puede ser digital o analógica. Hay pinzas que solo miden corrientes del tipo alterno. Otras pueden medir corrientes tanto del tipo alterno, como del continuo. La pinza, sirve también para medir voltajes y resistencias (ohmios).

Figura 15. Pinzas voltiamperimetricas



Fuente. www.google.com.co/multimetros/fluke

✓ Principio de funcionamiento

Toda corriente que circula por un conductor, genera un campo magnético. Fue el científico danés Hans Christian Oersted, quien detecto por primera vez que la aguja de una brújula, se movía, cada vez que conectaba un circuito eléctrico. Para el caso de nuestra pinza, la corriente que circula por un conductor, crea magnetismo y este magnetismo origina una corriente que circulará por la mandíbula y es la que se registrará en la pantalla de la pinza.

✓ **Características metrológicas a tener en cuenta**

Precisión
Resolución

◆Megger

Se utiliza para medir la resistencia del aislamiento de los conductores

✓ **Principio de funcionamiento**

Este instrumento basa su funcionamiento en una fuente de alta tensión pero poca energía, de forma tal que colocando una resistencia en los bornes de la fuente podemos observar que la tensión en la fuente disminuye, logrando una fracción de la tensión que la fuente es capaz de generar en vacío. Mientras menor es el valor de la resistencia colocada, tanto menor es la tensión suministrada por la fuente. Entonces censando la tensión producida por la fuente y asociándolos a valores de resistencias correspondientes, podemos estimar el valor de la resistencia colocada para su medición.

✓ **Características metrológicas a tener en cuenta**

Exactitud
Tolerancia

Figura 16. Megger



Fuente. www.kyoritsu.com

1.6.4 Magnitud Fuerza

- Torques

El **Torquímetro** es una herramienta de precisión, la cual es empleada para aplicar una tensión determinada en los tornillos, tuercas, bulones, etc. Son útiles en aplicaciones donde los accesorios de sujeción, como las tuercas y/o tornillos, deben tener una tensión específica. Es común su empleo en equipos para manejo de líquidos y gases a baja presión, motores de combustión interna, aire acondicionado, puentes y estructuras de gran tamaño, tubería industrial, ensamble de electrodomésticos, equipos eléctricos y electrónicos, entre otros

Figura 17. Torquímetro



Fuente. www.google.com.co/torquímetros

Tipos de Torquímetro

Existen en el mercado una gran variedad de **Torquímetro**. Algunos tipos de **Torquímetro**:

Multiplicadores de torque. Se utilizan para incrementar, con una relación predeterminada, el valor del torque aplicado.

Multitorque. Analizador portátil de torque que cuenta con un sistema de recolección de datos que puede ser usado con dados, extensiones, mangos, matracas, o cualquier combinación de éstos.

Torquímetro electrónico computadorque. Es el más avanzado y posee múltiples aplicaciones incluyendo torques de precisión en sujetadores críticos y pruebas de calidad.

Torquímetro de carátula. Es muy práctico para la medición del torque mediante una carátula, permitiendo una rápida y precisa identificación del torque aplicado.

Torquímetro de trueno. En este caso, el torque deseado se determina antes de aplicar la operación

Torquímetros pre-ajustados. Son diseñados para usarse en líneas de producción y ensambles donde se requiere un torque específico para operaciones repetitivas.

✓ **Características metrológicas**

Tolerancia
Lectura mínima
Error permisible
Incertidumbre

1.7 ALCANCE DEL SERVICIO

1.7.1 Servicio correctivo

Se realizara mantenimiento correctivo a los instrumentos de medida:

- ❖ Pinzas voltiamperimetricas
- ❖ Megger
- ❖ Probador de baterías
- ❖ Probadores de tensión
- ❖ Manómetros
- ❖ Druck
- ❖ Indicadores de presión
- ❖ Bombas de presión
- ❖ Torques
- ❖ Basculas electrónicas
- ❖ Dinamómetros
- ❖ Multímetros
- ❖ Calibrador de procesos 744, 743
- ❖ Pistolas infrarrojas
- ❖ Bloque seco –Mufla-
- ❖ Micrómetros

Una vez reparados se procede a realizar calibración a equipos en las magnitudes de presión, longitud, presión y fuerza, verificando que estos cumplan con las especificaciones requeridas por cada proceso o según las normas pertenecientes a cada magnitud. Los equipos de medida a los que no se les realiza calibración en el laboratorio se les hace el tramite y seguimiento para el envío externamente.

1.7.2 Mantenimiento y calibración

A todo instrumento de medida que ingrese al laboratorio se le realiza mantenimiento, luego calibración, para identificar si cumple o no con una exactitud o tolerancia permitida.

A continuación se nombra alcance del servicio según la tolerancia

Tabla 4. Alcance del servicio de calibración para la magnitud de presión

MAGNITUD	EQUIPOS SECUNDARIOS	UNIDADES DE MEDIDA	TOLERANCIA	EXACTITUD
PRESION	MANOMETROS DE CARATULA	psi, bar	TOL(Emax)= Clase de exactitud/100*rango	0,50%
	MANOMETROS DIGITAL	psi	TOL(Emax)= Clase de exactitud/100*rango	0,05%
	MODULOS FLUKE	psi	TOL(Emax)= Clase de exactitud/100*rango	0,10%
	DRUCK	psi	TOL(Emax)= Clase de exactitud/100*rango	0,025%

Fuente. Autores

Tabla 5. Alcance del servicio de calibración para la magnitud de longitud

MAGNITUD	EQUIPOS SECUNDARIOS	UNIDADES DE MEDIDA	DESVIACION PERMISIBLE	
LONGITUD	MICROMETROS INCORPORABLES	mm, in	RANGO<25 mm. TOL =7µm	(STARRETT) RANGO>25mm. TOL= 0,02 mm +- 0,0001 in
				(MITUTOYO) [=+- (2+L/75)]µm (L=RANGO mm)

MAGNITUD	EQUIPOS SECUNDARIOS	UNIDADES DE MEDIDA	DESVIACION PERMISIBLE	
LONGITUD	MICROMETRO DE INTERIORES	mm, in	RANGO < 25 mm. TOL = 7 μm 0,000275 in	(STARRETT) RANGO > 25 mm +/- 0,0001 in 0,002mm
				(MITUTOYO) RANGO > 25 mm (+/- 5 μm) (+/- 0,00025 in)
	EQUIPOS SECUNDARIOS	UNIDADES DE MEDIDA	DESVIACION PERMISIBLE	
	CALBRADOR DE MICROMETRO DE INTERIORES	mm, in	RANGO < 25 mm. TOL = 3 μm	(STARRETT) (+/- 0,0002 in); (+/- 0,003mm)
	EQUIPOS SECUNDARIOS	UNIDADES DE MEDIDA	DESVIACION PERMISIBLE	
	MICROMETRO EXTERIORES	mm, in	NORMA NTC 4352 Rango < 500 mm. TOL = 4 μm hasta 9 μm	FABRICANTE (STARRETT) RANGO > 500 mm (+/- 0,0001 in); (+/- 0,002mm) (MITUTOYO) RANGO > 500 mm (+/- 0,0001 in) (+/- 4 μm)

Fuente. Autores

Tabla 5. Alcance del servicio de calibración para la magnitud de longitud

MAGNITUD	EQUIPOS SECUNDARIOS	RANGO	RESOLUCION	LIMITE DE ERROR (NTC 4303)	EXACTITUD (fabricante)
LONGITUD UNIDADES in, mm	* PIE DE REY DIGITAL - ANALOGO	6 in =152,4 mm	0,001 in	20µm (in) 0.000787 in	mm= 0,01
	EXTERIORES	12 in =304,8 mm	0,0005 in	50µm (in) 0.001968 in	
	INTERIORES		0,001 in	30µm (in) 0.001181 in	in =0,001
	PROFUNDIDADES	150 mm	0,02mm	20µm	
		200-300 mm	0,05mm	50µm	

Fuente. Autores

Tabla 6. Alcance del servicio de calibración para la magnitud de fuerza

MAGNITUD	EQUIPOS SECUNDARIOS	UNIDADES DE MEDIDA	DESVIACION PERMISIBLE
FUERZA	TORQUES	lbs * ft	NORMA DIN ISO 6789
			5%

Fuente. Autores

Tabla 7. Alcance del servicio de calibración para la magnitud eléctrica

MAGNITUD	EQUIPOS SECUNDARIOS	UNIDADES DE MEDIDA	DESVIACION PERMISIBLE
FUNCIONES ELECTRICAS Y ELECTRONICAS	MULTIMETROS	mADC; mAAC;	MANUAL DE FABRICANTE
	PINZAS	VAC; VDC; Ω ; TC; mA;Hz;	
	MEGGER	Mohmios	

Fuente. Autores

1.8 QUE SE NECESITA

1.8.1 Recursos físicos

- ✓ Local
- ✓ Bancos por magnitud
- ✓ Computadores
- ✓ Publicidad
- ✓ Repuestos
- ✓ Insumos
- ✓ Dotaciones
- ✓ Herramientas menores
- ✓ Elementos de protección personal
- ✓ Patrones de referencia por magnitud
- ✓ Equipos para medir temperatura y humedad relativa
- ✓ Equipo y oficina (computadores, estantería, sillas, escritorios, impresoras)

1.8.2 Recursos Humanos

- Ingeniero de medición –Gerente-
- Metrologo Líder –Analiza datos y aprueba informes de calibración-
- 1 Técnico Metrologo líder (planea y programa reparaciones, mantenimiento y calibración de los instrumentos de medida)

- Técnicos metrologos –Ejecutan la calibración de instrumentos de medida-
- 1 Técnico Metrologo reparador –Realiza reparación a instrumentos de medida-
- 1 Técnico soporte –Gestiona compras, repuestos-
- 1 Técnico soporte –Embalaje de los instrumentos de medida-
- secretaria –interrelacionar con el personal-

1.8.3 Recursos financieros

Pasar propuesta al fondo emprender del Servicio Nacional de aprendizaje –SENA-

Tabla 8. Recursos necesarios para la realización del laboratorio de metrología MetCas

RECURSOS FISICOS			
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Terreno	1	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
Adecuación Laboratorio	1	\$ 22.000.000	\$ 22.000.000
Termohigrometro Certificados	1	\$ 16.000.000	\$ 16.000.000
Patrón Máster de alturas	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000
Certificación Máster de alturas	1	\$ 900.000	\$ 900.000
Patrón Bloques planos	1	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000
Certificación Bloques	1	\$ 750.000	\$ 750.000
Patrón Pie de rey Digital	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000
Certificación Pie de rey	1	\$ 600.000	\$ 600.000
Patrón Juego de barras	1	\$ 26.000.000	\$ 26.000.000
Certificación Juego de barras	1	\$ 150.000	\$ 150.000
Patrón Peso Muerto	1	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
Certificación Peso Muerto	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Bobina de 50 hilos	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Inyector de corriente	1	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
Certificación Inyector de corriente	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Patrón Multímetros 8846A	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
Certificación Multímetros	1	\$ 750.000	\$ 750.000
Patrón Calibrador de Procesos 744	1	\$ 26.000.000	\$ 26.000.000
Certificación 744	1	\$ 750.000	\$ 750.000
Patrón Fuerza	1	\$ 60.000.000	\$ 60.000.000
Certificación Fuerza	1	\$ 300.000	\$ 300.000

Escritorio	6	\$ 150.000	\$ 900.000
Sillas	6	\$ 80.000	\$ 480.000
Biblioteca	1	\$ 400.000	\$ 400.000
Stand para equipos a calibración	3	\$ 800.000	\$ 2.400.000
Banco de trabajo en madera	1	\$ 750.000	\$ 750.000
Computador	6	\$ 1.000.000	\$ 6.000.000
Impresora	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Impresora de rótulos de calibración	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Papelería	Mes	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Repuestos	10	\$ 50.000	\$ 500.000
Total Recursos Físicos			\$ 400.330.000
RECURSOS HUMANOS			
Ingeniero de medición	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Metrologo líder	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
Técnico metrologo líder	1	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
Técnicos metrologos	2	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Técnico reparador	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Técnico soporte de compras	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Técnico soporte embalaje de instrumentos	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
Secretaria	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Total recursos humanos			\$ 22.500.000
Otros			
Prestaciones sociales	9	30000	\$ 2.700.000
Servicios	6	50000	\$ 300.000
TOTAL INVERSION			\$ 425.830.000

Fuente. Autores

1.9CONDICIONES NORMALIZADAS

1.9.1 Temperatura

La temperatura de los instrumentos y la temperatura ambiente debe ser igual a 20 °C con una desviación que no lleve a una variación de indicación mayor a 1/5 del máximo error permisible.

◆El laboratorio de Metrología MetCas tendrá una temperatura controlada de 21+-2%°C

1.9.2 Humedad relativa

La humedad relativa no debe exceder el 80 %

- ◆Se establece la humedad relativa en un valor de 60+-10%

1.9.3 Vibraciones y ruido

- ◆Controlar el perímetro del Laboratorio para evitar vibraciones y ruidos.

No debe haber variaciones y choques, o no deben alcanzar un valor que origine una oscilación de la aguja indicadora con una amplitud mayor a 1/10 de la longitud de la división de escala más pequeña

1.10 CONSTITUCION DE LA EMPRESA

La sociedad por acciones simplificada se creará mediante contrato o acto unilateral que conste en documento privado, inscrito en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio del lugar en que la sociedad establezca su domicilio principal, en el cual se expresará cuando menos lo siguiente:

- ✓ Nombre, documento de identidad y domicilio de los accionistas;
- ✓ Razón social o denominación de la sociedad, seguida de las palabras "sociedad por acciones simplificada/; o de las letras S.A.S.
- ✓ El domicilio principal de la sociedad y el de las distintas sucursales que se establezcan en el mismo acto de constitución;
- ✓ El término de duración, si éste no fuere indefinido. Si nada se expresa en el acto de constitución, se entenderá que la sociedad se ha constituido por término indefinido.
- ✓ Una enunciación clara y completa de las actividades principales, a menos que se exprese que la sociedad podrá realizar cualquier actividad comercial o civil, lícita. Si nada se expresa en el acto de constitución, se entenderá que la sociedad podrá realizar cualquier actividad lícita.
- ✓ El capital autorizado, suscrito y pagado, la clase, número y valor nominal de las acciones representativas del capital y la forma y términos en que éstas deberán pagarse;
- ✓ La forma de administración y el nombre, documento de identidad y facultades de sus administradores. En todo caso, deberá designarse cuando menos un representante legal.

El documento de constitución será objeto de autenticación de manera previa a la inscripción en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio, por quienes participen en su suscripción. Dicha autenticación podrá hacerse directamente o a través de apoderado.

Cuando los activos aportados a la sociedad comprendan bienes cuya transferencia requiera escritura pública, la constitución de la sociedad deberá hacerse de igual manera e inscribirse también en los registros correspondientes

Control al acto constitutivo y a sus reformas. – Las Cámaras de Comercio verificarán la conformidad de las estipulaciones del acto constitutivo, de los actos de nombramiento y de cada una de sus reformas con lo previsto en la ley. Por lo tanto, se abstendrán de inscribir el documento mediante el cual se constituya, se haga un nombramiento o se reformen los estatutos de la sociedad, cuando se omita alguno de los requisitos previstos en el artículo anterior o en la ley.

Efectuado en debida forma el registro de la escritura pública o privada de constitución, no podrá impugnarse el contrato o acto unilateral sino por la falta de elementos esenciales o por el incumplimiento de los requisitos de fondo, de acuerdo con los artículos 98 y 104 del Código de Comercio.

Sociedad de hecho.- Mientras no se efectúe la inscripción del documento privado o público de constitución en la Cámara de Comercio del lugar en que la sociedad establezca su domicilio principal, se entenderá para Todos los efectos legales que la sociedad es de hecho si fueren varios los Asociados. Si se tratare de una sola persona, responderá personalmente por Las obligaciones que contraiga en desarrollo de la empresa.

Prueba de existencia de la sociedad.- La existencia de la sociedad por acciones simplificada y las cláusulas estatutarias se probarán con certificación de la Cámara de Comercio, en donde conste no estar disuelta y liquidada la sociedad.

1.11 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

1.11.1 Localización

Figura 18. Localización del laboratorio MetCas

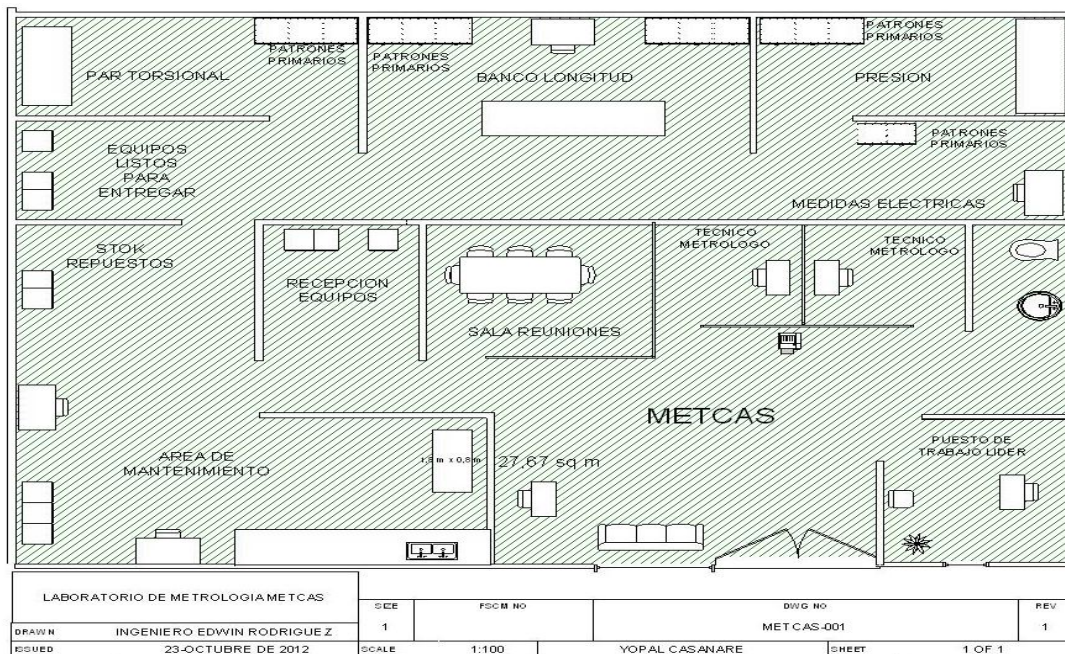


Fuente. www.google.com.co/casanare

Desarrollar la propuesta para la creación de un Laboratorio de Metrología en la ciudad de Yopal, departamento de Casanare, con el fin de prestar servicio especializado de evaluación metrológica a equipos e instrumentos de medición en las magnitudes de presión, electricidad, longitud, y fuerza empleados en la industria.

1.11.2 Planos del laboratorio

Figura 19. Planos de distribución de bancos y puestos de trabajo



Fuente. Autores

1.11.3 Necesidades técnicas

Patrones de referencia requeridos para la prestación de los servicios metrológicos.

Tabla 9. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitud longitud

Magnitud	Nombre del Patrón de referencia	Instrumentos a verificar – Secundarios-	Características metrológicas	Frecuencia de calibración
Longitud	Calibrador de comparador de caratula	Comparadores de caratula	Rango 0-25 mm Resolución 0.001 mm Exactitud 0.001 mm	Triannual
	Patrón para micrómetro de interiores	Micrómetro de interiores tipo tabular	Rango 600 mm Exactitud +- (0,001+L/150000) mm, done L (longitud a comprobar en mm)	Triannual
	Máster de alturas	Micrómetro de profundidades	Rango 12,7 mm a 292,1 mm Exactitud 0,003 mm	Triannual
	Juego de bloques patrón	Micrómetro de exteriores Pie de rey digital-análogo	Rango 1,27 mm a 101,6 mm Exactitud 0,0003 mm	Triannual
	Juego de barras	Micrómetro de exteriores de rango > 127mm	Rango 25,4 mm a 736,6 mm Exactitud 0,002 mm	Triannual
	Pie de rey Digital	Micrómetro de interiores	Rango 600 mm Exactitud 0.05 mm	Annual

Fuente. Autores

Tabla 10. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitud presión.

Magnitud	Nombre del Patrón de referencia	Instrumentos a verificar – Secundarios-	Características metrológicas	Frecuencia de calibración
Presión	Manómetro a pistón	Manómetros análogos, digitales, indicadores digitales,	Rango 0- 1000 -10000 psi Exactitud 0.025%	Triannual

		módulos de presión		
--	--	--------------------	--	--

Fuente. Autores

Tabla 11. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitud eléctrica

Magnitud	Nombre del Patrón de referencia	Instrumentos a verificar – Secundarios-	Características metrológicas	Frecuencia de calibración
Medidas eléctricas y electrónicas	Multímetro 8846A	Multímetros digitales	Rango de corriente de 100 μ A a 10 A con resolución de hasta 100 pA Rango de resistencia de 10 Ω a 1 G Ω con resolución de hasta 10 $\mu\Omega$ Función de medida de resistencia 2 x 4 de 4 hilos Ambos modelos miden frecuencia y período El modelo 8846A también mide capacidad y temperatura Precisión 6.5 dígitos Precisión básica de V CC de hasta 0,0024%	Bianual
	Calibrador de procesos 744	Multímetros digitales, pinzas voltiamperimétricas	Rango Ver manual de fabricante	Anual
	Inyector de corriente	Verificar pinzas voltiamperimétricas	Rango 30A _{dc} A _{ac} 300 V _{dc} V _{ac}	Bianual
	Bobina de 50 hilos	Verificar pinzas voltiamperimétricas		

	Caja de décadas serie HPRS	Megger rango <1000 V	Rango 100 Ω a 100 GΩ Exactitud 0.01% Voltaje 2000V Rango 1mΩ a 10MΩ Exactitud 0.5% Rango 100 V	Bianual
--	----------------------------	----------------------	---	---------

Fuente. Autores

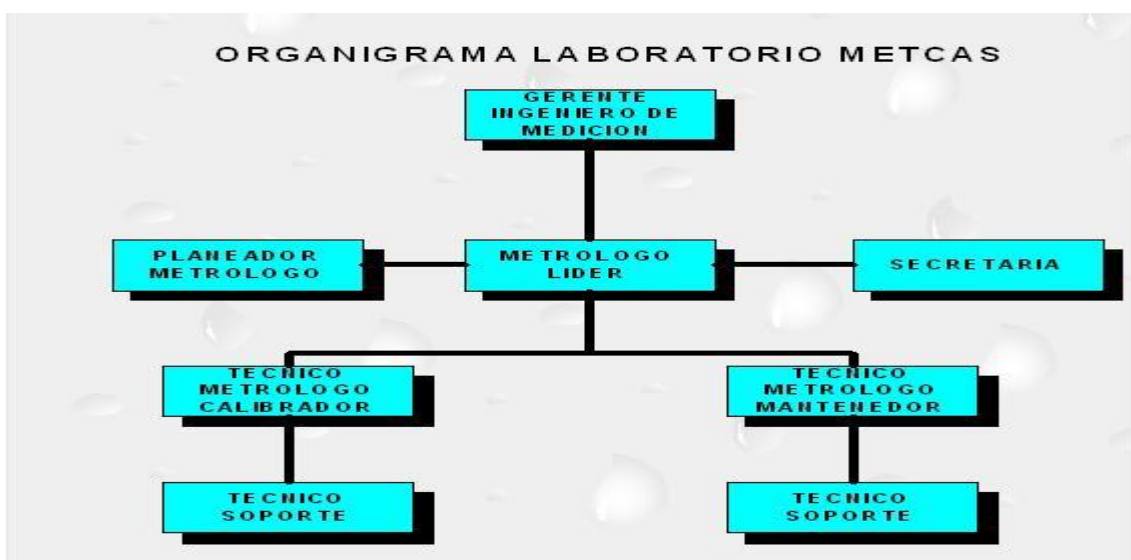
Tabla 12. Lista de patrones de referencia que se requieren para la implementación de las magnitud fuerza.

Magnitud	Nombre del Patrón de referencia	Instrumentos a verificar – Secundarios-	Características metrológicas	Frecuencia de calibración
Fuerza	Torcometro patrón	Torquímetros	Rango 0- 1000 lb*ft Exactitud 1%	Anual

Fuente. Autores.

1.11.4 Organigrama

Figura 20. Organigrama general de MetCas Laboratorio



Fuente. Autores

1.12 POLITICAS CORPORATIVA

1.12.1 Misión

MetCas, es una empresa comprometida con la metrología. Con la misión de proporcionar servicios de mantenimiento y calibración; de acuerdo con las necesidades de nuestros clientes y con los requerimientos de normas y recomendaciones nacionales e internacionales, para que las soluciones implementadas por nuestros servicios promuevan en nuestros clientes una conciencia hacia la calidad y la eficiencia basado en la cultura metrológica.

1.12.2 Visión

Ser un laboratorio de metrología líder y reconocida en el país, en las magnitudes de las áreas: mecánica, física e instrumentación industrial, en instalaciones fijas y móviles propias y en conjunto con asociados con personal altamente calificado y reconocido en su área, que aporten mediante su trabajo al desarrollo de su comunidad y sociedad.

2. MARCO TEORICO

2.1 METROLOGÍA

La metrología es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesas y medidas. Actúa tanto en los ámbitos científico, industrial y legal, como en cualquier otro demandado por la sociedad. 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.

La metrología tiene dos características muy importantes el resultado de la medición y la incertidumbre de medida¹

2.2 CLASES DE METROLOGIA

2.2.1 Metrología Legal

El Vocabulario Internacional de Metrología Legal, publicado por la OIML define la metrología legal como aquella parte de la metrología relacionada con las actividades que resultan de exigencias reglamentarias y que se aplican a las mediciones, a las unidades de medida, a los instrumentos de medición y a los métodos de medición y que son efectuadas por organismos competentes.

La Academia de Ciencias del Instituto de France, establece que la metrología legal, forma moderna del control de pesas y medidas, es la actividad por medio de la cual el Estado decide intervenir por vía reglamentaria sobre ciertas categorías de instrumentos de medición (aquellos empleados para las transacciones comerciales) o sobre ciertas operaciones de medición (salud pública, seguridad pública, protección del medio ambiente)¹.

2.2.2 Metrología Industrial

La metrología industrial interviene en los procesos industriales, cobrando en ellos un importante papel en cualquier sistema de calidad aplicado a fabricación, por lo que conceptos tales como trazabilidad, incertidumbre, calibración y organización metrológica son de suma importancia. Por otra parte la globalización de los mercados y el desarrollo tanto social como tecnológico hace que los fabricantes se interesen por la mejora y la actualización de sus sistemas de calidad, especialmente en nuestro país con la adhesión al mercado europeo. Cualquier empresa que se dedique a la fabricación de componentes, conjuntos o sistemas, precisa de una metrología organizada, que permita conocer las incertidumbres de medida de los instrumentos y equipos de

¹ Web. Metrología y clases de metrología [en línea][citado el 11 marzo 2010]. Disponible en internet < <http://metrologiayclasesdemetrologia.blogspot.com/>>

medida que intervienen en los procesos de control. Además la componente metrológica debe cuidarse de una forma muy especial ya que las mediciones constituyen la base de decisiones a adoptar en los planes de calidad ¹.

2.2.3 Metrología Científica

Parte de la Metrología que se encarga de la custodia, mantenimiento y trazabilidad de los patrones, así como la investigación y desarrollo de nuevas técnicas de medición, de acuerdo al estado del arte de la ciencia ¹.

2.3 CALIBRACIÓN

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores aportados por patrones²

2.4 MANTENIMIENTO

2.4.1 Correctivo

Permitir que el equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente.

Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y las partes susceptibles a falla y a un diagnóstico acertado y rápido de las causas³

2.4.2 Preventivo

Son actividades ejecutadas para Prevenir y Detectar condiciones que lleven a interrupciones de la producción, Averías y Deterioro acelerado del equipo, ejecutadas en un paro programado, basado en un análisis cíclico.

² CORTES, Rafael. Pasantía de Longitud. Laboratorio de metrología de Icontec. Bogota, 11 de Septiembre de 2009. PL - 058

³ González, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo. Presentación [modos de gestión]. Bogota. Universidad Industrial de Santander. 2011. p. 16.

Las actividades realizadas en los Mantenimientos Preventivos nos deberían garantizar que el equipo será confiable hasta su próxima intervención.⁴

2.5 MAGNITUDES

2.5.1 Dimensional

La longitud es una de las magnitudes físicas fundamentales, en tanto que no puede ser definida en términos de otras magnitudes que se pueden medir. En muchos sistemas de medida, la longitud es una unidad fundamental, de la cual derivan otras.

Sin embargo, según la teoría especial de la relatividad (Albert Einstein, 1905), la longitud no es una propiedad intrínseca de ningún objeto dado que dos observadores podrían medir el mismo objeto y obtener resultados diferentes (contracción de Lorentz).⁵

Presión

En física, la presión (símbolo P) es una magnitud física escalar que mide la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

Presión: Magnitud que se define como la derivada de la fuerza con respecto al área.

$$P = dF/dA$$

Cuando la fuerza que se aplica es normal y uniformemente distribuida sobre una superficie, la magnitud de la presión se obtiene dividiendo la fuerza aplicada sobre el área correspondiente.

$$P = F/A$$

Donde:

P: es la presión en Pa.

F: es la fuerza en N

A: es el área en m²

Se expresa en unidades del sistema internacional de unidades (SI) mediante la unidad derivada denominada pascal (Pa) que corresponde a un newton por sobre metro cuadrado (N/m²), siendo el newton la fuerza aplicada a un cuerpo de masa igual a 1 kg que le produce una aceleración de 1 m/s²⁶

⁴ Huacuz, Héctor. Determinación de la frecuencia optima de mantenimiento preventivo. 1er congreso mexicano de confiabilidad y mantenimiento. México. 2003. p. 8.

⁵ Web. Unidades Patrón: Longitud, masa y tiempo [en línea][citado el 04 octubre 2012]. Disponible en internet < <http://www.encyclopediadetareas.net/2012/02/unidades-patron-longitud-masa-y-tiempo.html>>.

⁶ Web. Lacomet. Magnitud de presión [en línea][citado el 04 octubre 2012]. Disponible en internet <http://www.lacomet.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=217:articulo-1&catid=87:presion&Itemid=270>.

2.5.2 Eléctrica

La introducción de las magnitudes eléctricas requiere añadir una nueva unidad fundamental a la física: la de carga eléctrica. Esta unidad, que no puede derivarse de las unidades de la mecánica, fue originalmente denominada Coulomb (término castellanizado a culombio, cuyo símbolo es C) en honor a Charles-Augustin de Coulomb, primero que midió directamente la fuerza entre cargas eléctricas. Debido a la gran dificultad de medir directamente las cargas eléctricas con precisión, se ha tomado como unidad básica la unidad de corriente eléctrica, que en el Sistema Internacional de Unidades es el amperio. La unidad de carga resulta entonces una unidad derivada, que se define como la cantidad de carga eléctrica que fluye durante 1 segundo a través de la sección de un conductor que transporta una intensidad constante de corriente eléctrica de 1 amperio⁷

2.5.3 Fuerza

La magnitud de esta fuerza es calculado como el producto vectorial de la fuerza por una distancia: $T = F d$

Fuerza = Fuerza distancia [Nm]

De acuerdo al sistema internacional de unidades la unidad del fuerza es el newton metro y su símbolo es Nm, el cual es derivado de las magnitudes fundamentales longitud masa y tiempo (L, M y T), es decir $1 \text{ Nm} = 1 \text{ kg m}^2 / \text{s}^2$.⁸

2.6 SISTEMA DE UNIDADES

Los sistemas de unidades son conjuntos de unidades convenientemente relacionadas entre sí que se utilizan para medir diversas magnitudes (longitud, peso, volumen, etc.). Universalmente se conocen tres sistemas de unidades: mks o sistema internacional, cgs y Técnico. Las unidades correspondientes a las magnitudes (longitud, tiempo y masa) expresadas en cada uno de estos sistemas, se presentan a continuación.⁹

Tabla 13. Sistema Internacional de Unidades

Magnitud	Nombre	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg

⁷ Ibid

⁸ Ibid

⁹ CORTES, Rafael. Pasantía de Longitud. Laboratorio de metrología de Icontec. Bogotá, 11 de Septiembre de 2009. PL - 058

Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Tabla 14. Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Expresión en otras unidades SI	Expresión en unidades SI básicas
Frecuencia	hertz	Hz		s^{-1}
Fuerza	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Presión	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Potencia	watt	W	$J \cdot s^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Cantidad de electricidad carga eléctrica	coulomb	C		$s \cdot A$
Potencial eléctrico fuerza electromotriz	volt	V	$W \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Resistencia eléctrica	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Capacidad eléctrica	farad	F	$C \cdot V^{-1}$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Flujo magnético	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Inducción magnética	tesla	T	$Wb \cdot m^{-2}$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Inductancia	henry	H	$Wb \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$

2.7 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Un sistema eficaz de gestión de las mediciones asegura que el equipo y los procesos de medición son adecuados para su uso previsto y es importante para alcanzar los objetivos de la calidad de producto y gestionar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos. El objetivo de un sistema de gestión de las mediciones es

gestionar el riesgo de que los equipos y procesos de medición pudieran producir resultados incorrectos que afecten a la calidad del producto de una organización. Los métodos utilizados para el sistema de gestión de las mediciones van desde la verificación del equipo básico hasta la aplicación de técnicas estadísticas en el control de los procesos de medición.

Uno de los principios de gestión establecidos en la norma internacional ISO 9000 trata el enfoque basado en procesos. Los procesos de medición deberían considerarse como procesos específicos cuyo objetivo es apoyar la calidad de los productos elaborados por la organización¹⁰

El proceso de confirmación metrológica se desarrolla de acuerdo con ISO 10012 (2003) en tres etapas: Etapa 1, llamada calibración, que inicia con identificar las necesidades de confirmación metrológica, la cual debe realizarse por el gestor metrológico de la empresa en conjunto con el usuario de los instrumentos de producción, pudiendo apoyarse para esta actividad, con la metodología para determinar especificación garantizada del producto y los diagramas de reconocimiento y valoración del producto con los cuales se determina que instrumentos y patrones deben sujetarse al proceso de confirmación metrológica, continuar con el proceso de calibración y evaluación de trazabilidad, y documentar las características metrológicas del instrumento en el certificado (informe) de calibración. Etapa 2, llamada verificación metrológica, para la cual es necesario conocer el error máximo tolerado del instrumento (el cual no hay que confundir con error de medición), mediante el proceso de evaluación de consistencia metrológica, una vez determinado el error máximo que se puede tolerar del instrumento es necesario que el usuario evalúe la conformidad de las características metrológicas encontradas en la calibración contra el error máximo tolerado (capacidad de medición requerida), encontrado en el proceso de evaluación de consistencia, la verificación metrológica se documenta en los llamados informe de verificación o informe de inspección. Etapa 3, llamada decisiones y acciones, decisiones que es necesario tomar cuando el instrumento no cumple con los requisitos de la aplicación a la cual es destinado, en estos casos se puede actuar sobre, a) las características metrológicas de los instrumentos aplicando procedimientos de ajuste, mantenimiento o reparación o bien actuar sobre, b) el proceso de medición e incluir correcciones a los errores sistemáticos del instrumento para llevarlo dentro del error máximo tolerado; las acciones complementarias implican identificar el estado de conformidad del instrumento con los requisitos de la aplicación y el análisis del intervalo de recalibración que permitirá determinar cuándo llevar a cabo la próxima calibración - confirmación del instrumento.

¹⁰ Instituto Colombiano de Normalización y certificación. Sistemas de gestión de calidad: Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. NTC-ISO-10012. Bogotá: Icontec. 2003.

De acuerdo con ISO 9000, dentro de toda organización, debe contemplarse el gestor metrológico, función con responsabilidad para definir e implementar el sistema de control de las mediciones, para lograr la confirmación metrológica y el control continuo de los procesos de medición.

El gestor metrológico de la organización tiene entre sus responsabilidades el conjuntar los elementos interrelacionados o que interactúan en el proceso de confirmación metrológica, como son: laboratorios de calibración o prueba, de primera, segunda, tercera parte o "outsourcing"; centros de servicios para reparación, ajuste mayor o mantenimiento, interno, externo o "outsourcing", auditores internos o externos; y producción.¹¹

2.8 REQUERIMIENTOS NORMA ISO 9001:2008

Especifica los requisitos para un sistema de gestión de calidad, cuando una organización:

- a) Necesita demostrar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentos aplicables, y
- b) aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.¹²

Los requisitos a implementar en la creación del Laboratorio MetCas son: Requisitos generales, requisitos de documentación, manual de calidad, Control de documentos, control de registros, compromiso de la dirección, enfoque al cliente, política de mantenimiento, objetivo y planeación estratégica, responsabilidad, autoridad y comunicación, revisión por la dirección, provisión de recursos, recursos humanos, planificación del servicio, procesos relacionados con el cliente, diseño y desarrollo, compras producción y prestación del servicio, validación de procesos de producción y prestación del servicio, identificación y trazabilidad, propiedad del cliente, controles de los dispositivos de seguimiento y medición, evaluación de la satisfacción del cliente, auditorías internas, seguimiento y medición de los procesos, seguimiento y medición del servicio, control del servicio no conforme, análisis de datos, planificación de la mejora, acción correctiva y acción preventiva.

¹¹ FELAB & RELACRE. Bilbao, España, 16 y 17 de marzo del 2005

¹² Organización Internacional de Normalización. Gestión y aseguramiento de la calidad ISO 9001:2008.

2.9 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA MEDICIÓN –NTC-ISO 10012-

2.9.1 Responsabilidad de la dirección

La función metrológica debe ser definida por la organización. La alta dirección de la organización debe asegurarse de que se dispone de los recursos necesarios para establecer y mantener la función metrológica.

La dirección de la función metrológica debe establecer, documentar y mantener el sistema de gestión de las mediciones y mejorar continuamente su eficacia.¹³

2.9.2 Enfoque al cliente

La dirección de la función metrológica debe asegurarse de que: a) Los requisitos de medición del cliente se determinan y se convierten en requisitos metrológicos, b) el sistema de gestión de las mediciones cumple los requisitos metrológicos de los clientes, y c) puede demostrarse el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente¹⁴

2.9.3 Objetivos de la calidad

La dirección de la función metrológica debe definir y establecer objetivos de la calidad medibles para el sistema de gestión de las mediciones. Deben definirse criterios de desempeño objetivos y los procedimientos para los procesos de medición, así como para su control, revisión por la dirección

La alta dirección de la organización debe asegurarse de que se lleva a cabo la revisión sistemática del sistema de gestión de las mediciones a intervalos planificados para asegurarse de su continua adecuación, eficacia y conveniencia. La alta dirección debe asegurarse de que están disponibles los recursos necesarios para la revisión del sistema de gestión de las mediciones. Los resultados de la revisión por la dirección deben ser utilizados por la dirección de la función metrológica para modificar el sistema en la medida de lo necesario, incluyendo la mejora de los procesos de medición (véase el numeral 8) y la revisión de los objetivos de la calidad. Deben registrarse los resultados de todas las revisiones y de todas las acciones tomadas.¹⁵

2.9.4 Gestión de los recursos

La dirección de la función metrológica debe definir y documentar las responsabilidades de todo el personal asignado al sistema de gestión de las

¹³ Instituto Colombiano de Normalización y certificación. Sistemas de gestión de calidad: Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. NTC-ISO-10012. Bogotá: Icontec. 2003.

¹⁴ Ibid

¹⁵ Instituto Colombiano de Normalización y certificación. Sistemas de gestión de calidad: Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. NTC-ISO-10012. Bogotá: Icontec. 2003

mediciones. La dirección de la función metrológica debe asegurarse de que el personal involucrado en el sistema de gestión de las mediciones demuestre su aptitud para efectuar las tareas que se le asignen. Debe especificarse cualquier habilidad especial que se requiera. La dirección de la función metrológica debe asegurarse de que se provea la formación para responder a las necesidades identificadas, que se mantengan registros de las actividades de formación y que su eficacia sea evaluada y registrada. Debe hacerse que el personal tome conciencia de sus obligaciones y responsabilidades, así como del impacto de sus actividades en la eficacia del sistema de gestión de las mediciones y en la calidad del producto¹⁶

2.9.5 Recursos de información

Los procedimientos del sistema de gestión de las mediciones deben documentarse hasta donde sea necesario y validarse para asegurar su apropiada implementación, la coherencia en su aplicación y la validez de los resultados de medición. Los procedimientos nuevos o los cambios a los procedimientos documentados deben ser autorizados y controlados. Los procedimientos deben estar vigentes y disponibles y proporcionarse cuando se requiera. El software utilizado en los procesos de medición y en los cálculos de resultados se debe documentar, identificar y controlar para asegurarse de su adecuación para su uso continuo. El software y cualquier revisión del mismo deben ser probados o validado antes de su uso inicial, aprobado para su uso y archivado. Las pruebas deben ser suficientemente amplias para asegurar la validez de los resultados de las mediciones.

Los registros deben mantenerse los registros con la información requerida para el funcionamiento del sistema de gestión de las mediciones. Los procedimientos documentados deben asegurar la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros. Identificación, los procedimientos técnicos y el equipo de medición utilizados en el sistema de gestión de las mediciones deben estar claramente identificados, individual o colectivamente. Debe haber una identificación del estado de la confirmación metrológica del equipo. El equipo confirmado únicamente para uso en uno o varios procesos de medición particulares debe estar claramente identificado o controlado de alguna forma para prevenir su uso no autorizado. El equipo utilizado en el sistema de gestión de las mediciones debe distinguirse de otros equipos.

¹⁶ Instituto Colombiano de Normalización y certificación. Sistemas de gestión de calidad: Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. NTC-ISO-10012. Bogotá: Icontec. 2003

2.9.6 Recursos materiales

Todo el equipo de medición necesario para satisfacer los requisitos metrologías especificados debe estar disponible e identificado en el sistema de gestión de las mediciones. El equipo de medición debe tener un estado de calibración válido antes de ser confirmado. El equipo de medición debe ser utilizado en un ambiente controlado o suficientemente conocido para asegurar resultados de medición válidos. El equipo de medición utilizado para dar seguimiento y registrar las magnitudes de influencia debe estar incluido en el sistema de gestión de las mediciones. En Cuanto al Medio ambiente se deben documentarse las condiciones ambientales requeridas para el funcionamiento eficaz de los procesos de medición cubiertos por el sistema de gestión de las mediciones. Se debe realizar el seguimiento y registrar las condiciones ambientales que afecten a las mediciones .Las correcciones debidas a las condiciones ambientales deben registrarse y aplicarse a los resultados de la medición

2.9.7 Proveedores externos

La dirección de la función metrología debe definir y documentar los requisitos para productos y servicios que sean provistos por proveedores externos para el sistema de gestión de las mediciones .Los proveedores externos deben ser evaluados y seleccionados basándose en su capacidad para cumplir los requisitos documentados. Se deben definir y documentar los criterios para su selección, seguimiento y evaluación, y registrar los resultados de la evaluación. Deben mantenerse los registros de los productos o servicios proporcionados por los proveedores externos.

2.9.8 Confirmación metrología y realización de los procesos de medición

Debe ser diseñada e implementada para asegurar que las características metrologías del equipo de medición cumplan los requisitos metrologías del proceso de medición. La confirmación metrología está compuesta por la calibración y verificación del equipo de medición

La información pertinente al estado de confirmación metrología del equipo de medición debe ser fácilmente accesible al operador, incluyendo cualquier limitación o requisito especial. Las características metrologías del equipo de medición deben ser apropiadas para el uso previsto.

Los intervalos de confirmación metrología, los métodos utilizados para determinar o modificar los intervalos de confirmación metrología deben ser descritos en procedimientos documentados. Los intervalos de confirmación metrología deben

revisarse y ajustarse cuando sea necesario para asegurar el cumplimiento continuo de los requisitos metrológicos especificados.

Cada vez que un equipo de medición no conforme se repare, ajuste o modifique, debe revisarse su intervalo de confirmación metrológica¹⁷

2.9.9 QFD

Es una metodología que permite conocer las necesidades y expectativas del Cliente, y convertirlas finalmente, en las características del producto o servicio, asignando prioridad a cada requisito, para determinar los objetivos del desarrollo del producto. Este método pretende garantizar que “la voz del Cliente” sea tenida en cuenta, durante todo el proceso de desarrollo del producto o de prestación del servicio, de manera que se visualice siempre, cuál es la relación de los requisitos del cliente, con las características del producto, sea éste un bien o un servicio.¹⁸

¹⁷ Instituto Colombiano de Normalización y certificación. Sistemas de gestión de calidad: Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. NTC-ISO-10012. Bogota: Icontec. 2003

¹⁸ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Diplomado en Gerencia de calidad basado en la norma ISO 9001:2008

3. PROPUESTA

Se propone crear un Laboratorio de Metrología –MetCas- en Casanare donde se preste el servicio de calibración, verificación, mantenimiento correctivo y preventivo a los equipos de medición en las magnitudes de presión, longitud, electricidad y par torsional, bajo la norma NTC-ISO 9001-2008 Y NTC 10012 .

Casanare no cuenta con un laboratorio que preste estos servicios y las empresas que en su mayoría son de carácter de explotación petrolero deben enviar sus equipos a Bogotá aumentando costos y disminuyendo la disponibilidad de los equipos en sus plantas.

A pesar de que Casanare a disminuido su producción de crudo, debido a, que, su producción se concentraba solo en dos yacimientos, hoy se ubica en segundo lugar a nivel nacional, pero el numero de pozos nuevos viene en aumento con un futuro alentador de producción. Por otro lado se ubica en primer lugar en producción de gas natural con los pozos que disminuyeron en crudo.

Este estudio permite tener una razón clara de permanencia del sector petrolero en Casanare y por tanto nuestra razón de crear el laboratorio de metrología.

La creciente competencia de las empresas, los lleva a buscar certificaciones en gestión de calidad de sus procesos, y para poder mantenerse, tienen que contar con unas normas que los rigen, y una de ellas es el aseguramiento metrológico, otro punto a tener en cuenta para querer plantear esta propuesta.

4. ESTRATEGIA METODOLOGICA

Se llevara en tres etapas.

I etapa de aplicación norma NTC-ISO 9001:2008 a nivel general de la empresa

II etapa de aplicación norma NTC-ISO 10012, a nivel específica, razón de ser de la empresa.

III etapa Estrategias de Mantenimiento Correctivo, Preventivo y calibración

I Etapa

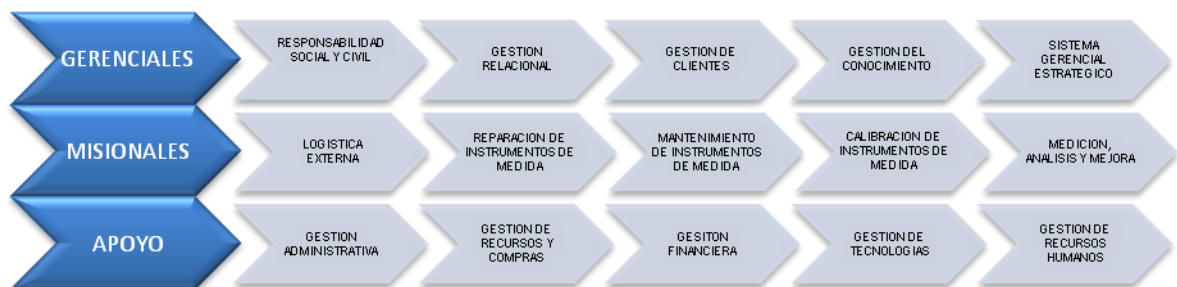
Toda organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos exigidos en la norma ISO-NTC 900:2008.

4.1 Aplicación Norma NTC-ISO 9001-2008

4.1.1 Requisitos generales

Los procesos necesarios para el sistema de gestión de calidad en MetCas Laboratorio son:

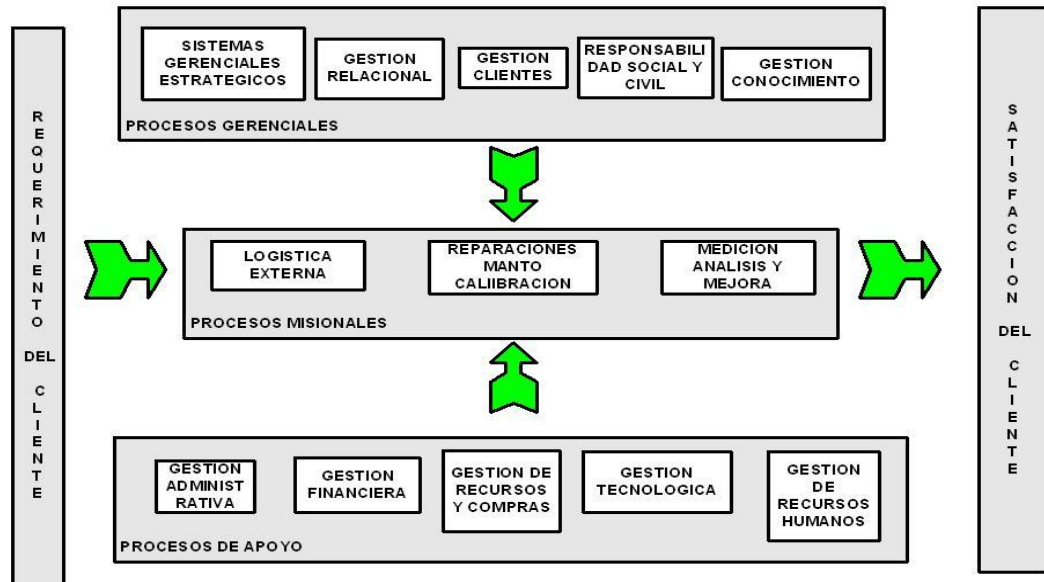
Figura 21. Mapa de procesos



Fuente. Autores

- Secuencia e interacción entre procesos

Figura 22. Secuencia de interacción entre procesos.



Fuente. Autores

4.1.2 Requisitos de documentación

- Política de calidad

En MetCas laboratorio tenemos el compromiso de desarrollar y mantener en mejora continua la metrología departamental; brindando servicios metrologógicos inicialmente en las magnitudes de Longitud, Presión, eléctrica y fuerza, garantizando calidad y confiabilidad. Orientados hacia la reparación, mantenimiento y calibración de todo instrumento de medida que requiera mantener sus características metrologógicas.

- Objetivos de calidad

Tabla 15. Objetivos de calidad a cumplir por MetCas Laboratorio

Tema:	Objetivo:
Servicios metrologógicos de calidad	Garantizar al cliente servicios metrologógicos, mediante el cumplimiento de los requisitos internos y externos del servicio prestado
Mantenimiento de Patrones y Trazabilidad	Asegurar la trazabilidad y las condiciones ambientales necesarias para los patrones de medición de manera que los certificados de calibración mantengan la vigencia establecida

Personal consciente de políticas y procedimientos del Sistema de Calidad	Garantizar a los usuarios (internos y externos) que MetCas Laboratorio cuenta con un sistema de gestión de calidad que soporta los servicios ofrecidos
Competencia técnica	Garantizar que MetCas Laboratorio cuenta con el personal competente para la realización de los servicios que ofrece. Lograr el reconocimiento departamental y nacional que le de a MetCas la competencia técnica para la realización de los servicios que ofrece y el mantenimiento de la estructura metrológica departamental.

Fuente. Autores.

4.1.3 Manual de calidad de MetCas Laboratorio

Este manual se propone de la siguiente manera:

Tabla 16. Prototipo del Manual de calidad de MetCas Laboratorio.

Que se debe Hacer	Lo que se propone
Introducción y alcance	Introducción y alcance del sistema de gestión de la calidad
Presentación de la empresa y sus recursos	Presentación de la empresa y sus recursos Localización
Organigrama	Organigrama general
Filosofía de MetCas laboratorio	Visión Misión Valores
Política de calidad	Desarrollo de la política de calidad
Estructura corporativa y objetivos de cada proceso	Objetivos de calidad Estructura corporativa Estrategia gerencial de desempeño Delegación de la dirección
Procesos	Definición de procesos Interrelación entre procesos PHVA corporativo Estructura codificación de documentos
Procedimientos normativos	Sistema documental Procedimiento para el control de documentos Procedimiento para el control de registros Manejo de no conformidades Procedimiento para la realización de

	auditorias Procedimiento medición de la satisfacción del cliente
Procedimientos operativos	Procedimientos para reparación de instrumentos de medida Procedimientos para mantenimiento de instrumentos de medida Procedimientos para la calibración y puesta en servicio de instrumentos de medida

Fuente. Autores.

4.1.4 Control de documentos

Tabla 17. Control a realizar a los documentos.

Controles	Procedimiento
Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión	Se elabora un procedimiento codificado para la aprobación de documentos antes de ser emitidos. MET-LAB-EM-001
Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente	El líder de metrología tiene como función actualizar y revisar cada documento mediante procedimiento interno MET-LAB-RA-001
Asegurar identificación de cambios y el estado de la versión vigente de los documentos	Cuando se requiera un cambio en los documentos, se debe comunicar a la persona responsable.
Asegurar que las versiones de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.	El líder de metrología debe mantener al día la documentación correspondiente a cada actividad a realizar dentro del laboratorio.
Asegurar que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables	Se debe realizar una lista de toda la documentación existente, sus versiones, sus revisiones y mejoras realizadas, publicarlas.
Asegurar que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del sistema de gestión de calidad, se identifican y se controla su distribución	Existencia de un procedimiento para este control
Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por	Se debe llevar un procedimiento donde se estipule que se haga en caso de documentos obsoletos.

cualquier razón.	
------------------	--

Fuente. Autores.

4.1.5 Control de registros

Deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables

Tabla 18. Control de los registros.

Controles	Procedimiento
Control necesario para la identificación de registros	Dar seguimiento a procedimiento MET-LAB-CR-001
Control para el almacenamiento de los registros	
Protección de los registros	
Recuperación de registros	
Retención de registros	
Disposición de los registros	

4.1.6 Compromiso de la dirección

Estableciendo la Política Integral, validando los objetivos de los diferentes procesos, haciendo la revisión gerencial semestral, proporcionado los recursos tanto económicos, humanos, técnicos, temporales, para la implementación, sostenimiento y mejoramiento del sistema de calidad.

La dirección se reúne con sus colaboradores cada ocho días para comunicar cambios, proyecciones del laboratorio, revisar indicadores, evaluar la satisfacción del cliente y hacer lluvias de ideas para innovar.

4.1.7 Enfoque al cliente

Identificando los requerimientos de cada cliente, divulgarlos y en cada revisión gerencial evaluar la medición de satisfacción del cliente. Se debe seguir un procedimiento para medir grado de satisfacción del cliente, Evaluaciones de satisfacción del cliente y Tramite de Quejas y Reclamos.

4.1.8 Política de calidad

La política es divulgada y entendida por todo el personal. En la sala de reuniones se expone la política, para que sea su lema al iniciar labores.

4.1.9 Objetivos de calidad

Los objetivos de calidad se encuentran definidos a manera global dentro de la organización, son validados por la gerencia.

4.1.10 Planificación del sistema de gestión de calidad

Se realizan planes y programas de cada proceso, implementación procedimiento manejo del cambio, divulgación e implementación de los cambios .

4.1.11 Responsabilidad, autoridad y comunicación

Se definen los R&R para todos los cargos de la empresa y son conocidos. Matriz de autoridad y la divulgación de la misma.

4.1.12 Representante de la dirección

Está designado Líder de Metrología como representante de la dirección, sus funciones están definidos en los R&R. Debe hacer seguimiento de los resultados de las auditorias, indicadores, programas e informar a la alta dirección en la reunión semanal. También debe hacer divulgaciones, reuniones y comunicados.

4.1.13 Revisión por la dirección

El ingeniero de Medición realiza la revisión gerencial cada quince días. EL registro de las revisiones se mantiene en copia dura con firma de acta de reunión.

4.1.14 Información de entrada para la revisión

Se reúne información de la retroalimentación del cliente, resultado de auditorías internas, el desempeño de los procesos, estado de acciones correctivas y preventivas, las acciones de seguimiento a revisiones anteriores, los cambios que puedan afectar el sistema de gestión de calidad y recomendaciones de mejora.

4.1.15 Resultados de la revisión

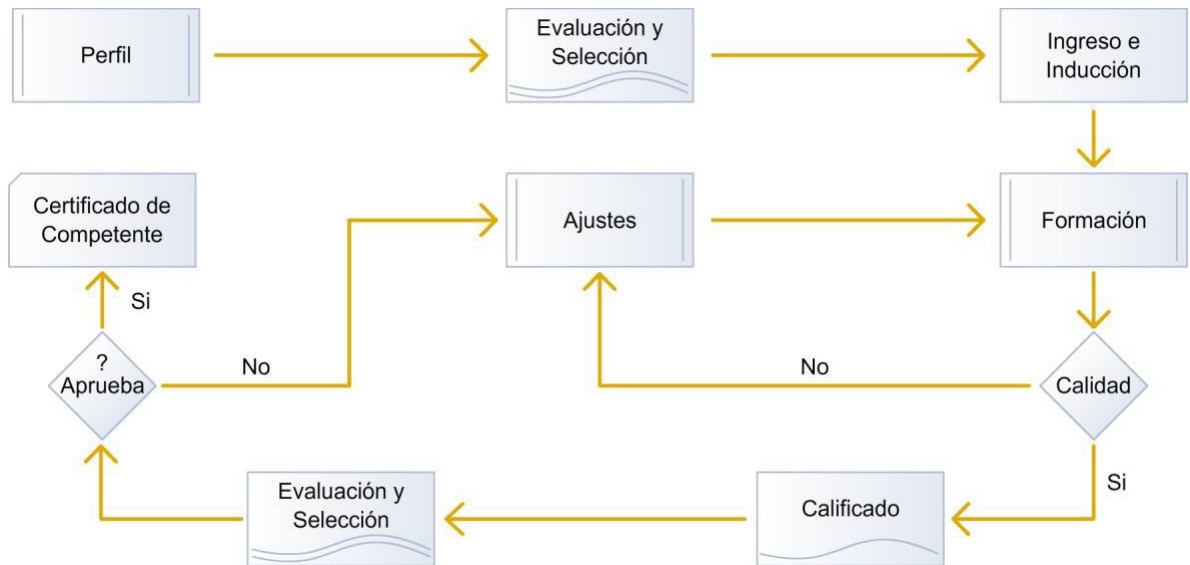
Se emite un acta con acciones a cumplir con un responsable, para la realización de cambios o mejoras y necesidad de recursos.

4.1.16 Provisión de recursos

Determinando tiempo, estableciendo presupuesto, personal y herramientas necesarias para el cumplimiento del programa de implementación del sistema de gestión y el cumplimiento de los requisitos del cliente.

4.1.17 Recursos humanos

Figura 23. Proceso de selección de personal



- Competencias necesarias para cada puesto de trabajo
- Formación a recibir dependiendo del cargo a desempeñar
- Evaluación de actitudes, capacidades y destrezas
- Registros de educación, formación, habilidades y experiencia

Tabla 19. Matriz de roles y responsabilidades, competencias y formación de los cargos.

CARGO	ROLES Y RESPONSABILIDADES	COMPETENCIAS	FORMACION REQUERIDA PARA EL CARGO	REGISTROS DE FORMACION
Gerente	Desarrollar Manual de calidad de MetCAs Liderar el proceso gerencial Contratar personal Atraer clientes Evaluar la eficacia del sistema de gestión de mediciones	Manejo de relaciones Conocer la interacción de todos los procesos Hacer mejoras al SGC Habilidades para gestionar negocios con el cliente	Ingenierías a fines. 5 años de experiencia en liderar empresas	Llevar una carpeta donde se almacene todo la documentación de entrenamientos, formaciones y títulos obtenidos

Metrologo líder	Firmar informes de calibración Evaluar conformidad del servicio Gestionar mejoras	Conocimiento en normas ISO 9001:2008, NTC-ISO 10012. Pasantías en presión, fuerza, longitud, eléctrica e incertidumbre de la medición Tener claridad de las normas que se deben seguir de acuerdo a cada magnitud implementada en el laboratorio	Técnico electrónico, mecánico, electricista 3 años de experiencia en el área de metrología
Metrologo Planeador	Identificar ingreso de instrumentos al laboratorio Diagnosticar estado Planear trabajo según servicio (reparación, mantenimiento o calibración) Actualizar documentación (procedimientos y registros de calibración)	Manejo de computadora Conocimiento en planeación Conocimiento en programación Manejo de HH	Técnico electrónico, mecánico, electricista 2 años de experiencia en el área de metrología
Secretaria	Archivar documentación Clasificar y almacenar copias de los informes de calibración	Operar fax, manejar un programa de computador, cambiar la tinta de una impresora, contestar le teléfono, organizar información	Asistente de archivo egresada del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Un año de experiencia
Técnico metrologo calibrador	Calibrar los instrumentos de medición, pasar datos al metrologo líder.	Pasantías en presión, eléctrica, fuerza, longitud	Técnico electrónico, mecánico o eléctrico Experiencia de 1 año

Técnico metrologo mantenedor	Reparar los instrumentos de medida que ingresen al laboratorio Solicitar repuestos Evaluar calidad de los repuestos una vez lleguen al laboratorio	Actitud de análisis Actitud de investigación	Técnico electrónico, mecánico o eléctrico Experiencia de 1 año
Técnico soporte	Gestionar compras de recursos que se necesiten	Conocer proveedores y tener criterio para evaluar y exigir	Técnico electrónico, mecánico o eléctrico Experiencia de 1 año
Técnico soporte	Hacer el embalaje a los instrumentos calibrados que salen del laboratorio	Actitud de pro actividad	Técnico ayudante, no requiere experiencia

4.1.18 Infraestructura

En MetCas laboratorio se cuenta con excelentes instalaciones, la adecuación de cada puesto de trabajo para los colaboradores y la elaboración de bancos para llevar a cabo los servicios de reparación, mantenimiento y calibración de instrumentos de medida. Ver numeral 1.11.2.

4.1.19 Ambiente de trabajo

Se establecen reglas de convivencia laboral y personal. Se generan espacios de interacción entre colaboradores.

4.1.20 Planificación del servicio

Tipo de servicio	Objetivos de calidad	Requisitos para el servicio	Recursos físicos, humanos	Verificación, validación, seguimiento, medición e inspección
Correctivo	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Lograr satisfacer las necesidades del cliente ◆ Dejar en optimas condiciones 	Procedimiento de reparación de instrumentos de medición	Técnico mantenedor Repuestos	Encuesta de satisfacción del cliente

	los instrumentos a reparar ♦Ofrecer mayor veracidad en los resultados			
Mantenimiento	♦Realizar limpieza general a cada instrumento de medida ♦Aumentar la vida útil de los equipos ♦Ofrecer mayor disponibilidad ♦Minimizar costos	Procedimiento de mantenimiento general de instrumentos de medición	Técnico Metrologo Banco de mantenimiento	Protocolo de servicio
Calibración	♦Aumentar la confiabilidad en el servicio ♦Cumplir con las normas de calidad	Procedimiento de calibración para cada magnitud. Informes de calibración Rótulos de calibración	Técnico Metrologo Bancos de longitud, eléctrica, presión y fuerza	Encuesta satisfacción del cliente Control a seguimiento de procedimientos

Fuente. Autores.

4.1.21 Procesos relacionados con el cliente

Identificar los requisitos contractuales y lo que desea de cada servicio que presta el laboratorio.

El laboratorio de metrología MetCas debe revisar si puede o no cumplir con cada expectativa de los diferentes clientes que puede llegar a tener.

Se establece el procedimiento de comunicaciones donde se menciona que los medio son los siguientes: Pliegos de condiciones, reuniones, contratos, atención de quejas y reclamos, evaluación de la satisfacción del cliente, reportes, etc. Igualmente en los planes de gestión se establece quienes son los responsables de esta comunicación.

4.1.22 Compras

Se realiza evaluación de los proveedores de repuestos en función de su capacidad para suministrar productos de excelente calidad en el menor tiempo posible.

Personal del área de reparación debe conocer las especificaciones del material a solicitar y realizar la respectiva revisión de la conformidad.

4.1.23 Producción y prestación del servicio

Estableciendo los recursos necesarios para la prestación del servicio como: identificación de requisitos del producto, procedimientos con criterios de aceptación, herramientas, equipos, instrumentos de control calibrados y reportes.

4.1.24 Validación de procesos de producción y prestación del servicio

Se establecen procedimientos, listas de chequeo, certificaciones del personal a ejecutar la tarea.

4.1.25 Identificación y trazabilidad

Cada patrón de referencia debe ser identificado y se debe describir la trazabilidad. De igual manera los instrumentos de medida que se verifiquen en el laboratorio deben ser identificados con un único código y se debe llevar control a su trazabilidad.

4.1.26 Propiedad del cliente

MetCas Laboratorio debe proteger los bienes que son propiedad del cliente desde el momento que estos ingresan hasta que salen, de suceder algo con algún equipo se debe generar el diligenciamiento del registro de reporte de Avería o extravió de instrumentos de medida dado el caso. E informar al cliente para la toma de decisión en conjunto.

4.1.27 Preservación del producto

Se tiene un procedimiento donde se describe los pasos para la preservación del instrumento una vez ingrese al laboratorio. En este se incluye la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección.

4.1.28 Controles de los dispositivos de seguimiento y medición

Para establecer el control de los dispositivos de seguimiento y medición, se ha establecido el Procedimiento administrativo de metrología donde se establecen los parámetros y responsabilidades sobre el Sistema, la elaboración del listado y plan

de calibración de los elementos primarios y secundarios. Igualmente se establece los procedimientos de administración y aseguramiento metrológico con el fin de garantizar que equipos de inspección, medida y ensayo; cumplan con la trazabilidad y exactitud requerida por el proceso productivo.

4.1.29 Medición, análisis y mejora

Este se desarrollara bajo los criterios de la norma NTC-ISO 10012.

4.1.30 Seguimiento y medición de los procesos

- ✓ Satisfacción del cliente: Con el fin de cumplir con este requisito se estableció el Procedimiento y formato para medirle grado de satisfacción del cliente. Para los puntos de mejora encontrados con esta evaluación se establece un plan de acción con seguimiento en el LSA.
- ✓ Auditoría interna: La planeación específica de cada auditoria se realiza en los términos de referencia donde se establecen los criterios de las auditorías y los auditores, allí se define alcance, objetivos, áreas a ser auditadas, responsabilidades, logística, cronograma, recursos. El procedimiento de Auditorias establece responsabilidades y la metodología para la planeación, ejecución, seguimiento y control, manejo de los registros de la Auditoría y la entrega del informe

4.1.31 Seguimiento y medición del servicio

Cada proceso tiene indicadores de efectividad.

4.1.32 Control del servicio no conforme

Este se desarrollara bajo los criterios de la norma NTC-ISO 10012.

4.1.33 Análisis de datos

Analizando los datos provenientes de los indicadores de gestión y desempeño de cada proceso. Igualmente se evalúa el grado de satisfacción del cliente, toda esta información se analiza durante la revisión gerencial. La conformidad del producto mediante la evaluación de los criterios de aceptación y reportes de entrega de acuerdo a lo establecido con el cliente. La evaluación de proveedores y contratistas se hace al finalizar la entrega del material o servicio, su resultado se incorpora a la calificación del proveedor o contratista en la base de datos que se lleva para tal fin.

4.1.34 Mejora

Este se desarrollara bajo los criterios de la norma NTC-ISO 10012.

II Etapa

4.2 Aplicación Norma NTC-ISO 10012

Figura 24. Modelo de sistema de gestión de las mediciones



Fuente. Norma Técnica Colombiana. NTC-ISO 10012.

4.2.1 Responsabilidad de la dirección

- **Función metrológica:** Esta es definida por la organización y es de responsabilidad del Ingeniero de medición, el cual debe disponer todos los recursos necesarios para establecer la función metrológica. Se establece, documenta y mantiene el sistema de gestión de las mediciones.

Procedimiento administrativo de metrología

- **Enfoque al cliente:** Al conocer lo que el cliente necesita, se pueden diseñar las ofertas de servicio que cumplan y aun superen sus expectativas, y ser así, realmente competitivo. Se llevara a cambo el diseño de la metodología QFD.

4.2.2 Objetivos de la calidad

No aceptar productos no conformes ni rechazar productos conformes debido a mediciones incorrectas

Detectar, en un periodo máximo de 24h, los procesos de medición fuera de control
Completar todas las confirmaciones metrológicas en los tiempos acordados

Mantener legibles todos los registros de confirmación metrológica.

- Completar todos los programas de formación técnica de acuerdo con los tiempos establecidos.
- Reducir en un porcentaje establecido el tiempo durante el cual el equipo de medición está fuera de operación.

4.2.3 Revisión por la dirección

Se establece un plan de seguimiento mensual para la revisión del sistema de gestión de las mediciones, para detectar continua adecuación, eficacia y conveniencia del servicio. Anexo A

4.2.4 Gestión de los recursos

- Recursos Humanos: se desarrolla un organigrama y una caracterización de las responsabilidades por cargo. Procedimiento MET-LAB-RH-001

Competencia y formación: Matriz de competencias y formación según los cargos. Anexo B

- Recursos de información: Manuales de los instrumentos patrones de medida e instrumentos de medición a verificar. Procedimientos de cada calibración a realizar por magnitud. Anexo C. Registros de calibración para cada magnitud Anexo D.

Nota: existe un procedimiento general para asegurar la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

- Recursos materiales

◆ Equipo de medición

A todo instrumento de medida que ingrese al laboratorio se le identifica, se le realiza el tipo de mantenimiento que requiere, se le establece un intervalo de calibración, se emite un diagnóstico del estado final del equipo.

Se establece un procedimiento para recibir, manipular, transportar, almacenar y distribuir los instrumentos de medida, con el fin de prevenir el abuso, mal uso, daño y cambios de sus características metrológicas. Existen también procedimientos para incorporar o retirar el equipo de medición del sistema de gestión de mediciones.

◆ Medio ambiente. Se debe documentar las condiciones requeridas para el funcionamiento eficaz de los procesos de medición.

- Proveedores externos: Cuando el cliente requiera de un servicio que no se tiene dentro del laboratorio se le indica que MetCas puede gestionar el

tramite, evaluando los proveedores, ya que estos deben cumplir con la competencia técnica conforme a lo establecido en la norma ISO17025.

4.2.5 Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición

- MetCas Laboratorio realizara la confirmación metrológica (véanse la figura y el Anexo E)

Se debe tener en cuenta las características metrológicas de los instrumentos de medida, ver Numeral 1.6

- Intervalos de confirmación metrológica

Se establece un procedimiento documentado para la determinación o cambio de intervalos entre confirmaciones metrológicas.

Tabla 20. Intervalos de calibración de instrumentos de medida

INTERVALO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE INSTRUMENTOS
Seis meses (26 semanas)	Manómetros de carátula
Un año (52 semanas):	Toda clase de manómetros con indicación digital (Transductores, fluke, calibradores, Druck, manómetros digitales ametek)
Un año (52 semanas)	Multímetros fluke 743, 744
Un año (52 semanas)	Multímetros fluke 77; 77III; 87; 87III; 87V;177;187;718;1587; 789; 725,743B, 787
Un año (52 semanas)	Micrómetros (Interiores, Exteriores, Profundímetros, intercambiales y calibrador de micrómetros de interiores)
Un año (52 semanas)	Calibradores pie de rey digitales y análogos con división mínima de 0.001" ó 0.001mm.
Un año (52 semanas)	Comparadores de carátula
Un año (52 semanas)	Torcometro de trinquete
Un año (52 semanas)	Megger análogos
Dos años (52 semanas)	Megger digitales
Un año (52 semanas)	Pinzas para medición de corriente eléctrica

Fuente. Autores.

El intervalo debe ser Revisado (Equipo fue reparado, ajustado o modificado).

4.2.6 Control de ajuste del instrumento de medida

Instrumentos de medida cuyo ajuste afecta el desempeño deben ser sellados o salvaguardados para prevenir cambios no autorizados. El sello que se colocara a estos instrumentos de medida es un rotulo pequeño impreso y adherido en la parte donde se puede reajustar. Está documentado en el procedimiento administrativo de metrología.

4.2.7 Registros del proceso de confirmación metrológica

Los registros utilizados en la confirmación metrológica están con fecha de la realización de la calibración y la firma de la persona que ejecuto el servicio y la persona que valida la calibración.

Cada registro tiene:

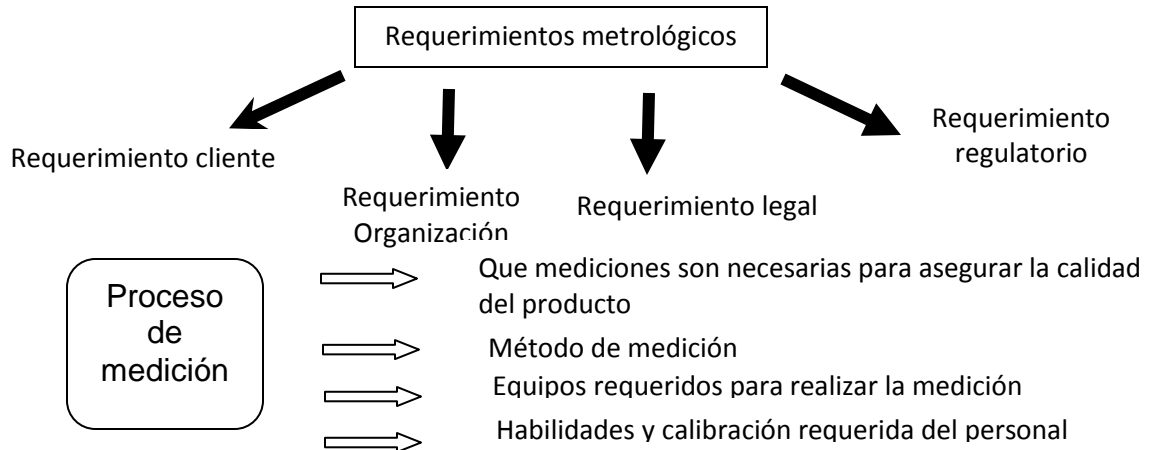
- a) La descripción e identificación única del fabricante del equipo, tipo, número de serie, etc.
- b) La fecha en la cual se completó la confirmación metrológica;
- c) El resultado de la confirmación metrológica;
- d) El intervalo de confirmación metrológica asignado
- e) La identificación del procedimiento de confirmación metrológica
- f) el error máximo permitido designado
- g) Las condiciones ambientales pertinentes y una declaración sobre cualquier corrección necesaria
- h) Las incertidumbres implicadas en la calibración del equipo
- i) Los detalles del mantenimiento, tales como ajustes, reparaciones y modificaciones realizada
- j) Cualquier limitación de uso
- k) La identificación de la persona o personas que realizaron la confirmación metrológica
- l) La identificación de la o las personas responsables de la veracidad de la información registrada
- m) La identificación única (tal como número de serie) de cualquiera de los certificados e informes de calibración y de otros documentos pertinentes
- n) La evidencia de la trazabilidad de los resultados de calibración
- o) Los requisitos metrológicos para el uso previsto
- p) Los resultados de calibración obtenidos después y, cuando se requiera, antes d cualquier ajuste, modificación o reparación

Cada registro a utilizar debe estar protegido de modificación.

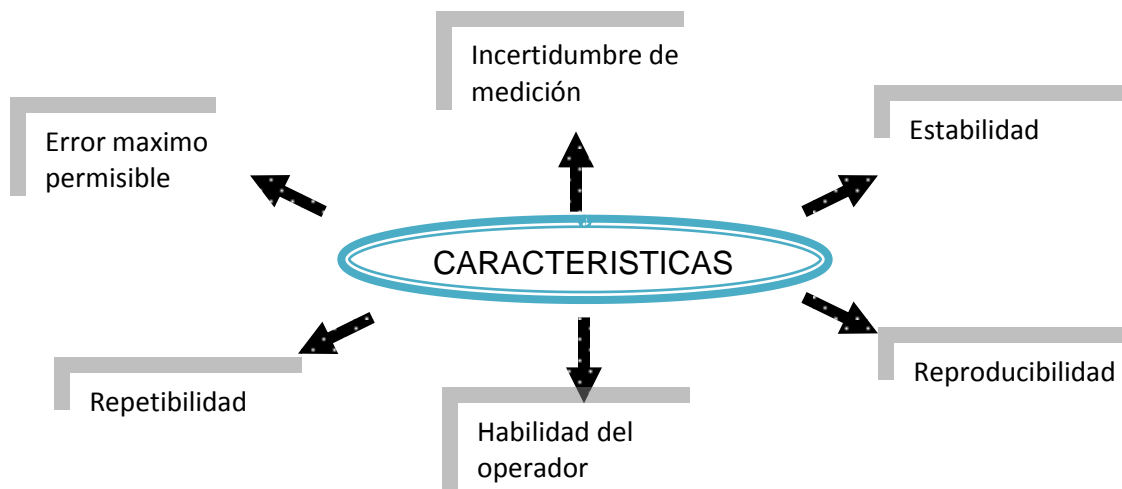
4.2.8 Proceso de medición

Debe ser Planeado, Documentado, Validado, Controlado e Implementado.

- Debe incluir Identificación de todos los instrumentos de medida; Procedimientos de medición; Condiciones de uso; habilidades del operador y factores que afectan la confiabilidad de los resultados de medición.
- Diseño de proceso de medición



- Características de desempeño del proceso de medición



- Realización del proceso de medición

Condiciones controladas para cumplir con el uso del equipo a confirmar, la aplicación de procedimientos de medición validados, la disponibilidad de recursos de información requeridos, el mantenimiento de las condiciones ambientales requeridas, el uso de personal competente, la transmisión correcta de los resultados y la implementación de seguimiento según especifique.

4.2.9 Incertidumbre de la medición y trazabilidad

- Debe ser estimada y registrada para cada instrumento de medición calibrado.
El análisis de la incertidumbre de medición debe realizarse antes de la confirmación metrológica de los equipos de medición y de la validación del proceso de medición.
- Trazabilidad: Todos los instrumentos de medición deben ser trazables a las unidades SI.

4.2.10 Análisis y mejora del sistema de gestión de las mediciones

- En MetCas laboratorio se realizara internamente auditorias para evidenciar el cumplimiento de los objetivos de calidad de cada proceso. Estas auditorías se realizan mensualmente. De ellas se de definen planes de mejora.
- Control de No conformidades. Se documenta un procedimiento donde se establece el paso a seguir una vez se evidencien no conformidades en el sistema de gestión de las mediciones. En este se elabora planes de trabajo alternativos hasta que las acciones correctivas sean implementadas.
- Procesos de medición no conformes: Cuando se identifique el usuario del proceso debe determinar las consecuencias potenciales, hacer la corrección necesaria y tomar las acciones correctivas apropiadas. Se genera un procedimiento documentado para gestionar procesos no conformes.
- Equipo de medición no conforme. En el procedimiento administrativo de metrología se describe cuando un equipo se define como no conforme y que se debe hacer para cada caso. Un equipo es no conforme cuando
 - a. Esta dañado
 - b. Ha sido sobrecargado
 - c. Funciona incorrectamente de modo que pueda invalidar su uso previsto
 - d. Produce resultados de medición incorrectos
 - e. Esta fuera de su intervalo designado de confirmación metrológica
 - f. Ha sido manipulado incorrectamente
 - g. Tiene su sello o salvaguarda roto o dañado
 - h. Ha sido expuesto a magnitudes de influencia que puedan afectar adversamente su uso previsto

4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO

METCAS prestara los servicios a empresa clientes que cuenten con equipos de medida como parte de sus procesos, la gestión de calidad a la que están sometidas las empresas hace que sus equipos de medida cuenten con un control metrológico que asegure la calidad, el proceso del servicio será: el cliente nos entrega un equipo que puede venir para para calibración verificación, mantenimiento preventivo calibración verificación, o mantenimiento correctivo calibración verificación, el equipo se entregara con un certificado de verificación. La gestión de mantenimiento permitirá el adecuado proceso de calibración y verificación y aumentar vida útil de los equipos.

➤ Modos de entrada de los equipos

Mantenimiento Preventivo Calibración Verificación

El equipo puede entrar de dos formas a este proceso por estrategia o servicio individual, aquí se le hará al equipo limpieza cambia de batería revisión de tarjetas y estado de soldaduras en componentes electrónicos, set de entradas, ajustes y según lo que nos indique los procedimientos de cada equipo en sus manuales, en seguida se procede a calibrar y verificar con los patrones primarios y generar el certificado de verificación.

4.3.1 Mantenimiento preventivo por estrategia

Es un servicio que consiste en que una empresa nos permite gestionar el mantenimiento de de sus equipos de medida los cuales entraran a la estrategia que se plantea en este proyecto.

4.3.2 Mantenimiento preventivo individual esporádico

Es para aquellas empresas que solo quieren hacer mantenimiento a sus equipos según sus propios criterios de frecuencias de verificación.

4.3.3 Mantenimiento Correctivo Calibración Verificación

Este servicio será prestado tanto para los equipos por estrategia como los que ingresan de forma individual esporádica. Se aplica a aquellos que no permiten ser calibrados y verificados debido a averías totales o parciales en sus componentes. Para esto se contara con un proceso de reparación y cambio de repuestos en el laboratorio, dado el caso en que no esté a nuestro alcance la reparación se

enviara a reparación externa que por lo general son los representantes de las diferentes marcas de los equipos quienes se encargaran del mantenimiento, en este proceso también se puede tomar la decisión de dar equipos de baja debido a su deterioro o tiempo de uso en común acuerdo con el cliente.

4.3.4 Calibración Verificación

El cliente ingresar su equipo para que solamente se le haga una calibración y verificación y se entregue el certificado de verificación, no se tendrá en cuenta el mantenimiento, en caso de que no se logre correcto proceso, el equipo será devuelto con un diagnostico informando que tramite seguir como puede ser manto correctivo, reparación externa o dar de baja el equipo. Este proceso aplica tanto para equipos por estrategia como por ingreso individual esporádico.

4.3.5 Objetivo general

Esta propuesta de mantenimiento tiene por objeto:

- Dar mayor confiabilidad a los equipos de nuestros clientes contribuyendo con sus políticas calidad

4.3.6 Objetivos específicos

- Aumentar la vida útil de los equipos.
- Aumentar la disponibilidad de los equipos en las plantas.
- Reducir costos al cliente en envíos de equipos a otras ciudades.

4.3.7 Estructura organizacional en mantenimiento

Se contara inicialmente con una estructura conformada por ocho personas que tienen sus roles y responsabilidades antes ya mencionadas y que estarán involucradas con todas las tareas de mantenimiento **ver figura 20**, se pueden identificar las áreas de:

➤ AREA DE CALIBRACION

Área conformada por un técnico Metrologo calibrador y un ayudante soporte, se dedicara a los procesos de calibración y verificación, tendrá a su cargo la gestión de los patrones primarios

➤ AREA DE MANTENIMIENTO

Área conformada por un técnico metrologo mantenedor y un ayudante soporte, dedicado a los procesos de mantenimiento y gestionara la parte de repuestos y consumibles.

➤ AREA DE PLANEACION

Área conformada por un profesional metrologó dedicado a operar la estrategia de mantenimiento en el sistema de información haciendo la planeación. Interactuando con los clientes y con las áreas de mantenimiento y calibración, rindiendo reportes al metrologó líder.

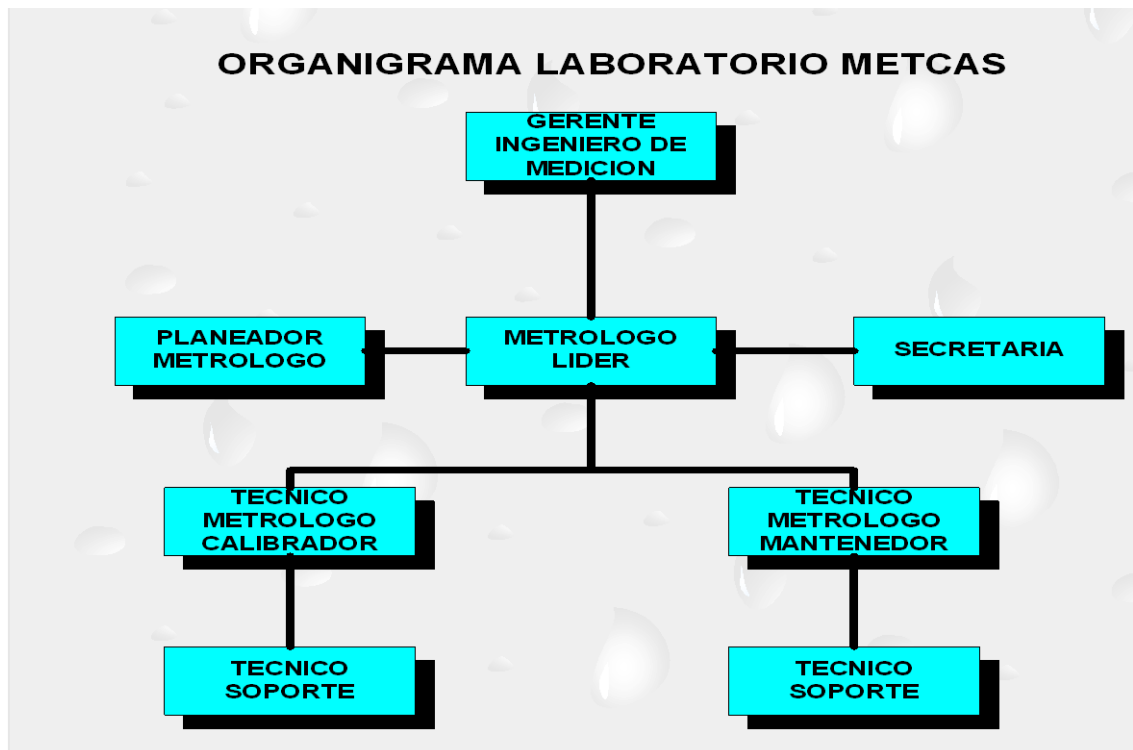
➤ AREA DE CERTIFICACION

Área conformada por un profesional certificado, se encargara de analizar datos y dar los avales de certificados de verificación.

➤ AREA GESTION ORGANIZACIONAL

Área conformada por un profesional con conocimiento metrológicos y habilidades gerenciales llevara las funciones administrativas y será capaz de gestionar con clientes proveedores y personal, será soportado por metrologó líder y una secretaria.

Figura 20. Organigrama general de MetCas Laboratorio.



4.3.8 Entradas y salidas en mantenimiento

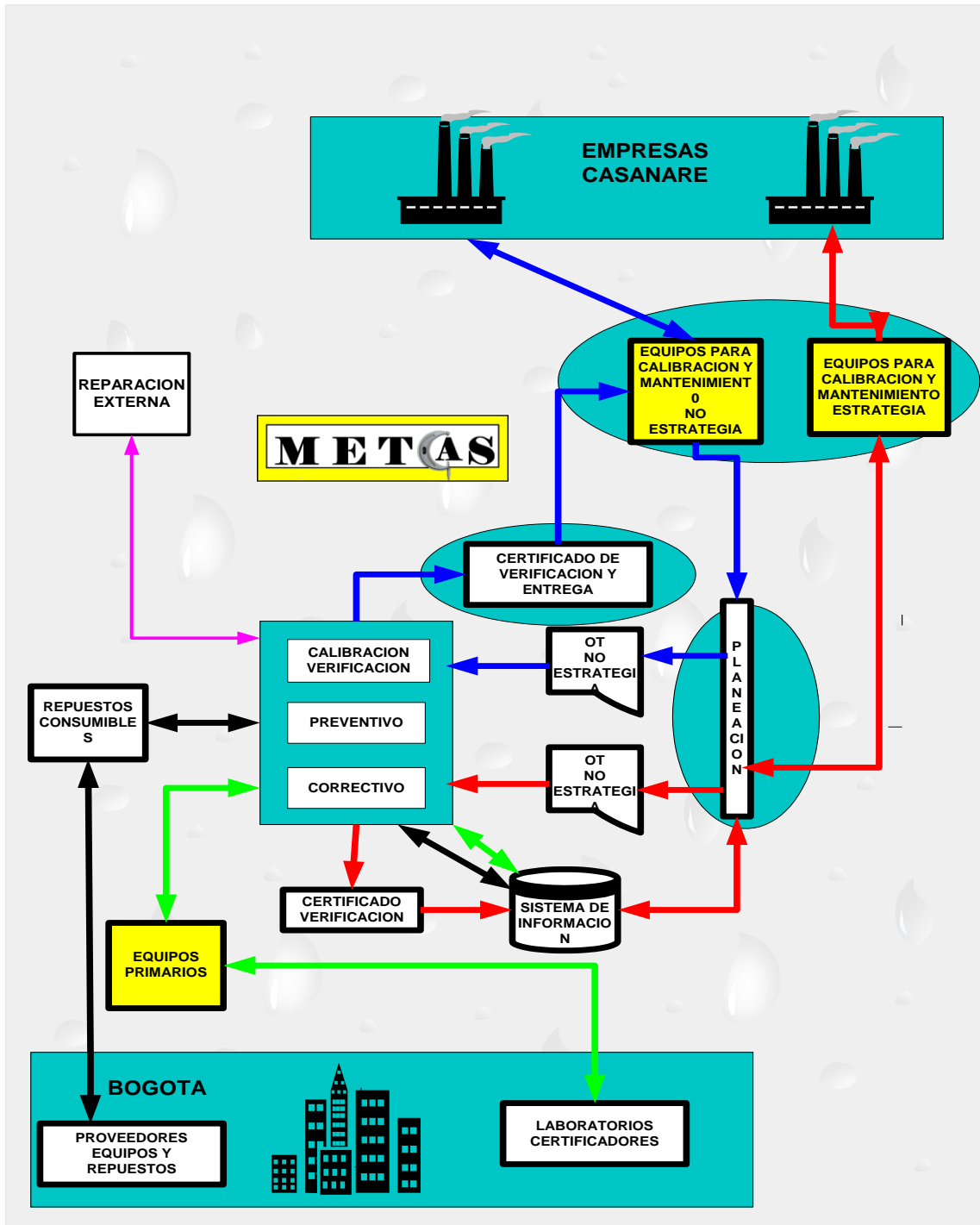
Como entradas al sistema de mantenimiento y teniendo como guía la **figura 25 donde muestran los agentes que interviene**. Tenemos los equipos para calibración por parte las empresa de Casanare, los proveedores de equipos, consumibles y repuestos, y los laboratorios certificadores de patrones primarios reparaciones externas.

Como salidas tenemos: equipos calibrados con certificado, solicitudes de consumibles, repuestos y equipos, solicitud certificación patrones primarios, equipos a reparación externa.

4.3.9 Flujo en el mantenimiento

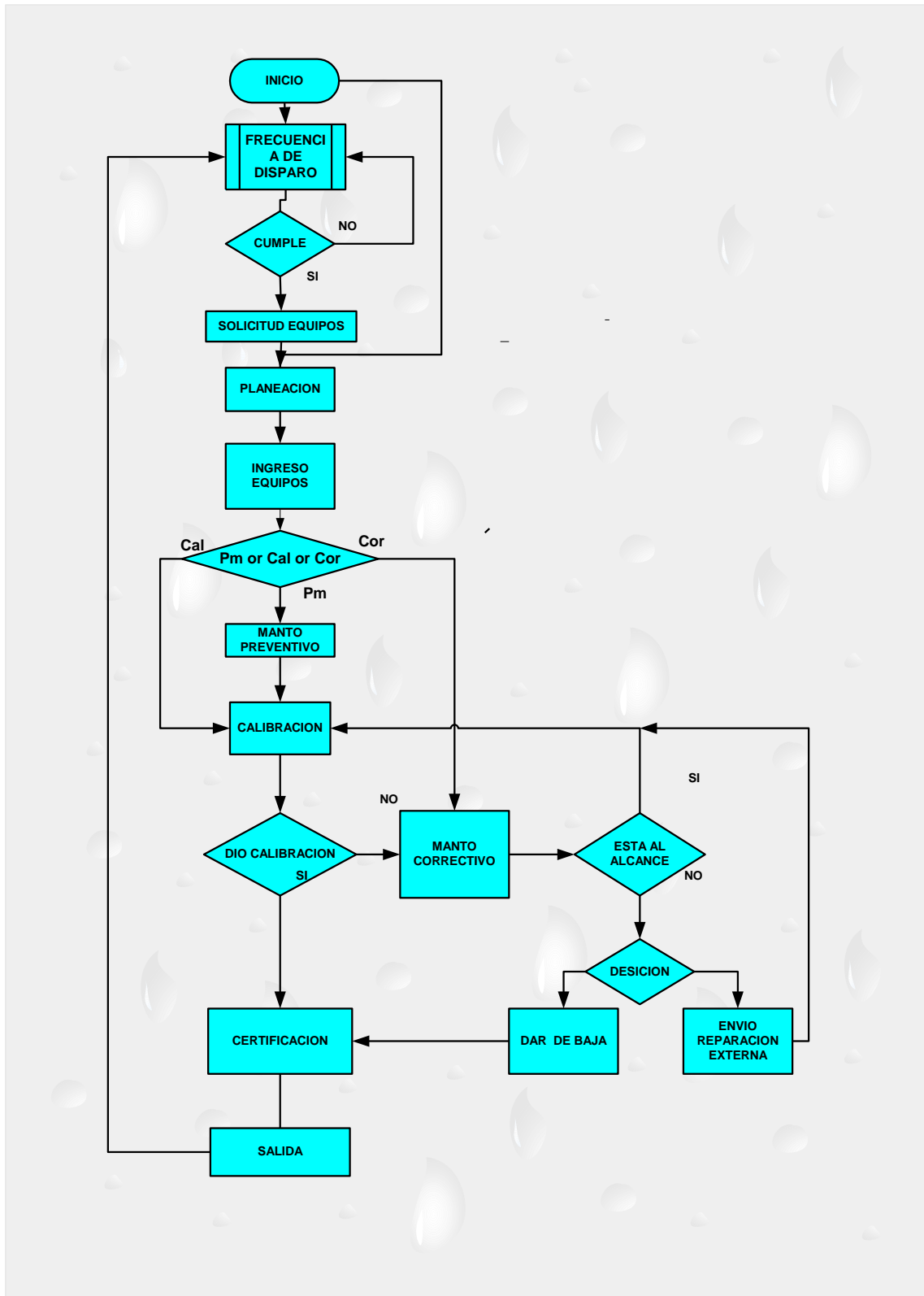
En la figura 16 se puede llevar una secuencia de los pasos y decisiones que se toman al ingresar los equipos al área de mantenimiento y calibración. Desde su planeación a la ejecución y certificación, como se puede observar tenemos un disparo de ordenes de trabajo según la frecuencia que entregue el sistema, esto será tomado por parte de planeación para generar los trabajos y asignarlos según los tres modelos de servicio de mantenimiento.

Figura 25. Entradas y salidas en mantenimiento



Fuente. Autores.

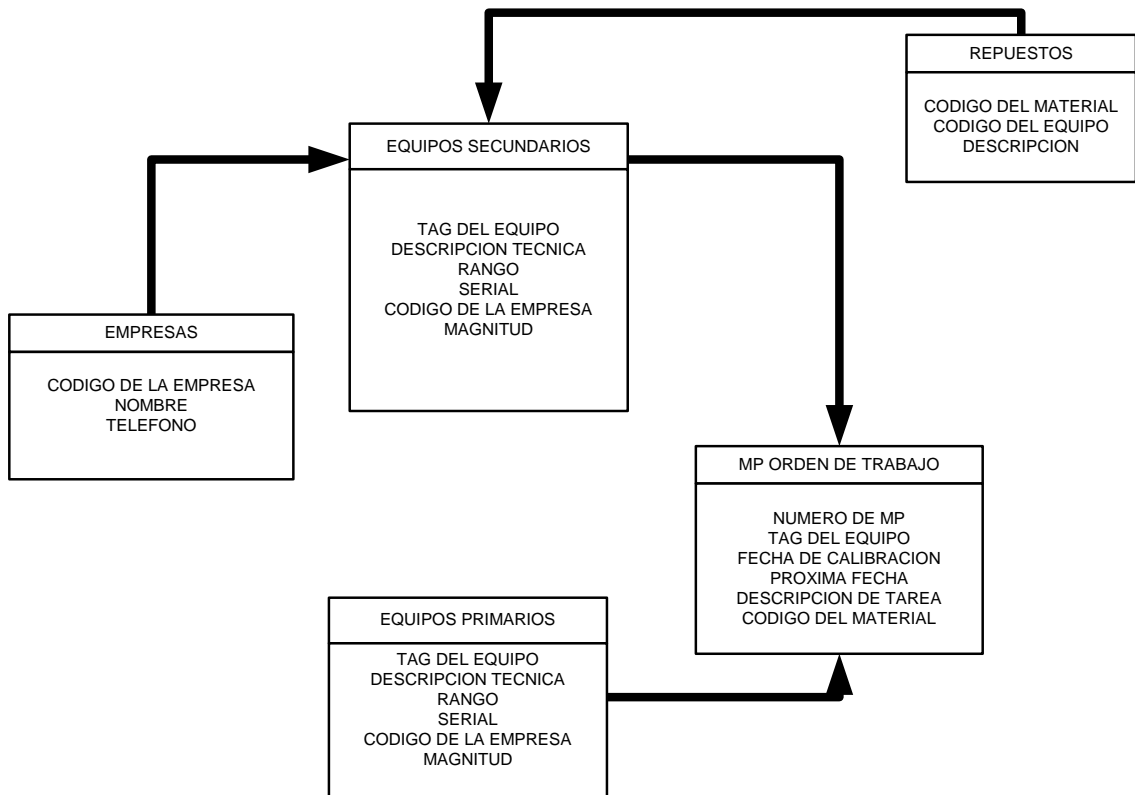
Figura 26. Diagrama de flujo de mantenimiento en laboratorio.



4.3.10 Sistema de información

En la gestión de mantenimiento se plantea la utilización de una base de datos ver modelo **figura 27** aquí nos permite tener un control de los equipos, clientes y repuestos y nos genere de forma automática el disparo de las fechas de calibración de los equipos, esto permitirá al planeador generar las ordenes de trabajo que se ejecutaran próximamente y llevar de una forma organizada toda la información y actividades del mantenimiento.

Figura 27. Modelo base de datos



Informes Que Genera El Sistema De Información.

4.3.11 Inventarios de equipos

El sistema estará en capacidad de entregarnos un sistema detallado de los equipos que tenemos a cargo, ordenándolos por empresas por magnitud. Entre otras tenemos todas las ventajas de consulta que podamos hacer de una base de datos relacional

4.3.12 Mantenimiento preventivo por equipo

Generara un listado de equipos para realizar mantenimiento según la búsqueda, y entregara de forma digital para imprimir el formato de una orden de trabajo describiendo las actividades a realizar fecha de ejecución, este documento será el que permitirá hacer de forma organizada el mantenimiento.

4.3.13 Formato de documentación del trabajo

Quedara registrado todas las actividades que se le han realizado al equipo llevando una hoja de vida del equipo.

4.3.14 Datos técnicos del equipo

Se podrá hacer una búsqueda de un equipo donde se encontrara todo lo relacionado con sus aspectos técnicos de operación, datos de identificación.

4.3.15 Codificación interna de equipos

Para poder ingresar los equipos a nuestro sistema de información es necesario identificarlos con un código que permita de forma única identificar a un equipo, y para esto utilizamos el siguiente método que permita de una manera fácil identificarlos y referenciarlos de manera directa ver Figura 28

Figura 28. Explicaciones código de equipos



Este formato ver tabla 22 nos permitirá ingresar los equipos al sistema de información, se ingresaran los datos técnicos de funcionamiento del equipo, los de identificación por empresa, este formato nos permitirá hacer consultas de diferente índole como magnitudes empresas rangos, conocer la ficha técnica del equipo.

Tabla 22. Ingresar un equipo al sistema de información.

SITEMA		METROLOGIA			FECHA DE REALIZACION		METAS				
EMPRESA		[REDACTED]			FECHA DE ACTUALIZACION						
DIAGRAMA					REALIZADO POR:						
HOJA		1 DE 3			APROBADO POR:						
FORMATO INGRESO TAGS A BASE DE DATOS											
ITEM	TAG	DESCRIPCION CODIGO EQUIPO	MODELO	DESCRIPCION LARGA CODIGO DEL EQUIPO	SERIAL	CODIGO DE LA EMPRESA	EMPRESA	MAGNITUD	RANGO	MOTIVO	NUMERO CERTIFICADO
1	CD- MI-001	MULTIMETRO DIGITAL	FLUKE 87	Voltage DC 1000V, Voltage AC 1000V sensible 10A (30 A por 30 segundos maximo), resistencia 20 MO, capacitancia 0.005 uF	SE0001-0007	EC0001	ECOPETROL	ELECTRICA	VARIOS	CREAR	INTERNO

4.4.3 Identificación de fallos causas y efectos en equipos de medición

Teniendo los equipos referenciados para subir al sistema procedemos a hacer un análisis de cada uno de los equipos y organizándolos por grupos, aquí identificaremos las fallas funcionales las causas que producen la falla, los efectos y los modos de controlarlos, esto nos permitirá identificar qué tipo de mantenimiento se realizara y tener una idea clara como solucionar fallas ocultas, ver tabla 23.


Tabla 23. Análisis y efecto de fallas

DESCRIPCION DEL ELEMENTO FUNCIONAL						FALLA FUNCIONAL		CAUSAS		EFECTOS	ACCIONES			
ITEM	TIPO DE EQUIPO	DESCRIPCION DE LA FUNCION	SERIAL	MARCA	TAGS	CODIGO DE FALLA	descripcion falla funcional	codigo de modo de falla	CAUSAS DE FALLA	Método de Detección de la Falla	EFECTOS FALLA	MANTO PREVENTIVO	HORAS HOMBRE	MANTO CORRECTIVO
1	MANOMETRO DIGITAL	medición de la presión en los fluidos				A	MEDIDA ERRATICA	1	Fuera de precision	comperacion con patron	AFECTACION AL CLIENTE	APLICAR PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION Y VERIFICACION	1	comparación con patrón
						B	NO DA INDICACION	1 2 3	*bateria baja *LCD roto *conducto obstruido *baja sencibilidad sensor	mantenimiento preventivo y correctivo	NO PERMITE VERIFICACION	CAMBIO DE BATERIAS LIMPEZA	1:30	PROCEDIMIENTO Y CAMBIO DE PIEZAS
2	MANOMETRO ANALOGO	medición de la presión en los fluidos				A	MEDIDA ERRATICA	1 2 3	fuera de ajuste	comperacion con patron	AFECTACION AL CLIENTE	APLICAR PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION Y VERIFICACION		1 N/A
						B	NO DA INDICACION	1 2 3	*aguja suelta *suciedad mecanismo *tubo roto	mantenimiento preventivo	NO PERMITE VERIFICACION	LIMPEZA INTERNA	1:30	N/A

4.4.4 Crear orden de mantenimiento preventivo en sistema de informacion

Con la identificación de fallas, causas, efectos y controles podemos generar los ordenes de mantenimiento donde se describiera que tipo de mantenimiento realizar, se le hasignara un codigo al mantenimiento por cada equipo que esta previamente identificado, se le asignara numero de horas hombre, fechas de calibracion y frecuencia de calibracion según manuales de cada equipo, ver tabla 24.

Tabla 24. Crear ordenes de mantenimiento en el sistema de informacion

SITEMA:		FECHA DE REALIZACION:										
EMPRESA:		FECHA DE										
DIAGRAMA:		REALIZADO POR:										
HOJA:		APROBADO POR:										
CREAR ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
Cons.	MP No	Descripción del MP	TAG	SERIAL	CODIGO DE LA EMPRESA	NUMERO DE PROCEDIMIENTO	MAGNITUD	HORAS HOMBRE	Frecuencia (en Semanas)	FECHA DE CALIBRACION	PROXIMA FECHA	RAZON
1	PMIN0020	Calibracion y manto preventivo a multimetro fluke 87	EDDSF35	2324	2EQW	1212	ELECTRICA	1	26	19-ago-00	12	CREAR MP


Fuente. Autores.

4.4.5 Gestión de repuestos

Con este formato se puede llevar una gestión de repuestos, donde en un análisis de manuales de equipos se puede sacar un listado de repuestos para hacer los mantenimientos. También nos apoyaremos con el formato de análisis de fallas donde se ve la casusa más común del modo de fallar un equipo y el modo de controlarlo.

Con este formato ingresaremos repuestos al sistema de información, y allí podremos consultar para qué equipo sirve que características tiene y qué cantidad queda en stock. Ver tabla 25.

Tabla 25. Formato de ingreso de repuestos al sistema

SITEMA:		FECHA DE REALIZACION:						
EMPRESA:		FECHA DE ACTUALIZACION:						
DIAGRAMA:		REALIZADO POR:						
HOJA:		APROBADO POR:						
Número de Solicitud:				Solicitado por:				
Fecha:				Ubicación:				
ITEM	CODIGO MATERIAL	DESCRIPCION MATERIAL O REPUESTO	APLICACIÓN ESPECIFICA TAG	MODELO	FABRICANTE	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO
1	TOR001	KID REPARACION TORQUE	TOR-001	ASWE34	PROTO	EA	2	5

Fuente. Autores.

5. CONCLUSIONES

La aplicación de análisis de fallas causas y efectos permite tener una idea clara para orientar el mantenimiento y el requerimiento de repuestos.

El mantenimiento preventivo permite una calibración y verificación en menos tiempo y con más veracidad.

Un sistema de información computarizado permite llevar de manera más organizada la gestión de mantenimiento evitando formatos engorrosos.

El servicio de mantenimiento por estrategia evita que las empresas gasten tiempo en planear y controlar sus equipos de medición. Y por tanto sus efectos se ven reflejados en disminución de recursos.

El mantenimiento correctivo permitirá que las empresas den menos equipos de baja, ya que un mantenimiento en la región no sobrepasara el valor del equipo. La planeación en el mantenimiento dependerá en gran parte de un efectivo sistema de información.

BIBLIOGRAFIA

GOMEZ CUBILLOS, Rafael. Administración y estilos gerenciales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2006. 44p

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006..

HERNAN JIMENEZ Y ASOCIADOS Y UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA. Diplomado en Gerencia de la Calidad: Basado en la Norma ISO 9001: 2008.

ICONTEC. Laboratorios de metrología: Pasantía de longitud. PI-001. Bogotá, 2009. 210 p.

ICONTEC. Norma técnica colombiana NTC-ISO 10012. Sistemas de la medición. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición ICONTEC.

ISO 2008.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas de industriales ó de servicios. Medellín: AMG. 2005.

Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica.

PINILLA. Pablo. Sistemas de información. Bucaramanga. [CD_ROM]. Bucaramanga, 2008. Posgrado Gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica.

SGS COLOMBIA S.A. Aseguramiento y gestión metrológica. Manual del participante. Bogotá, 2007. 44 p.

SOCIETE GENERALE DE SURVILLANCE SGS. Norma ISO 9001:2008.

ANEXOS

PLAN MENSUAL PARA LA REVISION DEL SISTEMA DE GESTION DE LAS MEDICIONES				
	EVALUACION		OBSERVACIONES	FECHA
	CLASIFICA	NO CLASIFICA		
Temas a tratar				
Indicadores				
Informes de auditorias				
Información de la retroalimentación del cliente				
Formato indicadores de proceso				
Informes de la situación de las acciones preventivas y correctivas				
Estado de las acciones derivadas de otras revisiones				
Cambios que puedan afectar significativamente el sistema				
Recomendaciones para la mejora				
Observaciones respecto a la comunicación interna y el ambiente laboral				
Oportunidades de negocio e innovación				

ANEXO A. Plan mensual a la revisión del sistema de gestión de las mediciones

ANEXO B. Matriz de competencias y formación por cargos

MATRIZ DE COMPETENCIAS Y FORMACION POR CARGOS									
CARGO	Formación a recibir	Gerente	Metrologo líder	Metrologo Planeador	Secretaria	Técnico metrologo calibrador	Técnico metrologo mantenedor	Técnico soporte	Técnico soporte
Formación	Certificación en Norma Iso 17025	Aplica	Aplica						
	Certificación en Norma Iso 9001:208		Aplica			Aplica			
	Certificación en Norma NTC 10012		Aplica	Aplica		Aplica			
	Visita a laboratorios de calibración en el país	Aplica	Aplica			Aplica	Aplica		
	Conocimiento de cada norma según la magnitud a verificar			Aplica	Aplica		Aplica		
	Gestión de compras								Aplica
	Administración del tiempo					Aplica		Aplica	Aplica

ANEXO C. Procedimientos e informes de calibración

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO	TIPO	VERSION	CUSTODIO	FECHA
MET-CAS-ELE-001	INFORME DE VERIFICACION DE FUNCIONALIDAD A MEDIDOR DE AISLAMIENTO -MEGGER-	Formatos	1	METROLOGO	2012-07-25
MET-CAS-ELE-002	LISTA DE CHEQUEO PARA UTILIZAR EL EQUIPO INYECTOR DE CORRIENTE	Lista de Chequeo	1	METROLOGO	2012-08-23
MET-CAS-DG-001	LISTA DE CHEQUEO: ENTRADA Y SALIDA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN - HERRAMENTERIA-	Lista de Chequeo	1	METROLOGO	2012-04-18
MET-CAS-DG-002	METROLOGIA FORMATO CONTROL -ENTREGA DE EQUIPOS CALIBRADOS A PERSONAL DE HERRAMENTERIA-	Formatos	1	METROLOGO	2012-09-03
MET-CAS-DG-003	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA DEJAR CON LIMITACION UN EQUIPO DE MEDICION	Procedimiento	1	METROLOGO	2012-05-20
MET-CAS-DG-004	ACTA DE ACEPTACION DE LIMITACION A INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Formatos	1	METROLOGO	20-jun-12
MET-CAS-DG-005	ACTA PARA DAR DE BAJA EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN	Formatos	1	METROLOGO	25-jul-12