

**CREACION E IMPLEMENTACION DE PROGRAMA DE CALIBRACION DE
EQUIPOS DE MEDICION MECANICOS, ELECTRICOS Y ELECTRONICOS DE
LA EMPRESA CONFIPETROL S.A.**

WILSON ROJAS NAYZIR

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2011**

**CREACION E IMPLEMENTACION DE PROGRAMA DE CALIBRACION DE
EQUIPOS DE MEDICION MECANICOS, ELECTRICOS Y ELECTRONICOS DE
LA EMPRESA CONFIPETROL S.A.**

ESTUDIANTE EN PRÁCTICA
WILSON ROJAS NAYZIR
CODIGO: 74289

Practica Empresarial como Proyecto de Grado Para Optar al
Título de Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
COORDINACIÓN DE PRÁCTICAS EMPRESARIALES
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2011

CONTENIDO

	pág.
TABLA DE FIGURAS	8
INTRODUCCION	12
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	13
1.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA / PRODUCTOS Y SERVICIOS	13
1.2 RESEÑA HISTÓRICA	13
1.3 DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVOS GENERALES	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR	17
3.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	18
4. MARCO TEORICO	20
4.1 METROLOGÍA	20
4.1.1 ¿Que es metrología?	20
4.1.2 División de la metrología	20
4.1.3 Beneficios de la metrología.....	21
4.1.4 ¿Qué importancia tiene la metrología para la sociedad?.....	21
4.1.5 Importancia estratégica de la metrología	21
4.1.6 Sistema metrológico internacional	22
4.1.6.1 Convención del metro	22
4.1.6.2 Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM)	22
4.1.6.3 Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM)	22
4.1.6.4 Sistema Interamericano de Metrología (SIM)	23
4.1.6.5 SURAMET	23
4.1.6.6 Autoridades nacionales de metrología.....	24
4.2 TRAZABILIDAD	24
4.2.1 ¿Qué es la trazabilidad metrológica?.....	24
4.2.2 Elementos que conforman la trazabilidad	25
4.2.2.1 Una cadena ininterrumpida de comparaciones.....	26
4.2.2.2 La incertidumbre de la medición	26
4.2.2.3 La documentación.....	26

4.2.2.4 La competencia técnica	26
4.2.2.5 Las referencias a las unidades del SI	26
4.2.2.6 La frecuencia de calibración	26
4.3 CALIBRACIÓN	26
4.3.1 ¿Qué es calibración? Otras definiciones	27
4.3.2 Para que calibrar un instrumento de medición.....	27
4.3.3 Importancia de la calibración	27
4.3.4Cuál es la frecuencia de calibración	27
4.3.5 ¿Con qué frecuencia se debe re-calibrar patrones/instrumentos? ...	27
4.4 CERTIFICACIÓN	28
4.4.1 Sistema de Certificación	28
4.4.2 Beneficios de la Certificación	29
4.4.2.1 A nivel nacional.....	29
4.4.2.2 A nivel internacional.....	29
4.4.2.3 Para los gobiernos	29
4.4.2.4 Para la industria.....	29
4.4.2.5 Para el consumidor	30
4.4.3 La certificación fortalece la credibilidad del producto.....	30
4.5 HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS ESTUDIADOS Y UTILIZADOS.....	30
4.5.1 Calibrador Pie de Rey.....	30
4.5.2 Micrómetro.....	31
4.5.3 Comparador de Caratula	31
4.5.4 Torque o llave dinamométrica.....	32
4.5.5 Multímetro	33
4.5.6 Pinza Amperimétrica.....	33
4.5.7 Termómetros por infrarrojos portátiles	33
4.5.8 Sensor Pick-up	33
4.5.9 Válvula Solenoide	34
4.5.10 Placa de orificio	34
4.5.11 Detector de tensión.....	35
4.5.12 Calibrador de procesos.....	35
4.5.13 Módulos de presión.....	36
4.5.14 Megóhmetro o Megger.....	37
4.5.15 Commtest	37

4.5.16 MCEMax	38
4.5.17 Cámara Termográfica	39
4.5.18 Hart 475	39
5. DESARROLLO DE PLAN DE TRABAJO	41
5.1 PLANEACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO	41
5.2 PRESENTACIÓN DE RESPONSABILIDADES Y ROLES	41
5.3 ORIENTACIÓN SOBRE EL TRABAJO A REALIZAR	41
5.4 AFIANZAMIENTO EN: METROLOGÍA BÁSICA, CONCEPTOS Y TÉRMINOS	42
5.5 INICIO DE INVENTARIO DE EQUIPOS	42
5.6 FAMILIARIZACIÓN CON LOS EQUIPOS	44
5.7 PROPUESTA DE FORMATO HOJA DE VIDA E INVENTARIO PARA LOS EQUIPOS.....	66
5.8 MANEJO DE ENVIÓ DE EQUIPOS	68
5.9 INVITACIÓN Y PRESENTACIÓN	69
5.9.1 Idea.....	69
5.10 INICIO DE PROGRAMA	70
5.10.1 Organización de documentos y archivos	71
5.11 PROPUESTA DE CONFIPETROL S.A.	72
5.12 ACTIVIDADES COMO AUXILIAR QA/QC	72
5.13 PRESENTACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS.....	73
5.14 ACTIVIDADES EN CAMPO	73
5.14.1 Montaje de un sensor medidor de flujo	74
5.14.2 Toma de medidas	74
5.14.3 Diagnostico en problema en un Aéreo-enfriador	74
5.14.4 Montaje de sensores PICKUP	74
5.14.5 Instalación de válvula solenoide	75
5.14.6 Cambio de placa de Orificio.....	77
GLOSARIO	78
RECOMENDACIONES	80
CONCLUSIONES	81
ANEXOS	82
BIBLIOGRAFÍAS	83

A **Dios** por ser el creador de esta obra, por darme unos padres maravillosos que nunca me dieron la espalda y siempre me apoyaron, por siempre protegerme y darme la oportunidad de ir cumpliendo una a una mis metas.

A mi madre y amiga **Ayda Nayzir Alvarez**, por estar siempre cuando más lo necesite, por nunca rendirse y siempre darme apoyo, porque su amor fue, es y será una de mis fortalezas en mis tropiezos y alegrías.

A **Wilson Rafael Rojas Mejia** mi padre y confidente, por su comprensión, apoyo, confianza en todo para conmigo.

A mis hermanas **Diana Marcela Rojas Nayzir, Silvia Rojas Nayzir**, por todos sus consejos, su apoyo y todos los buenos momentos que han estado conmigo, a **Aura Shirley Rojas**, por mostrarme que a veces la vida se nos presenta de una forma que no debería y por ser parte de mi familia.

A todos mis familiares, que siempre creyeron en mi, y sobre todo a mis primos **Jose Daniel Rojas, Nain de Jesus Nayzir**, por su cariño y siempre estar presente.

A mis compadres y amigos **Yair Arias, Yosimar Puche, Jose Vergara, Roger Mayorga, Ricardo Arenas, Javier Sabalza, Edwin Gómez, Jorge Carrasquilla, Julian Buitrago, Diego Tapias, Luis Quiceno, Jenny Ardila**, y todos lo que me faltaron, porque aprendí con personas tan especiales el verdadero valor de la amistad.

AGRADECIMIENTOS

- A la **Universidad Pontificia Bolivariana** por brindarme la oportunidad de pertenecer a esta gran familia, por todos sus aportes para mi vida.
- A los Ing. **Alex Monclou, Alonso Retamoso, Fabio Guzman, Carlos Hernandez**, y los que faltaron por nombrar, quienes con su conocimiento y experiencia me formaron y guiaron durante toda mi carrera.
- A todo el personal de Confipetrol S.A., en especial a **Odilio Marin**, quien me brindo la oportunidad de hacer la practica empresarial, a los Ing. **Mario Jaimes, Lyda Ramirez, Carlos Trujillo, Ulises Quintero, Eduardo Rodriguez, Oscar Navas**, por su apoyo incondicional, paciencia, oportunidad de seguir trabajando a su lado y crecer profesionalmente.
- A todo el grupo de trabajo **Diana Garzon, Sonia Magaly, Erika Moreno, Wilmer Tapia, Cristian Tapia, Maria Herazo, Luisa Diaz, Julian Sierra, Ercilia**, por su ayuda y compañerismo, a **Fabio Correa** y **Jesus Rengifo** por su amistad.
- Y sobre todo a mis compañeros de Ingeniería Electrónica por todas los momentos, cosas y demás que pasamos juntos.

TABLA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Organización de sistemas de metrología	23
Figura 2. Organizaciones Nacionales	24
Figura 3. Diagrama de la Trazabilidad metrológica y la incertidumbre	25
Figura 4. Elementos que conforman la trazabilidad.....	25
Figura 5. Pie de Rey	31
Figura 6. Micrómetro.....	31
Figura 7. Comparador de caratula.....	32
Figura 8. Torquímetro	32
Figura 9. Pistola de temperatura	33
Figura 10. Sensor Pickup	34
Figura 11. Válvula solenoide	34
Figura 12. Placa de orificio	35
Figura 13. Detector de tensión	35
Figura 14. Calibrador de procesos	36
Figura 15. Modulo de presión	36
Figura 16. Megger	37
Figura 17. Commtest	37
Figura 18. MCEmax.....	38
Figura 19. Cámara Termográfica.....	39
Figura 20. Hart.....	40
Figura 21. Estación Castilla 1	43
Figura 22. Estación Castilla 2	43
Figura 23. Estación Apiay 1	44
Figura 24. Estación Apiay 2.....	44
Figura 25. Multímetro.....	50
Figura 26. Medición voltaje en DC/AC.....	51
Figura 27. Medición de Corriente	52
Figura 28. Medición continuidad, capacitancia, diodo y resistencia	53
Figura 29. Medición continuidad, capacitancia, diodo y resistencia 2	53
Figura 30. Medición continuidad, capacitancia, diodo y resistencia 3	54
Figura 31. Funda protectora	56
Figura 32. Pinza Amperimétrica	56
Figura 33. Error común.....	57

Figura 34. Medición diodo	58
Figura 35. Medida de Pistola de temperatura	62
Figura 36. Hoja de vida.....	66
Figura 37. Inventario.....	66
Figura 38. Tabla de comparación	68
Figura 39. Grafica Comparativa.....	69
Figura 40. Grafica de proyeccion.....	69
Figura 41. Carpetas	70
Figura 42. A-Z Actas de entrega.....	71
Figura 43. Sensores Pickup.....	73
Figura 44. Generador AG-901-E	74
Figura 45. Cableado según manual.....	74
Figura 46. Bomba AP581A	75
Figura 47. Válvula solenoide 80036 ASCO	75
Figura 48. Control de bomba sin válvula	75
Figura 49. Válvula instalada	76
Figura 50. Ejemplo de placa de orificio.....	76

RESUMEN

TITULO: CREACION E IMPLEMENTACION DE PROGRAMA DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE MEDICION MECANICOS, ELECTRICOS Y ELECTRONICOS DE LA EMPRESA CONFIPETROL S.A.

AUTOR: WILSON ROJAS NAYZIR

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: CARLOS GERARDO HERNANDEZ CAPACHO

PALABRAS CLAVES: **Metrología, Calibración, Trazabilidad, Certificación**

RESUMEN

El propósito principal de la práctica con los conocimientos adquiridos en la Universidad especialmente en el área de Instrumentación, es organizar, estructurar, establecer y formar un programa para el seguimiento de los equipos de medición de CONFIPETROL S.A., para asegurar un adecuado registro del estado de los equipos, el custodio, llevar un control en la calibración y/o certificación de estos, este programa se definió teniendo en cuenta uso, requerimiento, importancia, disponibilidad y costo. Para lograr este objetivo se estudió la Metrología en general, las normas que rigen a los equipos de medición, su calibración y/o certificación; se adquirió conocimiento sobre las funciones de un ingeniero QA/QC (control de calidad/ aseguramiento de calidad); se visitó los laboratorios que presta este servicio para verificar la calidad de su trabajo y conocer la trazabilidad que se le da a cada equipo durante el proceso de su certificación y/o calibración. Se participó en varias capacitaciones de Metrología para lograr una acertada clasificación a la hora de programar los equipos de medición. El programa de Calibración de equipos de medición de CONFIPETROL S.A., se establece con el fin de mejorar la calidad de los trabajos que se realizan con estos equipos, llevar un seguimiento de los equipos de medición, su certificación, calibración hacen que la confianza del trabajo realizado por CONFIPETROL S.A. tenga una mayor validez y que su confiabilidad sea alta y más cuando su lema de trabajo es Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

ABSTRACT

TITLE: CREACION E IMPLEMENTACION DE PROGRAMA DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE MEDICION MECANICOS, ELECTRICOS Y ELECTRONICOS DE LA EMPRESA CONFIPETROL S.A.

AUTOR: WILSON ROJAS NAYZIR

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: CARLOS GERARDO HERNANDEZ CAPACHO

KEY WORDS: Metrology, Calibration, Traceability, Certification, Measurement

ABSTRACT

The main purpose of practice is, with the knowledge acquired at university especially in the area of instrumentation, is to organize, structure, establish and train a program to monitor the measurement equipment CONFIPETROL SA to ensure a proper record of the equipment, the custodian, to control in the calibration and / or certification of these, this program was defined taking into account usage, demand, importance, availability and cost.

To achieve this, we studied the Metrology in general, the rules governing the measurement equipment, calibration and / or certification is acquired knowledge about the functions of an engineer QA / QC (quality control / quality assurance); visited the laboratories are providing this service to verify the quality of their work and meet the traceability that is given to each team during the process of certification and / or calibration.

He participated in several training Metrology classification to achieve a successful program when the measuring equipment.

The program of calibration of measuring equipment of CONFIPETROL SA is stable in order to improve the quality of work being done on this equipment, keep track of measuring equipment, certification, calibration make work confidence by CONFIPETROL SA have greater validity, its reliability is high, when the motto of work is Reliability Centered Maintenance.

INTRODUCCIÓN

Toda empresa quiere ser reconocida por el trabajo que esta realiza, mas aun que sea calificada como una empresa con un trabajo confiable y de alta calidad, como en este caso lo es CONFIPETROL S.A., la cual está certificada bajo las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001. El alcance de sus sistemas son: Prestación de servicios de operación y mantenimiento con la aplicación de técnicas de confiabilidad y predictivas de diagnostico tales como: Vibración, Análisis de Causa Raíz (ACR), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), Inspección Basada en Riesgo (RBI), Planeación y Programación (P&P), Medición de Indicadores (MDI), Mantenimiento Basado en Condición (CBM), Sistemas Computarizados de Mantenimiento (SCDM), Ultrasonido (US), Programas de Mejoramiento (PDM), Infrarrojo.

Por todo esto, es una empresa exigente en la entrega de sus trabajos de forma confiable y con alto nivel de calidad, para ello cuenta con un personal altamente calificado, equipos de última tecnología los cuales se deben tener en buena estado para que sus mediciones, predicciones, muestras sean lo más acertadas posibles y cumplan las políticas de calidad.

Asegurar este proceso requería crear y poner en funcionamiento un programa que llevará un seguimiento a los equipos de medición, controlando el estado, custodio, importancia, disponibilidad, requerimiento, funcionamiento, calibración y/o certificación de estos. Y para lograrlo se inició la adquisición y aumento en el conocimiento sobre Metrología Básica, vocabulario, normas de calidad, normas que rigen a los equipos de medición, trazabilidad en los procesos de calibración y/o certificación.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA



1.1. ACTIVIDAD ECONÓMICA / PRODUCTOS Y SERVICIOS

Es una empresa especializada en la prestación de servicios integrales de operación y mantenimiento con la aplicación de técnicas de confiabilidad y predictivas de diagnóstico dirigido a los sectores industriales, gas, petroquímico, petrolero, energético y minero, con respuesta inmediata a las necesidades de nuestros clientes, conformada por un equipo interdisciplinario altamente calificado y comprometido con la organización para la satisfacción del cliente, enfocados en la innovación y el uso adecuado de la tecnología.

La sede donde se realiza esta práctica es el contrato N° 5205894, para la gerencia llanos que comprende los campos de ECOPETROL: Apiay; Castilla; Chichimene; y Estación Acacias; la sede de operaciones de Confipetrol se encuentra ubicada en Villavicencio (Meta), en la Dirección: Carrera 43 N°18-29 Barrio El Buque; Teléfono: 6689287

1.2. RESEÑA HISTÓRICA

La Organización Confipetrol nace en el año 2005 como un consorcio conformado por las Empresas INEMEC LTDA., RMS LTDA., ST&P ING. LTDA. y SERVICIOS ASOCIADOS LTDA., el cual fue creado para llevar a cabo un contrato de mantenimiento integral para Ecopetrol en la Superintendencia de Operaciones del Río.

Posteriormente se ejecutaron diversos contratos entre los que se encuentran el de operación y mantenimiento para TGI (antigua ECOGAS) en las estaciones compresoras de Hato Nuevo. Vasconia, Miraflores y Noreán; un contrato de mantenimiento integral para la Superintendencia de Mares de Ecopetrol, el contrato de operación y mantenimiento integral para la Superintendencia de Operaciones del Río, Superintendencia de Operaciones de Mares, Superintendencia de Operaciones La Cira, Departamento de Operaciones Catatumbo (POC), Superintendencia de Operaciones Tibú (SOT) además de contratos que se han desarrollado en la Refinería de Barrancabermeja, entre otros.

Posteriormente, con el fin de aunar esfuerzos alrededor de una empresa sólida, experimentada y especializada en la prestación de servicios integrales de Operación y Mantenimiento con la aplicación de técnicas de Confiabilidad y predictivas de diagnóstico dirigida a los sectores industriales de Gas, Petroquímico, Petrolero, Energético y Minero se constituye el día 05 de octubre de 2007 la Sociedad Anónima CONFIPETROL S.A., cuyos socios son las

Empresas ST&P ING. LTDA., INEMEC LTDA., RMS LTDA. Y SERVICIOS ASOCIADOS LTDA.

Es así como hoy CONFIPETROL S.A. es una Organización líder en el mercado, con el respaldo de cuatro grandes empresas de trayectoria.

CONFIPETROL S.A. y sus compañías asociadas han estado presentes en la estrategia de operación y mantenimiento de sus clientes. Trabajando juntos orientados a sus metas se han obtenido diversos logros, donde CONFIPETROL S.A. ha agregado valor e influido en el incremento de la producción de sus clientes.

Entre los resultados que se han obtenido es importante resaltar:

Mejoramiento y mantenimiento de la Disponibilidad y Confiabilidad de sistemas; Realización de Over-hauls; Disminución de las pérdidas de; Disminución de la frecuencia de lesiones con tiempo perdido (LTIFR) y Frecuencia de incidentes medio ambiente (FIMA).

Actualmente la Empresa sostiene un contrato con CEP COSLA en Puerto Gaitán (Meta) y Maní (Casanare), así como contratos con ECOPE TROL S.A. con la Superintendencia de Operaciones Central (SOC) en los campos de Apiay, Castilla y Chichimene (Meta); con la Superintendencia de Operaciones del Río (SOR) en los campos Casabe (Antioquia), Cantagallo (Bolívar) y Cicuco (Bolívar); con la Superintendencia de Operaciones La Cira (SCI) en El Centro (Santander) y con la Superintendencia de Operaciones de Mares (SOM) en los campos de El Centro – Periféricos (Santander), Provincia (Santander) y Teca / Cocorná (Antioquia).

1.3. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

CONFIPETROL S.A. como empresa prestadora de servicios al sector de hidrocarburos, tiene como base funcional en su estructura orgánica el área de Ingenieros llamado Confiabilidad y CBM; que es la estructura principal donde se basa el mantenimiento predictivo y preventivo, y alistamiento para las paradas correctivas programadas, este sistema se llama Mantenimiento Basado en Confiabilidad; para asegurar esta exigencia, se cumple con un programa de calibración de equipos e instrumentos de medición, que son herramientas fundamentales para toma de mediciones.

Se ha evidenciado que uno de los principales problemas en el aseguramiento de la calidad exigida en los equipos son las calibraciones y mantenimiento de estos equipos; los cuales deben ser enviados periódicamente a laboratorios de calibración dependiendo del tipo de equipo o instrumento, la falencia principal es que aunque está establecido en papeles un procedimiento y algunos formatos establecidos no hay una persona o responsables de llevar y hacer este seguimiento, como tampoco hay un cronograma de calibraciones.

La empresa necesita implementar a cabalidad el programa de calibraciones y trazabilidad de todos los equipos usados, se requiere establecer los periodos de calibración, las hojas de vida de cada equipo y crear o modificar y divulgar el programa de calibración.

Este procedimiento seria aplicado a todos los contratos en los cuales trabaje CONFIPETROL S.A., teniendo en cuenta las condiciones de almacenamiento, protección y manipulación de los instrumentos de medición dentro de la organización.

Se pretende también impulsar los proyectos y propuestas para mejora de procesos, la empresa cuenta con un banco de datos de información de proyectos pero han quedado en la simple propuesta; se tiene la meta y objetivo de trabajar por lo menos un proyecto, hacer el desarrollo, la propuesta económica, la planeación y la sustentación con el cliente ECOPETROL; la posterior ejecución, si aplica quedaría a cargo de CONFIPETROL S.A.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GENERALES

- Implementar el inventario de los equipos de medición y monitoreo utilizados por CONFIPETROL S.A. en todas sus especialidades para llevar un seguimiento detallado de la calibración de estos.
- Crear un sistema de trazabilidad mediante formatos para el seguimiento de las calibraciones de equipos utilizados por CONFIPETROL S.A.
- Establecer una hoja de vida de los equipos de medición y monitoreo para el seguimiento y calibración de estos de una forma oportuna, versátil y segura.
- Diseñar una tabla de control de calibraciones visible para facilitar la programación y control de los equipos de medición.
- Formular proyectos de mejora en las actividades en que se participe.
- Elaborar propuestas para mejoramiento de proyectos en los que participe, en el área campo.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer una estructura o método de seguimiento de la calibración de los equipos de medición utilizados e implementados por la empresa.
- Organizar y lograr que la empresa obtenga un archivo sencillo de seguimiento para facilitar la calibración de los equipos de medición.
- Establecer un programa de auditoría para el seguimiento del programa establecido para la calibración de los equipos de medición y monitoreo.
- Ampliar el conocimiento como Ingeniero a través de la observación detallada en las actividades que se participen en el área de campo.
- Precisar las actividades que realiza un Ingeniero en el área de campo.
- Experimentar la labor de un Ingeniero en la parte administrativa a través de los primeros objetivos.
- Relacionar y probar el trabajo de un ingeniero en el área de campo y en el área administrativa.

3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR (*)

- Profundizar en la normas ISO 9001 y 10012, las normas técnicas colombianas 2194, 3529-2 y 4054 sobre Metrología, para lograr entender la importancia de la calibración de los equipos de medición, aprendiendo términos, palabras técnicas y aclarar dudas sobre el tema a trabajar, y así emplear la metrología en sus aspectos teóricos y prácticos relacionados con la mediciones aplicando las competencias de un ingeniero.
- Investigar la metodología que utiliza la empresa para el mantenimiento y calibración de los equipos de medición. Analizando los informes que lleva la empresa en este proceso, la importancia de la veracidad y precisión que deben tener los instrumentos, y como se trabaja la metrología en la empresa; valorando la constancia de comprobación de los medios de medición además identificando las clases de métodos de medición utilizadas.
- Se realizara un inventario de los equipos de medición que utiliza e implementa CONFIPETROL S.A. para mejorar y facilitar la calibración de estos, a través de la observación e investigación del seguimiento llevado por la empresa en su uso. A través de la consulta de los archivos, información y documentos que posea la empresa sobre estos equipos.
- Crear un archivo para una fácil interpretación de cómo, cuándo y porque se debe calibrar los equipos de medición. Investigando el funcionamiento y la importancia que tienen los instrumentos de calibración y monitoreo, en todo el proceso, actividades y proyectos que realiza la empresa.
- Participar en algunos proyectos a realizar por la empresa, formulando informes que busquen mejoras en la realización de estos. Acompañando al personal, observando cómo realizan sus tareas asignadas, analizando, retomando y acopiando toda la información posible para la adquisición de esta, que sirvan de experiencia para la destreza como ingeniero electrónico, además se estará informando cada vez que se participe en estas actividades mediante reportes, los cuales contendrán en forma escrita detallada lo que se realizó y visualizado mediante fotografías.
- Revisar el control y aseguramiento de calidad del servicio desde la aplicación de procedimientos, conformidad de los equipos de medición en su mantenimiento y calibración, participando en actividades de campo de la empresa.

(*)Nota: Se debe tener en cuenta que habrá más actividades a realizar, pero que no se pueden nombrar porque no se tiene el conocimiento en qué proyectos de campo se puede ser invitado a participar.

3.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES (**)

TAREA	TIEMPO EN HORAS	ACTIVIDADES	DIAS
Inicio de la práctica	18	<input type="checkbox"/> Firma de contrato <input type="checkbox"/> Inducción	2 día
Plan de trabajo	36	<input type="checkbox"/> Propuestas <input type="checkbox"/> Planeación <input type="checkbox"/> Consultoría <input type="checkbox"/> Revisión	4 días
Recolección de información	81	<input type="checkbox"/> Buscar información de equipos <input type="checkbox"/> Investigar manuales de equipos	9 días
Realización de inventario	126	<input type="checkbox"/> Leer e investigar sobre la normas ISO sobre metrología <input type="checkbox"/> Hacer el inventario de los equipos en la base de Apiay y Castilla	14 días
Crear formato	45	<input type="checkbox"/> Crear formato para hoja de vida de los equipos <input type="checkbox"/> Implementar formato para seguimiento de calibración	5 días
Verificación de fechas de calibración	81	<input type="checkbox"/> Verificar con los archivos de la empresa, y actualizar en los nuevos formatos las fechas de calibración	9 días
Participación en el campo	Indefinido	<input type="checkbox"/> Se participará en proyectos en campo que realizara la empresa <input type="checkbox"/> Se observara algunos proyectos <input type="checkbox"/> Se formularan informes sobre la participación de los proyectos <input type="checkbox"/> Experimentara el trabajo de un ingeniero en el área de campo	Indefinido
Presentar formato	45	<input type="checkbox"/> Presentar el formato para ser revisado <input type="checkbox"/> Dar a conocer el trabajo realizado	5 días
Primer Informe quincenal (09-11-10)	9	<input type="checkbox"/> Organizar datos de las actividades realizadas	1 día
Segundo Informe quincenal (23-11-10)	9	<input type="checkbox"/> Organizar datos de las actividades realizadas	1 día
Tercer Informe quincenal (07-12-10)	9	<input type="checkbox"/> Realización del informe con respecto a lo logrado	1 día
Primer Informe completo Bimensual (11-12-10)	9	<input type="checkbox"/> Evaluación por el Ingeniero a cargo <input type="checkbox"/> Recopilación de todos los datos obtenidos <input type="checkbox"/> Organizar y estructurar primer informe bimensual	1 día

		<input type="checkbox"/> Enviado de forma física y electrónica.	
Cuarto Informe quincenal (21-12-10)	9	<input type="checkbox"/> Recolectar datos y estructurar el informe	1 día
Quinto Informe quincenal (04-01-11)	9	<input type="checkbox"/> Realización del informe con respecto a lo logrado	1 día
Sexto Informe quincenal (18-01-11)	9	<input type="checkbox"/> Realización del informe con respecto a lo logrado	1 día
Séptimo Informe quincenal (01-02-11)	9	<input type="checkbox"/> Recolectar datos y estructurar el informe	1 día
Segundo Informe completo Bimensual (09-02-11)	9	<input type="checkbox"/> Evaluación por el Ingeniero a cargo <input type="checkbox"/> Recopilación de todos los datos obtenidos <input type="checkbox"/> Organizar y estructurar informe bimensual <input type="checkbox"/> Enviado de forma física y electrónica.	1 día
Octavo Informe quincenal (15-02-11)	9	<input type="checkbox"/> Realización del informe con respecto a lo logrado	1 día
Noveno Informe quincenal (01-03-11)	9	<input type="checkbox"/> Realización del informe con respecto a lo logrado	1 día
Decimo Informe quincenal (15-03-11)	9	<input type="checkbox"/> Recolectar datos y estructurar el informe	1 día
Onceavo Informe quincenal (29-04-11)	9	<input type="checkbox"/> Recolectar datos y estructurar el informe	1 día
Tercer Informe completo Bimensual (10-04-11)	9	<input type="checkbox"/> Evaluación por el Ingeniero a cargo <input type="checkbox"/> Recopilación de todos los datos obtenidos <input type="checkbox"/> Organizar y estructurar informe bimensual <input type="checkbox"/> Enviado de forma física y electrónica.	1 día
Implementar formato	72	<input type="checkbox"/> Aplicar el formato creado para los equipos de medición.	8 días
Constatar	45	<input type="checkbox"/> Comprobar y valorar la implementación del formato para los equipos.	5 días

(**)Nota: Cualquier variación en algunas de las actividades afectara el cumplimiento del programa estipulado en el cronograma, se informaran los cambios previamente.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. METROLOGÍA

La metrología es definida como la ciencia de las mediciones.

4.1.1. ¿Qué es Metrología? No existe una definición clara y completa de la Metrología, con la que al menos los Metrologos se encuentren satisfechos, fuera de la clásica que la define como “ciencia de la medición”. Sin duda ello es debido a que, estando latente en prácticamente todas las facetas de la vida diaria, casi nadie es consciente de ello. En un intento de definición lo más completa posible: La Metrología es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las propiedades medibles, las escalas de medida, los sistemas de unidades, los métodos y técnicas de medición, así como la evolución de lo anterior, la valoración de la calidad de las mediciones y su mejora constante, facilitando el progreso científico, el desarrollo tecnológico, el bienestar social y la calidad de vida.

La Metrología comprende todos los aspectos, tanto teóricos como prácticos, que se refieren a las mediciones, cualesquiera que sean sus incertidumbres, y en cualesquiera de los campos de la ciencia y de la tecnología en que tengan lugar. Cubre tres actividades principales:

- La definición de las unidades de medida internacionalmente aceptadas.
- La realización de las unidades de medida por métodos científicos.
- El establecimiento de las cadenas de trazabilidad, determinando y documentando el valor y exactitud de una medición y diseminando dicho conocimiento.

4.1.2. División de la metrología La metrología según su campo de aplicación se divide en: metrología científica, metrología industrial y metrología legal. Cada una de estas ramas tiene una función especial de apoyo a los diferentes sectores de la sociedad.

<http://es.scribd.com/doc/54328807/DIVISION-DE-LA-METROLOGIA>).

La metrología científica define, mantiene y crea unidades de medida.

La metrología industrial es aquella que se relaciona con la industria y el comercio. Esta persigue promover la competitividad a través de la permanente mejora de las mediciones que inciden en la calidad del producto.

La metrología legal, es la que realiza el Estado para verificar que lo indicado por el fabricante o el comerciante cumple con los requerimientos técnicos y jurídicos que han sido reglamentados y que garantizan la exactitud al consumidor final de los bienes ofertados.

4.1.3. Beneficios de la Metrología Tanto los consumidores como los empresarios necesitan tener certeza del contenido exacto del producto adquirido como del comercializado. La globalización de los mercados, hace necesario que las unidades de medida sean uniformes en todos los países, para que exista un solo lenguaje en lo que a mediciones se refiere, por ejemplo si se adquiere un litro de cualquier producto, este debe contener la misma cantidad de producto en Guatemala, Alemania, Japón o en cualquier otro país.

4.1.4. ¿Qué importancia tiene la Metrología para la sociedad? Las mediciones juegan un importante papel en la vida diaria de las personas. Se encuentran en cualquiera de las actividades, desde la estimación a simple vista de una distancia, hasta un proceso de control o la investigación básica.

La Metrología es probablemente la ciencia más antigua del mundo y el conocimiento sobre su aplicación es una necesidad fundamental en la práctica de todas las profesiones con sustrato científico ya que la medición permite conocer de forma cuantitativa, las propiedades físicas y químicas de los objetos. El progreso en la ciencia siempre ha estado íntimamente ligado a los avances en la capacidad de medición. Las mediciones son un medio para describir los fenómenos naturales en forma cuantitativa. Como se explica a continuación “la Ciencia comienza donde empieza la medición, no siendo posible la ciencia exacta en ausencia de mediciones”.

Las mediciones suponen un costo equivalente a más del 1% del PIB combinado, con un retorno económico equivalente de entre el 2% y el 7% del PIB. Ya sea café, petróleo y sus derivados., electricidad o calor, todo se compra y se vende tras efectuar procesos de medición y ello afecta a nuestras economías privadas. Los radares (cinemómetros) de las fuerzas de seguridad, con sus consecuencias económicas y penales, también son objeto de medición. Horas de sol, tallas de ropa, porcentaje de alcohol, peso de las cartas, temperatura de locales, presión de neumáticos, etc. Es prácticamente imposible describir cualquier cosa sin referirse a la metrología. El comercio, el mercado y las leyes que los regulan dependen de la metrología y del empleo de unidades comunes.

4.1.5. Importancia estratégica de la metrología

Globalización del comercio:

Inversión y manufactura

- Desarrollo de normas internacionales de bienes y servicios.
- Conocimiento de alta tecnología en cada sector.
- Aumento de la demanda de la metrología en la actividad industrial.

- Presión por una mayor cooperación internacional.

4.1.6. Sistema Metrológico Internacional El Sistema Metrológico Internacional está compuesto primordialmente por la Convención del Metro (Convention du Mètre), el Comité Internacional de Pesos y Medidas (Comité International des Poids et Mesures, CIPM), la Oficina Internacional de Pesos y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) y el conjunto de Institutos Nacionales de Metrología (National Metrology Institutes, NMI) del mundo, que se agrupan en Organizaciones Regionales de Metrología.

Los NMIs de América se organizan bajo el Sistema Interamericano de Metrología (SIM), compuesto por las Sub-regiones: NORAMET, CARIMET, CAMET, ANDIMET y SURAMET.

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.

4.1.6.1. 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.

4.1.6.2. 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.

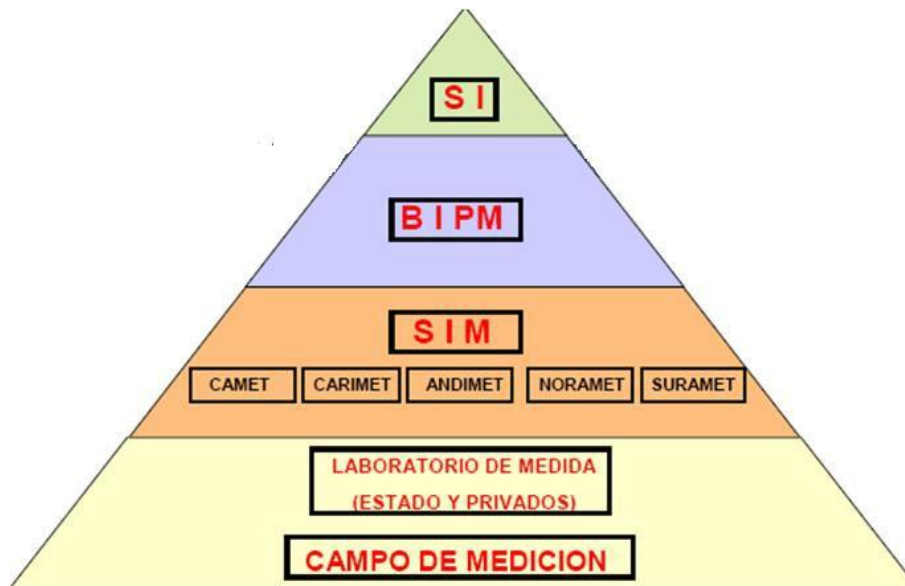
4.1.6.3. Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM) La Oficina Internacional de Pesos y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) fue establecida por la Convención del Metro y se ubica cerca a París, Francia. Es financiada por los miembros de la Convención del Metro y bajo exclusiva 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 NMIs miembros de la Convención del Metro.

4.1.6.4. Sistema Interamericano de Metrología (SIM) El Sistema interamericano de Metrología es el resultado de los acuerdos logrados por 34 países miembros de la Organización de Estados Americanos (OAS) en cuanto a Metrología. Creada para promover internacionalmente, particularmente a nivel interamericano y regional, la cooperación en temas Metroológicos.

4.1.6.5. SURAMET Es una de las Sub-regiones de Coordinación del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y lo componen los países de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

Figura 1. Organización de sistemas de metrología



Capacitación de Metrología Básica, RMS

4.1.6.6. Autoridades nacionales de metrología

Figura 2. Organizaciones Nacionales



Elaborada por Autor del texto

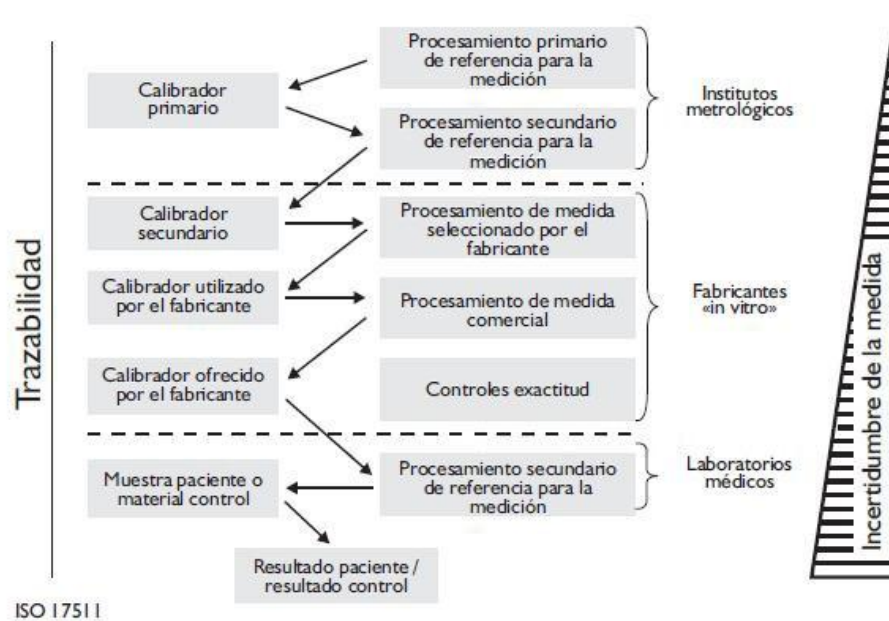
4.2. TRAZABILIDAD

Es un proceso donde la indicación de un equipo de medición (o el valor de una medida materializada) puede ser comparada, en una o más etapas, con un patrón nacional para el mensurado en cuestión.

La trazabilidad de los resultados de las mediciones a las unidades de medida del Sistema Internacional de Unidades (SI) es un aspecto vital importancia que puede lograrse a través de la aplicación de políticas y procedimientos adecuados a las necesidades de medición de la organización.

4.2.1. ¿Qué es la trazabilidad metrología? De acuerdo con la definición de ISO 17511:2003: Trazabilidad es la propiedad del resultado de una medición o del valor de un calibrador, de tal manera que pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo todas las incertidumbres determinadas.

Figura 3. Diagrama de la Trazabilidad metrológica y la incertidumbre.



4.2.2. Elementos que conforman la trazabilidad

Figura 4. Elementos que conforman la trazabilidad



Trazabilidad de las mediciones, L&S Consultores C.A.

4.2.2.1. Una cadena ininterrumpida de comparaciones Se relaciona con un patrón adecuado a las mediciones que efectúa la organización, normalmente un patrón nacional o internacional.

4.2.2.2. La incertidumbre de la medición Para cada paso de la cadena de trazabilidad es transferible y debe ser calculada de acuerdo al método descrito en la GUM.

4.2.2.3. La documentación Cada paso de la cadena de la trazabilidad se realiza según procedimientos de calibración reconocidos y documentados, incluyéndose la declaración de los resultados.

4.2.2.4. La competencia técnica Los laboratorios que realizan uno o más pasos en la cadena son competentes y capaces de proporcionar evidencia de su competencia técnica. Por ejemplo demostrando que están acreditados o que operan, como mínimo, en conformidad con los requisitos técnicos establecidos en la norma ISO/IEC 17025:1999.

4.2.2.5. Las referencias a las unidades del SI La cadena de comparaciones finaliza en los patrones primarios que realizan las unidades del SI.

4.2.2.6. La frecuencia de calibración Las calibraciones son repetidas a intervalos apropiados. La medida de estos intervalos depende de varias variables como: la incertidumbre requerida, la frecuencia de uso de los equipos, la forma en que ellos se utilizan, la estabilidad de los mismos, entre otros factores. Los intervalos de para las calibraciones son establecidos por el propio usuario del equipo a no ser que existan regulaciones de carácter legal que lo impidan.

4.3. CALIBRACIÓN

Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones.

El resultado de una calibración permite atribuir a las indicaciones los valores correspondientes del mensurando o bien determinar las correcciones a aplicar a las indicaciones.

Una calibración puede también servir para determinar otras propiedades metrológicas tales como los efectos de las magnitudes de influencia.

Los resultados de una calibración pueden consignarse en un documento denominado, a veces, certificado de calibración o informe de calibración.

4.3.1. ¿Qué es calibración? Otras definiciones Es comparar “lo que indica” un instrumento y lo que "debería indicar" de acuerdo a un patrón de referencia calibrado, con valor conocido y de mayor exactitud.

Los resultados de la calibración se entregan al cliente en un documento llamado **Certificado de Calibración**, donde se muestra la diferencia del instrumento contra el PATRON.

Cuando un instrumento no ha sido calibrado, el usuario no puede estar seguro que sus indicaciones son reales.

Si se trabaja en estas condiciones, se afecta la Calidad y Confiabilidad de la labor ó producto realizado.

4.3.2. Para que calibrar un instrumento de medición

- Para obtener mediciones reales y confiables del producto ó servicio
- Incrementar la vida útil de los equipos
- Aumentar la Calidad y Confiabilidad de sus productos
- Disminuir los rechazos y pérdidas de materiales e insumos
- Optimizar los procesos productivos
- Competir con éxito nacional e internacionalmente
- Cumplir con las normas de los Sistemas de Gestión de Calidad y certificación de las empresas
- Lograr trazabilidad mundial para las mediciones realizadas

4.3.3. Importancia de la calibración Al utilizar un equipo de medida en cualquier proceso, es necesario estar seguro de que los resultados documentados son fiables, precisos y válidos. La calibración mejora la precisión de las mediciones y garantiza que su equipo cumple las especificaciones requeridas. La calibración también incrementa el rendimiento de la producción y la consistencia general de la medición.

4.3.4.Cuál es la frecuencia de calibración Para realizar procesos confiables de medición, la calibración de un instrumento debe efectuarse periódicamente a intervalos especificados por el fabricante del equipo ó definido por el cliente de acuerdo a la frecuencia y uso del equipo.

4.3.5. ¿Con qué frecuencia se debe re-calibrar patrones/instrumentos? Esta es una cuestión difícil de contestar, ya que no existe un periodo fijo establecido. El periodo de re-calibración depende de varios factores como son la frecuencia y severidad de uso, esta última dependiente tanto de las condiciones ambientales, como del cuidado puesto en la manipulación

(patrones) y manejo (instrumentos). También hay que considerar la deriva inherente a determinados instrumentos y patrones. Los patrones e instrumentos nuevos deben re-calibrarse con mayor frecuencia, con objeto de determinar su estabilidad metrológica a lo largo del tiempo. Asimismo, debe evaluarse la incertidumbre de medida. Si tras varias calibraciones se observa que la estabilidad es mejor que la incertidumbre requerida, entonces pueda ampliarse el periodo de re calibración, pudiendo alcanzar hasta un máximo de cinco años; por el contrario, si es peor, deberá acortarse el periodo de re calibración, pudiendo llegarse incluso a la calibración diaria. Por todo lo anterior, un Certificado de Calibración no incluye nunca la fecha de la próxima calibración. Es el cliente quien, en su laboratorio o empresa, debe definir el plazo de re-calibración de los distintos elementos, dentro de su Sistema de Gestión de la Calidad.

En el caso de nuestra empresa la mayoría de los equipos requieren este proceso muy frecuentemente debido a que están en constante uso, y en condiciones de ambiente muy duras; pero evitar aun más el deterioro de los equipos, se empezó a capacitar al personal en el buen uso y el cuidado de los equipos.

4.4. CERTIFICACIÓN

La certificación, es el procedimiento mediante el cual una tercera parte diferente e independiente del productor y el comprador, asegura por escrito que un producto, un proceso o un servicio, cumple los requisitos especificados, convirtiéndose en la actividad más valiosa en las transacciones comerciales nacionales e internacionales. Es un elemento insustituible, para generar confianza en las relaciones cliente-proveedor.

4.4.1. Sistema de Certificación Un sistema de certificación es aquel que tiene sus propias reglas, procedimientos y forma de administración para llevar a cabo una certificación de conformidad. Dicho sistema, debe de ser objetivo, fiable, aceptado por todas las partes interesadas, eficaz, operativo, y estar administrado de manera imparcial y honesta. Su objetivo primario y esencial, es proporcionar los criterios que aseguren al comprador que el producto que adquiere satisface los requisitos pactados.

Todo sistema de certificación debe contar con los siguientes elementos.

- Existencia de Normas y/o Reglamentos.
- Existencia de Laboratorios Acreditados.

Existencia de un Organismo de Certificación Acreditado.

Para Confipetrol es importante contar con proveedores y/o laboratorios que estén acreditados en los trabajos que estos realicen, para asegurar la calidad

de sus trabajos y el nuestro, por ello una de las tareas principales del programa de calibración de equipos, es visitar los laboratorios y verificar que estos se encuentren acreditados y ver que la trazabilidad del proceso se haga de la mejor forma; esta labor se decidió realizar regularmente de 3 a 6 meses dependiendo de la complejidad de su trabajos.

4.4.2. Beneficios de la Certificación

4.4.2.1. A nivel nacional:

- Ayuda a mejorar el sistema de calidad industrial.
- Protege y apoya el consumo de los productos nacionales.
- Prestigio internacional de los productos nacionales certificados.
- Da transparencia al mercado

4.4.2.2. A nivel internacional:

- Ayuda los intercambios comerciales, por la confianza y la simplificación.
- Protege las exportaciones contra las barreras técnicas.
- Protege la calidad del consumo.

4.4.2.3. Para los gobiernos:

- La certificación, asegura que los bienes o servicios cumplen requisitos obligatorios relacionados con la salud, la seguridad, el medio ambiente etc.
- Sirve como medio de control en importaciones y exportaciones.
- Es una herramienta importante en la evaluación de proveedores, en procesos contractuales y para verificar que el bien adjudicado en un proceso contractual, sea entregado cumpliendo con los requisitos establecidos en los pliegos de condiciones.

4.4.2.4. Para la industria.

- La certificación le permite demostrar el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en los acuerdos contractuales o que forman parte de las obligaciones legales.

4.4.2.5. Para el consumidor.

- La certificación lo protege en la adquisición de productos o servicios de mala calidad.
- El consumidor puede acceder a medios donde puede presentar sus reclamos o sugerencias frente a los productos certificados.

Cada vez son más las empresas que exigen la certificación como factor fundamental en sus relaciones de negocios; como Confipetrol es una empresa que quiere crecer cada vez más a nivel nacional y próximamente internacionalmente quiere cumplir y mostrar que es una empresa que cumple con los más altos estándares de calidad en la realización de sus trabajos, ser reconocida como un empresa de confianza y de calidad.

4.4.3. La certificación fortalece la credibilidad del producto Al proporcionar a los consumidores garantías respecto del origen, método de procesamiento, identificación, rastreabilidad y credibilidad mediante controles por tercera parte, los productos certificados se encuentran en armonía perfecta con las aspiraciones más actuales de los consumidores.

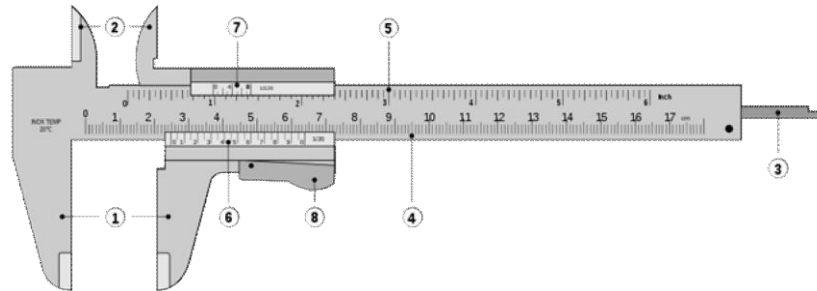
Los productos certificados permiten una segmentación de mercado favorable a una mejora de la calidad y de la diversidad de los productos. Los productos certificados presentan en promedio un aumento de precio del 10 al 30% en relación a los productos estándar. La competitividad por vía de la calidad, debe permitir el desarrollo de una actividad económicamente viable, asegurando una distribución equilibrada del valor agregado.

Y en el caso de CONFIPETROL S.A. con la certificación de los equipos garantiza y da confianza en la realización de su trabajo, y demuestra que es una empresa con un alto nivel de calidad.

4.5. HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS ESTUDIADOS Y UTILIZADOS DURANTE LA PRACTICA

4.5.1. Calibrador Pie de Rey El calibre, también denominado calibrador, cartabón de corredera, pie de rey, pie de metro, pie a coliza, forcípula (para medir árboles) o Vernier, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (1/10 de milímetro, 1/20 de milímetro, 1/50 de milímetro). En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a 1/16 de pulgada, y, en su nonio, de 1/128 de pulgada.

Figura 5. Pie de Rey



[http://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_(instrumento))

4.5.2. Micrómetro El micrómetro (del griego *micros*, pequeño, y *metron*, medición), también llamado Tornillo de Palmer, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001 mm) (micra).

Para ello cuenta con dos puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala puede incluir un nonio. La máxima longitud de medida del micrómetro de exteriores normalmente es de 25 mm aunque existen también los de 0 a 30, por lo que es necesario disponer de un micrómetro para cada campo de medidas que se quieran tomar (0-25 mm), (25-50 mm), (50-75 mm), etc.

Figura 6. Micrómetro



Curso SENA: Metrología dimensional: Utilización y aplicabilidad de los instrumentos de medición – 228333

4.5.3. Comparador de Caratula Instrumento de medición en el cual un pequeño movimiento del husillo se amplifica mediante un tren de engranes que

mueven en forma angular una aguja indicadora sobre la carátula del dispositivo. La aguja indicadora puede dar tantas vueltas como lo permita el mecanismo de medición del aparato. El comparador no es un instrumento independiente, para hacer mediciones se requiere de un plano de referencia y de un aditamento sujetador del comparador.

Figura 7. Comparador de caratula



Curso SENA: Metrología dimensional: Utilización y aplicabilidad de los instrumentos de medición – 228333

4.5.4. Torque o llave dinamométrica La llave dinamométrica o llave de torsión o torquímetro es una herramienta manual que se utiliza para ajustar el par de apriete de elementos roscados.

Una llave dinamométrica consisten en una llave fija de vaso que puede ser intercambiable con otras llaves de vaso de otras dimensiones, a la que se acopla un brazo que incorpora un mecanismo en el que se regula el par de apriete, de forma que si se intenta apretar más, salta el mecanismo que lo impide. Nunca se debe reapretar a mano un tornillo que antes haya sido apretado al par adecuado ni utilizar una llave dinamométrica para aflojar tornillos.

Figura 8. Torquímetro



http://www.sumincol.net/home/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=9

4.5.5. Multímetro Es un instrumento de medición que funciona de acuerdo a la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina de alambre que conduce una corriente eléctrica, este dispositivo se llama galvanómetro, este dispositivo tiene un interruptor de función que selecciona el circuito adecuado para la medición a realizar.

4.5.6. Pinza Amperimétrica Es un tipo especial de amperímetro que permite obviar el inconveniente de tener que abrir el circuito en el que se quiere medir la corriente para colocar un amperímetro clásico.

El funcionamiento de la pinza se basa en la medida indirecta de la corriente circulante por un conductor a partir del campo magnético o de los campos que dicha circulación de corriente que genera. Recibe el nombre de pinza porque consta de un sensor, en forma de pinza, que se abre y abraza el cable cuya corriente queremos medir.

Este método evita abrir el circuito para efectuar la medida, así como las caídas de tensión que podría producir un instrumento clásico. Por otra parte, es sumamente seguro para el operario que realiza la medición, por cuanto no es necesario un contacto eléctrico con el circuito bajo medida ya que, en el caso de cables aislados, ni siquiera es necesario levantar el aislante.

4.5.7. Termómetros por infrarrojos portátiles Estos instrumentos portátiles permiten a los profesionales supervisar el estado de motores y cuadros eléctricos, investigar problemas en sistemas de calefacción o ventilación y diagnosticar fallos en el funcionamiento de automóviles con facilidad.

Figura 9. Pistola de temperatura



http://albumjetografico.blogspot.com/2010_07_01_archive.html

4.5.8. Sensor Pick-up Entre los sensores de proximidad industriales de uso frecuente se encuentran los sensores basados en un cambio de inductancia debido a la cercanía de un objeto metálico, que consiste en una bobina

devanada sobre un imán permanente, ambos insertos en un receptáculo o cápsula de soporte.

Figura 10. Sensor Pickup



http://www.tradekorea.com/product-detail/P00145495/PICK_UP_SENSOR.html

4.5.9. Válvula Solenoide Las válvulas de solenoide permiten un control on-off mediante variaciones de corriente eléctrica en su bobina. Son utilizadas ampliamente en control de flujo en sistemas neumáticos.

Figura 11. Válvula solenoide



<http://www.boletinindustrial.com/producto.aspx?pid=253>

4.5.10. Placa de orificio La placa de orificio consiste en una placa perforada que se instala en la tubería, el orificio que posee es una abertura cilíndrica o prismática a través de la cual fluye el fluido. El orificio es normalizado, la característica de este borde es que el chorro que éste genera no toca en su salida de nuevo la pared del orificio. El caudal se puede determinar por medio de las lecturas de presión diferenciales. Dos tomas conectadas en la parte anterior y posterior de la placa captan esta presión diferencial.

Figura 12. Placa de orificio



<http://www.directindustry.es/prod/abb-instrumentation-analysis/caudalimetros-de-presion-diferencial-de-diafragma-56271-433356.html>

4.5.11. Detector de tensión Es muy fácil de usar: sólo hay que acercar la punta a un terminal, toma o cable. Si la punta cambia a color rojo y la unidad emite un sonido, indica que existe tensión. Electricistas, técnicos de mantenimiento, servicio o seguridad, así como propietarios de viviendas particulares, pueden comprobar fácilmente la existencia de tensión en los circuitos tanto en el lugar de trabajo como en sus propias casas.

Figura 13. Detector de tensión



<http://www.smedicion.com/ver.php?modelo=102>

4.5.12. Calibrador de procesos Son instrumentos de mano alimentados por batería que miden y determinan valores de parámetros físicos y eléctricos. El calibrador le permite diagnosticar, calibrar, verificar y documentar su trabajo de instrumentos de proceso.

Los equipos para calibración de procesos incluyen una extensa gama de calibradores e instrumentos de solución de problemas para técnicos que

trabajen en la industria de procesos. La gama de calibradores de procesos incluye: calibradores de procesos documentadores, calibradores de procesos multifunción, calibradores de temperatura multifunción y de función única, y una variedad de calibradores de lazo.

Figura 14. Calibrador de procesos

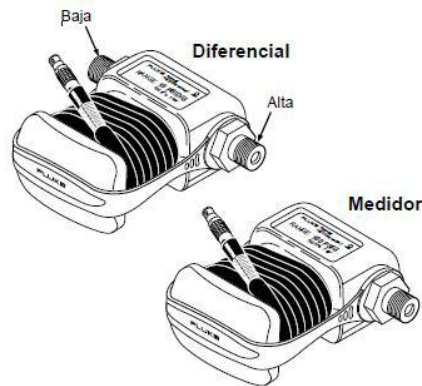


http://www.36x.net/product_list.php?category=16&page=64

4.5.13. Módulos de presión El módulo de presión mide presión o vacío utilizando un microprocesador interno. Recibe la potencia operativa del calibrador, enviándole al mismo la información digital.

Los módulos de presión tipo medidor tienen un solo conector y proporcionan una medida de la presión respecto a la presión atmosférica. Los módulos tipo diferencial cuentan con dos conectores y miden la diferencia entre la presión aplicada en el conector de presión alta respecto a la del conector de presión baja. Un módulo de presión tipo diferencial funciona como uno tipo medidor cuando el conector inferior está abierto.

Figura 15. Modulo de presión



Datasheet del equipo

4.5.14. Megóhmetro o Megger El Megóhmetro o *Megger* es un aparato que permite establecer la resistencia de aislamiento existente en un conductor o sistema de tierras. Funciona en base a la generación temporal de una sobrecorriente eléctrica la cual se aplica al sistema hasta que se rompe su aislamiento, al establecerse un arco eléctrico.

Figura 16. Megger



<http://planteros.blogspot.com/2010/12/venta-megger-usado-para-diagnostico-y.html>

4.5.15. Commtest El uso de este instrumento de profesionales de mantenimiento son capaces de tomar fácilmente las grabaciones con hasta 6400 líneas de resolución y mayor que 95 dB de rango dinámico, y todo ello a un precio bajo que representa un valor excepcional para el dinero. El instrumento VB5 incluye el potente software de ascenso en el precio de compra.

Figura 17. Commtest



<http://www.vib-tech.com/>

Basado en el confiable historial de los analizadores y balanceadores portátiles clásicos vbSeriesR, los completamente nuevos colectores de datos, analizadores y balanceadores vbSeries ha sido rediseñados desde cero para

ofrecer tecnología de punta en relación a la confiabilidad, precisión y fácil manejo.

- Ergonomía mejorada del equipo para la recolección de datos
- Pantalla LCD de alta resolución (HVGA) con luz posterior
- Operación con ambas manos. (izquierda y derecha)
- Multi-Canal para captura en ruta (colectores y analizadores solamente)
- 1 GB de Memoria - Almacenamiento de formas de onda y espectros virtualmente ilimitado.
- 10 horas de vida de la batería
- Ligero, carcasa robusta con aislamiento IP65
- Soporta sensor acoplado en CD
- 12,800 líneas de resolución (max)
- 40 kHz Fmax
- 1, 2 ó 4 canales dependiendo del modelo.
- Compatibilidad con Triaxiales (vb6™ y vb8™ solamente)
- CSA Clase I, División 2 Ambientes Peligrosos
- Puerto USB integrado para transferencia de datos a memoria USB externa

4.5.16. MCEMax El MCEMax es un probador integral que supervisa todas las zonas de falla potencial y permite la notificación inmediata de las condiciones alarmantes. La operación estática y dinámica permite al MCEMAX™ ser utilizado en todas las aplicaciones y los motores sin importar el tamaño, tipo o condición. Este probador combina la exactitud del análisis del circuito del motor con la conveniencia del análisis de la potencia del motor. El MCEMAX™ es un motor completo / herramienta de gestión de activos para las necesidades actuales de gestión de motores.

Figura 18. MCEmax



<http://www.soimsa.com/productos/diagnostico-motores-generadores-elec>

4.5.17. Cámara Termográfica Es un sistema ligero y compacto que ofrece un amplio módulo de visualización, cuya posición se puede modificar para lograr una visualización óptima. También es posible girar el módulo de la lente para capturar fácilmente imágenes deseadas en techos, ocultas bajo objetos altos, debajo de obstáculos bajos o en otros lugares de difícil acceso. Además, puede modificar la posición de la cámara para realizar un análisis de la imagen en el escritorio de manera cómoda, y puede montar el sistema en un trípode estándar para supervisar continuamente un único lugar. Si bien la cámara es un sofisticado sistema de formación de imágenes con muchas funciones avanzadas, es fácil de operar mediante botones, opciones de menú controladas con el ratón o una combinación de ambas.

Figura 19. Cámara Termográfica



<http://www.fluke.com/fluke/eses/C%C3%A1maras-Termogr%C3%A1ficas/Fluke-Ti40-Series.htm?PID=56187>

4.5.18. Hart 475 El comunicador de campo 475 soporta bus de campo HART y dispositivos FOUNDATION, lo que le permite configurar, mantener, o solucionar problemas de dispositivos. Cuando se usa el comunicador de campo 475 para comunicarse con los dispositivos, siga todas las normas y procedimientos aplicables a la ubicación. El incumplimiento puede resultar en daños al equipo y / o lesiones personales. Asegúrese de entender y cumplir con las secciones en este manual.

El comunicador de campo 475 incluye una pantalla LCD en color táctil, una batería de Li-Ion (Power Module), un procesador SH3, los componentes de memoria, tarjeta del sistema, y la comunicación integral y el trazado de circuito de medición.

El comunicador de campo también soporta múltiples idiomas.

El comunicador de campo 475 está diseñado para funcionar con una amplia gama de dispositivos HART y Foundation Fieldbus independiente del fabricante del dispositivo. La interoperabilidad de dispositivos se logra a través de la descripción de dispositivos electrónicos Idioma (EDDL) la tecnología con el apoyo de la HART Communication Foundation y Foundation Fieldbus.

Figura 20. Hart



<http://www.atecorp.com/equipment/Rosemount/475.asp>

5. DESARROLLO DE PLAN DE TRABAJO

5.1. PLANEACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO.

Se elaboro el plan de trabajo, organizado según las especificaciones requeridas para la elaboración de este, con la ayuda del Ing. Carlos Trujillo; se miro que tareas podía realizar dentro de la empresa como practicante de Ing. Electrónica, y se llego a un acuerdo de estas; la principal y más influyente es la elaboración de un programa de estudio, seguimiento, control, cronograma de recibo y envío de equipos de medición a calibración con los que cuenta CONFIPETROL S.A. para asegurar la calidad en los trabajos.

También la participación en actividades en el área de campo; estas labores se realizaran dentro de los Campos de Apiay y Castilla, y en estos se dará el manejo de los equipos de medición.

Terminado el plan de trabajo se presento al coordinador el Ing. Mario Jaimes para ser aprobado; luego de ser autorizado fue enviado a la universidad donde también debió ser evaluado y aprobado.

5.2. PRESENTACIÓN DE RESPONSABILIDADES Y ROLES.

Se empieza la presentación como practicante frente al personal de Confipetrol, tanto administrativo como de operación y mantenimiento. Se familiariza en el puesto de trabajo, se conoce el área de trabajo y el jefe inmediato.

Se comenzó con una pequeña introducción de las actividades y las responsabilidades de un Ing. Q.A.Q.C. (Quality Assurance/Quality Control) presentada por el Ing. Carlos Trujillo Jefe inmediato; en las cuales se encuentra asegurar que los trabajos ejecutados en los equipos y/o componentes del cliente se realicen dentro de las especificaciones técnicas requeridos, asegurar la información técnica, verificar el vencimiento de las calibraciones y enviar Solicitudes de Requisición anticipadamente al líder de compras para realizar la orden del servicio respectivo.

Establecer y ser responsable de mantener controladas las hojas de vida de cada equipo o instrumento, los registros de calibración, reporte de falla y responder por el envío de los equipos a patronar de acuerdo al programa establecido; como este último no estaba establecido y es muy importante para asegurar la calidad del trabajo, se inicia este proceso.

Se recibe el cargo como Auxiliar QA/QC, con todas sus responsabilidades, con sus roles y todos los formatos que se necesitan para llevar a cargo todas sus tareas, a través del Ing. Carlos Trujillo.

5.3. ORIENTACIÓN SOBRE EL TRABAJO A REALIZAR

Se participo en una reunión el 11 de noviembre de 2010 en la ciudad de Bogotá, donde se presentaron ideas sobre cómo se podría crear y/o ejecutar el

programa para los equipos de medición y su calibración. En esta reunión también se recibió una pequeña introducción a la metrología usada por CONFIPETROL S.A., en ella se familiarizo sobre términos, vocabulario usado en esta área.

Se comprendió que la labor de un Ingeniero Electrónico no es solo parte práctica, sino que influye y abarca mucho administrativamente, debido a que planea, solicita, recibe, analiza, cotiza, formula, se adapta y da soluciones, todo esto en tablas, graficas e informes.

5.4. AFIANZAMIENTO EN: METROLOGÍA BÁSICA, CONCEPTOS Y TÉRMINOS

Se dispuso a investigar, profundizar y comprender normas referentes a la metrología con el fin de ampliar el conocimiento en esta área y facilitar el trabajo a realizar con el programa para los equipos de medición. Dentro de estas normas están la NTC2194, 3529-2, 4054, las cuales dan una buena base en cuestión de términos, vocabulario y todo lo que se debe tener cuenta en la metrología.

Se recibió una pequeña capacitación personalizada por parte del Ing. Marlon Correa QA/QC en la estación Cicuco (Bolívar), compañero de trabajo de Confipetrol S.A., el cual tiene un gran conocimiento en el Área de Metrología; esta capacitación se dio en la ciudad de Bogotá sobre metrología básica.

Todo este conocimiento adquirido se ve reflejado en el marco teórico, glosario y anexos.

5.5. INICIO DE INVENTARIO DE EQUIPOS

Se toma la iniciativa de hacer un inventario para saber el tipo, la clase y cuántos son los equipos de medición con los que cuenta CONFIPETROL S.A., esta se llevo a cabo con la ayuda de 3 técnicos expertos en esta área: Julián Sierra, Rodrigo Vargas y Lennyn Brandt.

Luego se empezó la recolección de certificados de calibración existentes de estos equipos. Se noto que había muchos equipos sin certificados; y certificados de equipos inexistentes. Todo lo recopilado se presento llegando al acuerdo de empezar a construir el programa con los equipos inventariados.

La realización del inventario fue una tarea tediosa debido a que los campos de Apiay y de Castillas son extensos, y por ende es difícil saber el lugar preciso donde se van a encontrar los equipos ya que estos son trasladados por los ingenieros y técnicos.

Figura 21. Estación Castilla 1



Elespectador.com

Figura 22. Estación Castilla 2



<http://abc-economia.com/2011/05/11/se-registra-record-de-produccion-en-los-campos-castilla-chichimene-operados-por-ecopetrol/>

Se estudia el manual de alguno de los equipos con los que se cuenta y se buscan e investiga sobre el buen uso de los equipos; con el fin de enseñar esta buena costumbre debido a que si se dan, los equipos alargan su vida útil y tendrían que enviarse menos a reparación y/o calibración.

El planteamiento de las características más relevantes de los equipos encontradas, se detallan a continuación, con la finalidad de permitir el reconocimiento de las partes que componen el equipo. Ventajas y desventajas son propuestas en el trabajo, garantizando un excelente funcionamiento, manejo y mantenimiento de estos.

Los equipos son:

◆ Pie de rey

Es un instrumento sumamente delicado y debe manipularse con habilidad, cuidado y delicadeza, con precaución de no rayarlo ni doblarlo (en especial, la coliza de profundidad). Deben evitarse especialmente las limaduras, que pueden alojarse entre sus piezas y provocar daños.

Componentes (ver figura 5.).

Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de $1/10$, $1/20$ y $1/50$ de milímetro utilizando el nonio. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades. Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.

Otros tipos

- Cuando se trata de medir diámetros de agujeros grandes que no alcanza la capacidad del pie de rey normal, se utiliza un pie de rey diferente llamado de tornero, que solo tiene las mordazas de exteriores con un mecanizado especial que permite medir también los agujeros.
- Cuando se trata de medir profundidades superiores a la capacidad del pie de rey existen unas varillas graduadas de diferente longitud que permiten medir mayor profundidad.

- Existen modernos calibres con lectura directa digital.

Ventajas:

- De uso fácil y rápido
- De diversas formas y tamaños para cualquier necesidad
- Fácil de trasladar
- Los calibres mecánicos presentan buena durabilidad (resistentes frente a golpes y desgaste)
- Muy recomendable en relación precio-calidad

Desventajas:

- Inferior en rendimiento frente a un micrómetro. Esto se debe a *“La máxima exactitud puede obtenerse únicamente cuando el eje del instrumento está alineado con el eje de la pieza que está siendo medida”* Ernst Abbe (1890).
- Requiere de elementos costosos para su calibración.
- Los calibres digitales tienen menor durabilidad (por golpes o por ser mojados con alguna sustancia).

❖ Micrómetro

Frecuentemente el micrómetro también incluye una manera de limitar la torsión máxima del tornillo, dado que la rosca muy fina hace difícil notar fuerzas capaces de causar deterioro de la precisión del instrumento.

Componentes (ver figura 6.)

- **Tope fijo:** de material duro resistente al desgaste
- **Husillo:** contiene el tope móvil
- **Seguro:** anillo que bloquea el movimiento del husillo
- **Regla cilíndrica graduada:** contiene la escala fija
- **Tambor graduado:** contiene la escala móvil
- **Tambor de mando:** con mecanismo limitador de presión. Con el se debe realizar el ajuste a la pieza.
- **Cuerpo:** con forma de U o herradura y sobre el cual se graba normalmente el rango.

Tipos de micrómetros

El micrómetro es un dispositivo ampliamente usado en ingeniería mecánica, para medir con precisión grosor de bloques medidas internas y externas de ejes y profundidades de ranuras. Los micrómetros tienen como principal característica la precisión en la medida, entre los instrumentos de medida de longitudes: regla graduada, cinta métrica, calibre y reloj comparador.

En los procesos de fabricación mecánica de precisión, especialmente en el campo de rectificadas se utilizan varios tipos de micrómetros de acuerdo a las características que tenga la pieza que se está mecanizando.

Podemos diferenciar varios tipos de micrómetro, clasificándolos según distintos, así podemos distinguir:

Según la tecnología de fabricación:

- **Mecánicos:** los más clásicos, basados en elementos exclusivamente mecánicos.
- **Electrónicos:** Fabricados con elementos electrónicos, empleando normalmente tecnología digital.

Por la unidad de medida:

- **Sistema decimal:** según el Sistema métrico decimal, empleando el Milímetro como unidad de longitud.
- **Sistema Ingles:** según el Sistema anglosajón de unidades, utilizando un divisor de la Pulgada como unidad de medida.

Por la normalización:

- **Estándar:** Para un uso general, en cuanto a la apreciación y amplitud de medidas.
- **Especiales:** de amplitud de medida o apreciación especiales, destinadas a mediciones específicas, en procesos de fabricación o verificación concretos.

Por la horquilla de medición:

- En los micrómetros estándar métricos todos los tornillos micrométricos miden 25mm, pudiendo presentarse horquillas de medida de 0 a 25mm, 25 a 50mm, de 50 a 75 etc, hasta medidas que superan el metro.
- En el sistema ingles de unidades la longitud del tornillo suele ser de una pulgada, y las distintas horquillas de medición suelen ir de una en una pulgada.

Por las medidas a realizar:

- **De exteriores:** si se mide las cuotas exteriores de la pieza.

- **De interiores:** si se mide cuotas interiores de la pieza.
- **De profundidad:** si se mide la diferencia de cuota entre dos superficies paralelas.

Por la forma de los palpadores:

- **Paralelos planos:** los más normales para medir entre superficies planas paralelas.
- **De puntas cónicas para roscas:** para medir entre los filetes de una superficie roscada.
- **De platillos para engranajes:** con platillos para medir entre dientes de engranajes.
- **De palpadores radiales:** para medir diámetros de agujeros pequeños.

La versatilidad de este instrumento de medida da lugar a una gran amplitud de diseños, según las características ya vistas, o por otras que puedan plantearse, pero en todos los casos es fácil diferenciar las características comunes del tornillo micrométrico en todas ellas, en la forma de medición, horquilla de valores de medida y presentación de la medida.

❖ Comparador de caratula

Componentes (ver figura 7.):

- **Tornillo de fijación:** asegura la escala principal (que es móvil) al cuerpo.
- **Índice:** Aguja indicadora de la escala principal
- **Índice de tolerancia:** es móvil y sirve para establecer el intervalo de tolerancia
- **Escala principal:** escala de precisión.
- **Escala auxiliar:** Indica el número de vueltas del índice principal, dependiendo de las unidades.
- **Cañón:** sirve como guía del vástago y en algunos casos como eje de sujeción al soporte.
- **Vástago:** eje de movimiento axial (arriba y abajo en este caso)
- **Palpador intercambiable:** entra en contacto con la superficie a medir
- **Oreja de sujeción:** está en la parte posterior y es utilizada para ser sujeta por el soporte.

❖ Torque (ver figura 8.)

Tipos:

- **Llave dinamométrica digital** Contiene en su interior un circuito electrónico y una pantalla en la que se muestran los valores medidos,

entre otras funciones, avisa mediante un sonido y por vibración, cuando se alcanza el par de apriete ajustado previamente. Puede medir en varias unidades diferentes, sistema anglosajón, o SI.

- **Llave dinamométrica de reloj** Consta de una esfera de reloj en la que se muestra mediante una aguja móvil el valor del par de apriete medido.
- **Llave dinamométrica de salto** Contiene un sistema mecánico regulable a través de un nonio, que libera la tensión de la llave cuando se alcanza el par de apriete pre ajustado. Se usa para aplicar un par de apriete determinado de forma repetitiva. Por ejemplo: en las cadenas de montaje, o en piezas unidas con muchos tornillos iguales.

Notas generales sobre torques.

- No utilice la llave dinamométrica para aflojar tornillos, tuercas ó pernos.
- Pida al fabricante del equipo los valores del par de torsión a aplicar.
- Las superficies roscadas de tuercas, tornillos, componentes de ensamble, y arandelas deben estar limpias y lubricadas. A menos que se especifique de otro modo.
- El sobre-torque puede causar rupturas ó el desensamble de los componentes torqueados.
- Guarde la llave dinamométrica en el estuche protector con su configuración en la escala inferior. No fuerce el mango del Torcómetro, para que vaya más allá de la configuración inferior.
- El mecanismo del par de torsión interno de la llave dinamométrica se lubrica durante el ensamble. No intente lubricar el mecanismo del par de torsión interno.
- Limpie la llave dinamométrica con producto textil de limpieza. No la sumerja en líquidos.
- Las revisiones, reparación, calibración y ajustes de la llave dinamométrica, debe realizarlas únicamente un Servicio Técnico calificado y competente.

◆ Multímetro

Partes del Multímetro (ver figura 25.):

Pantalla de lectura: Aquí se leen las medidas.

- Se compone de un diodo de emisión de luz (LED) ó Pantalla de cristal líquido (LCD), o en el caso de ser análogo de una aguja y un fondo de indicación.
- En la pantalla aparece un indicador para la escala correcta.

Llave de encendido (ON -OFF).

- Posee un circuito electrónico que es activado mediante una batería.

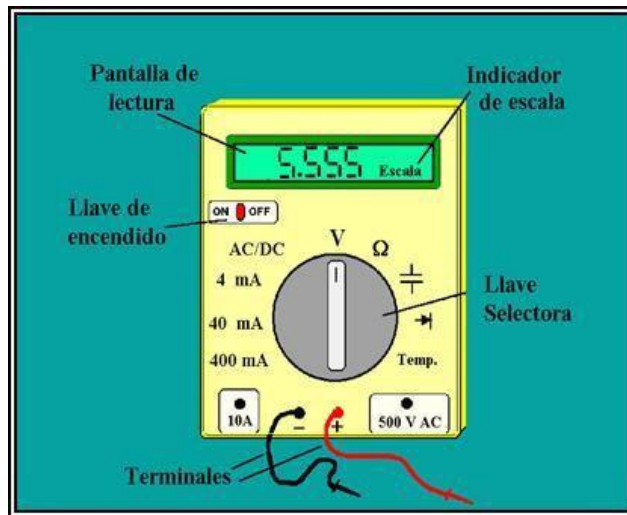
Llave selectora: Sirve para elegir del modo de medida.

- Tensión eléctrica, la unidad de medida es el Voltio (V).
- Resistencia, la unidad de medida es el Ohm (Ω).
- Corriente eléctrica, la unidad de medida es el Amperio, esta cantidad es muy grande, es por ello que siempre la escala que se utiliza esta en mili Amperios, (mA) la milésima parte de un amperio.
- Esta llave también señala cuando se mide capacitancia, resistencia de un diodo, y temperatura.

Terminales: Posee dos terminales.

- El rojo es la polaridad positiva, el negro es la negativa.
- La pantalla indica la polaridad de la medida, el signo menos (-) delante del valor medido indica que la polaridad está invertida.

Figura 25. Multímetro



<http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/multimetro.htm>

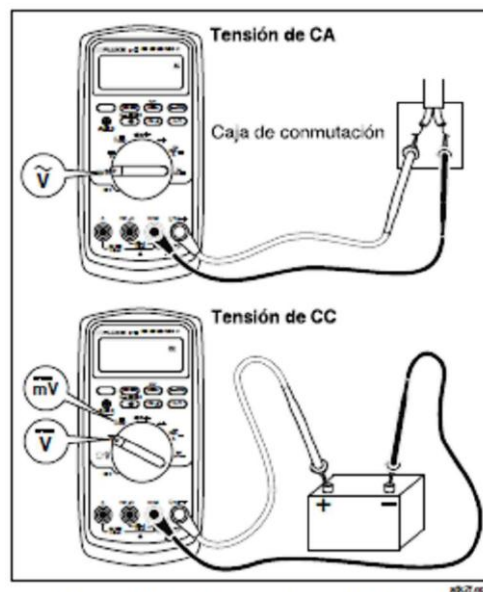
Procedimiento para mediciones

Medir voltaje en DC/AC

- Para **medir tensión / voltaje** se selecciona, en el **Multímetro** que estemos utilizando, la unidad (voltios) en DC O AC dependiendo la variable a medir.

- Se revisa que el cable rojo y el negro (común) estén conectados correctamente.
- Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala, (si no tenemos idea de que magnitud de voltaje vamos a medir, escoger la escala mas grande).
- Si no tiene selector de escala seguramente el Multímetro escoge la escala para medir automáticamente.
- Se conecta el **Multímetro** a los extremos del componente (se pone en paralelo) y se obtiene la lectura en la pantalla.
- Si la lectura es negativa significa que el voltaje en el componente medido tiene la polaridad al revés a la supuesta
- Normalmente en los **Multímetro** el cable rojo debe tener la tensión más alta que el cable negro.

Figura 26. Medición voltaje en DC/AC



Manual de Multímetro fluke 87-V

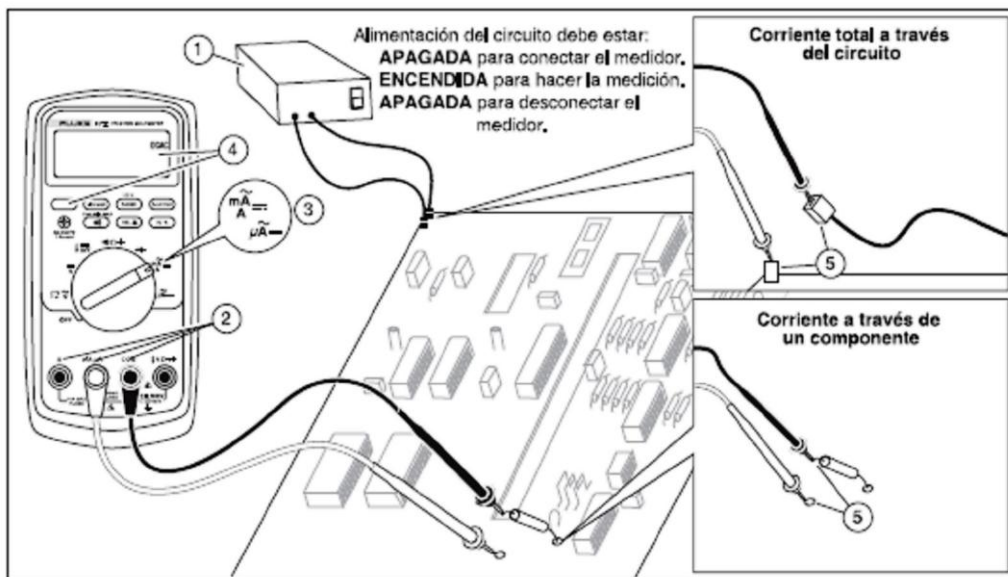
Para obtener una mejor exactitud al medir la compensación de CC de una tensión de CA, mida primero la tensión de CA. Observe el rango de tensión de CA y luego seleccione manualmente un rango de CC equivalente o superior al

rango de CA. Este procedimiento mejora la exactitud de la medición de CC, al asegurar que no se activen los circuitos de protección de la entrada.

Medir corriente

- Para **medir corriente directa** se selecciona, en el **Multímetro** que estemos utilizando, la unidad (amperios) en DC (c.d.).
- Se revisa que los cables rojo y negro estén conectados correctamente.
- Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala (si no tenemos idea de que magnitud de la corriente que vamos a medir, escoger la escala más grande).
- Si no tiene selector de escala seguramente el **Multímetro** escoge la escala automáticamente.
- Para **medir una corriente** con el **Multímetro**, éste tiene que ubicarse en el paso de la corriente que se desea medir.
- Para esto se abre el circuito en el lugar donde pasa la corriente a medir y conectamos el **Multímetro** (*lo ponemos en "serie"*).
- Si la lectura es negativa significa que la corriente en el componente, circula en sentido opuesto al que se había supuesto, (normalmente se supone que por el cable rojo entra la corriente al **Multímetro** y por el cable negro sale)
- En algunas ocasiones no es posible abrir el circuito para colocar el **amperímetro**. En estos casos, si se desea averiguar la corriente que pasa por un elemento, se utiliza la Ley de Ohm.

Figura 27. Medición de Corriente



Para medir continuidad, capacitancia, diodo y resistencia

- Se revisa que los cables rojo y negro estén conectados correctamente.
- Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala (si no tenemos idea de que magnitud de la corriente que vamos a medir, escoger la escala más grande).
- Se debe estar apagado la alimentación del circuito o los componentes para hacer la medición.
- Se conecta el **Multímetro** a los extremos del componente (se pone en paralelo) y se obtiene la lectura en la pantalla.

Figura 28. Medición continuidad, capacitancia, diodo y resistencia

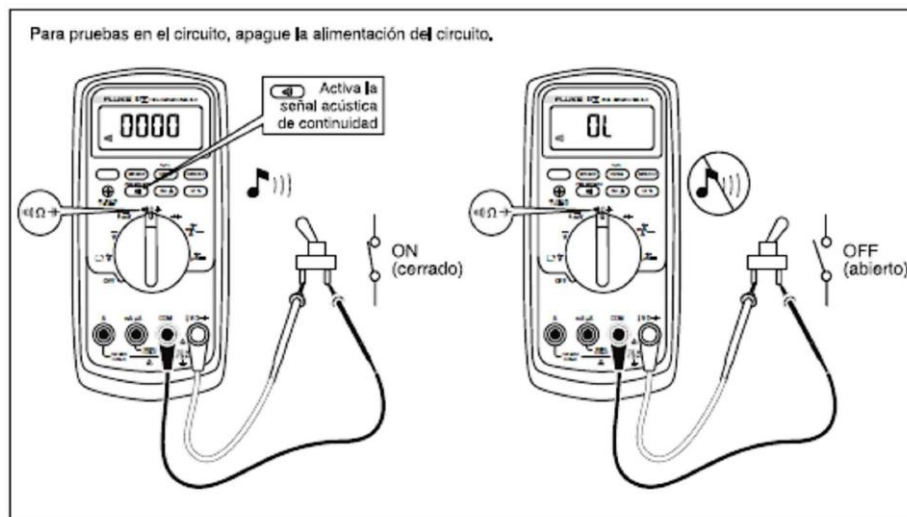
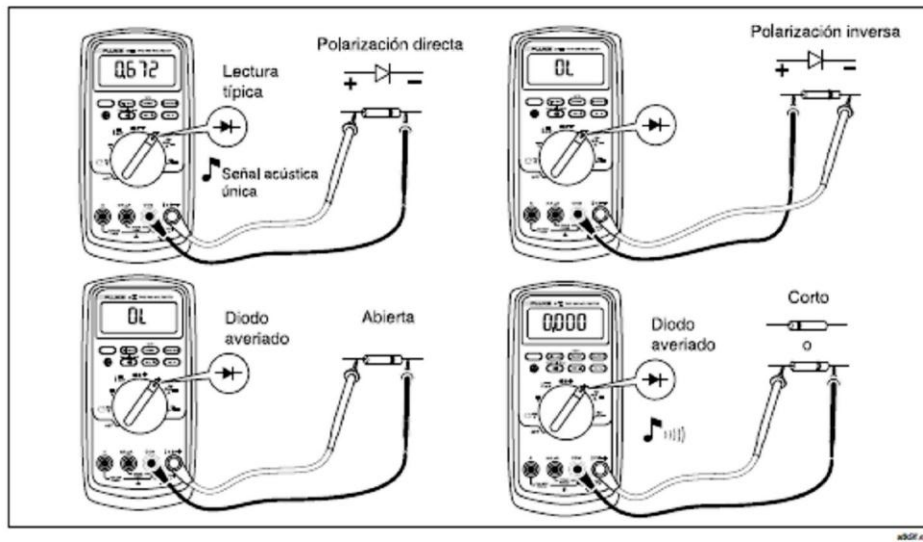
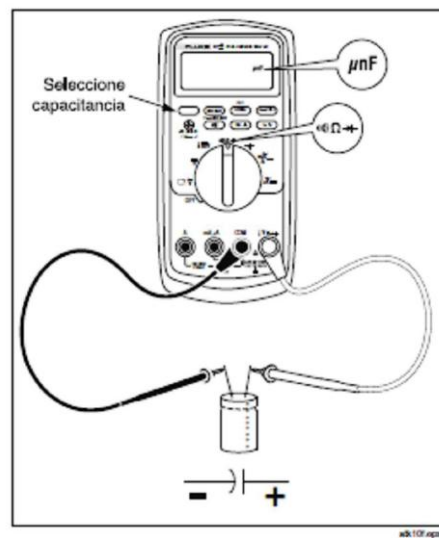


Figura 29. Medición continuidad, capacitancia, diodo y resistencia 2



Manual de Multímetro fluke 87-V

Figura 30. Medición continuidad, capacitancia, diodo y resistencia 3



Manual de Multímetro fluke 87-V

Recomendaciones para uso y cuidado

Antes de su uso

Cuando utilice el Multímetro, el usuario debe cumplir todas las reglas de seguridad usuales que se refieren a:

- Protección contra los peligros de la corriente eléctrica.
- Protección del Multímetro contra su utilización incorrecta.

Sólo se puede garantizar el total cumplimiento con la normativa de seguridad, si es utilizado con las puntas de prueba que se proporcionan. Si es necesario, tienen que ser reemplazadas con el mismo modelo o las mismas especificaciones eléctricas. Las puntas de prueba han de estar en buenas condiciones.

Durante su uso

- Nunca exceda los valores límite de protección indicado en las especificaciones para cada escala de medida.
- Cuando el Multímetro esté conectado al circuito de medida, no toque las terminales que no están siendo utilizadas.
- Cuando se desconoce de antemano la escala del valor que va a ser medido, programe el selector de escala en la posición más alta.
- Antes de mover el selector giratorio para cambiar las funciones, desconecte las puntas de prueba del circuito que está siendo probado.
- Cuando lleve a cabo mediciones de TV o de circuitos de interrupción de alimentación, recuerde siempre que puede haber impulsos de tensión de amplitud alta en los puntos de prueba, los cuales pueden dañar el Multímetro.
- Nunca realice mediciones de resistencia en circuitos con corriente eléctrica.
- Nunca realice mediciones de capacidad a menos que el condensador que va a ser medido haya sido totalmente descargado.
- Saber guardar las puntas, ya que debido al desconocimiento de cómo doblarlas repetitivamente se dañan.
- Siempre tenga cuidado cuando trabaje con tensiones por encima de los 60V DC o 30V AC Rms. Mantenga los dedos detrás de las barreras del cabezal medidor mientras esté midiendo.

Advertencia

- Para evitar posibles descargas eléctricas o lesiones personales, siga estas indicaciones:
- Utilice el Multímetro solamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el manual; de lo contrario, la protección provista por el Multímetro podría verse afectada.
- No utilice el Multímetro si el mismo resulta dañado. Antes de utilizar el Multímetro, inspeccione la caja. Busque rajaduras o partes plásticas faltantes. Preste atención especial al aislamiento que rodea a los conectadores.

- Asegúrese de que la tapa de la batería esté cerrada y bloqueada antes de utilizar el Multímetro.
- Reemplace la batería tan pronto aparezca el indicador (M) de batería.
- Retire los conductores de prueba del Multímetro antes de abrir la tapa de la batería.

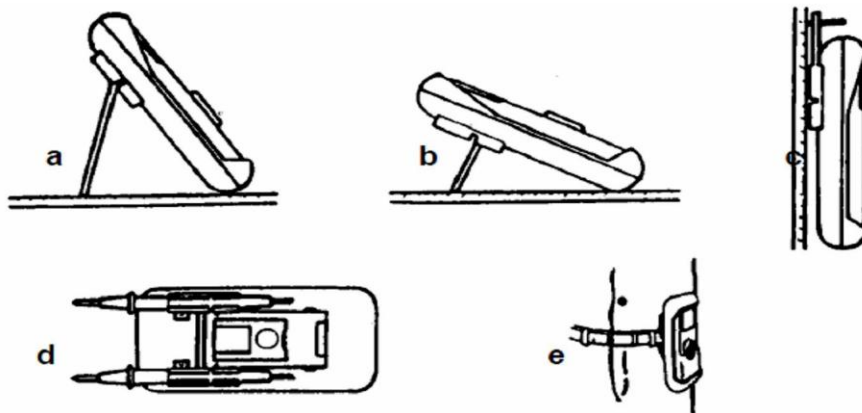
Mantenimiento

- Antes de abrir el Multímetro, desconecte siempre las puntas de prueba de todos los puntos de corriente eléctrica.
- Para una protección continua anti-incendios, reemplace el fusible solamente con los valores de tensión y de corriente específicos:
FI: F 200 mA/250V
- Si se observa cualquier fallo o anomalía, no podrá utilizar el Multímetro y deberá ser revisado.
- Nunca utilice el Multímetro a menos que la tapa trasera esté en su sitio y totalmente cerrada.
- Para limpiar el aparato, utilice sólo un trapo húmedo y un detergente suave, nunca productos disolventes o abrasivos.

Cómo utilizar la funda de goma protectora

- La funda es usada para proteger el Multímetro y hacer las mediciones de manera más fácil. Viene con dos soportes instalados conjuntamente. Los dibujos siguientes muestran cómo utilizar la funda para:
- Sostener el Multímetro con un ángulo estándar.
- Sostener el Multímetro con un ángulo pequeño utilizando el soporte pequeño.
- Colgar el Multímetro en la pared utilizando el soporte pequeño. Saque el soporte pequeño de la parte trasera del soporte grande e introdúzcalo en los agujeros que se encuentran en la parte superior de la funda.
- Sujetar las puntas de prueba.
- Sujetar en el cinturón para su transporte.

Figura 31. Funda protectora



◆ Pinza Amperimétrica

Partes de la pinza Amperimétrica (más común)

Figura 32. Pinza Amperimétrica



http://content.fluke.com/comx/applications/elw_01_es.htm

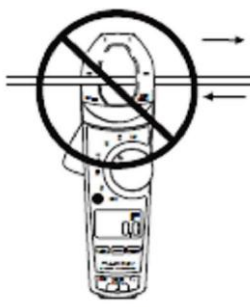
Preparación para la medición

Medición de corriente AC

Importante: retire todos los cables antes de medir corrientes con la pinza Amperimétrica.

- Seleccione con el interruptor giratorio el rango 1000 A / 400 A o 40^a, dependiendo de sus necesidades de medición.
- Abra la pinza Amperimétrica con la tecla correspondiente e introduzca el cable de corriente a medir a través de la pinza (sólo una parte) no del modo representado en la imagen.
- Lea el valor en la pantalla de la pinza Amperimétrica.

Figura 33. Error común



Manual de Pinza Fluke 337

Medición de tensión DC / AC

- Introduzca el cable de comprobación negro en la hendidura COM y el cable de comprobación rojo en la hendidura V.
- Gire el selector de funciones hasta la posición V.
- Seleccione AC o DC con la tecla Mode o gire la perilla dependiendo del tipo.
- Sujete los cables de comprobación en el punto que desea comprobar.
- Lea el valor de tensión en la pantalla de la pinza Amperimétrica.
- Es muy similar como se hace en el Multímetro.

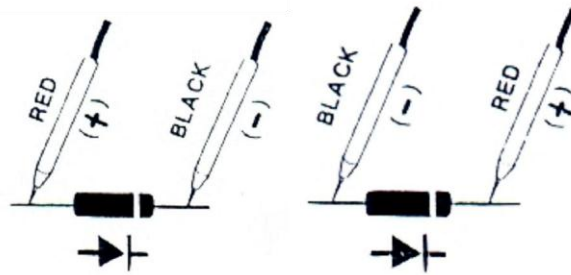
Medición de resistencia y de control de tránsito

- Introduzca el cable de comprobación negro en la hendidura COM y el cable de comprobación rojo en la hendidura Ω .
- Gire el selector de funciones hasta la posición Ω .
- Seleccione "Resistencia" con la tecla Mode o gire la perilla dependiendo del tipo.
- Sujete los cables de comprobación en la resistencia a comprobar.
- Lea el valor de resistencia en la pantalla de la pinza Amperimétrica.
- Para el control de tránsito seleccione "" con la tecla Mode o gire la perilla dependiendo del tipo. Se emite un pitido para resistencias $< 100 \Omega$.

Medición de diodos

- Introduzca el cable de comprobación negro en la hendidura COM y el cable de comprobación rojo en la hendidura Ω .
- Gire el selector de funciones hasta la posición ""
- Seleccione "" con la tecla Mode hasta que aparezca el símbolo en la pantalla.
- Si se ha seleccionado la polaridad del modo ejemplificado en la primera imagen, aparecerá en la pantalla la tensión del diodo hacia adelante (UF 0,4... 0,7V). En la pantalla aparecerá "000", si el diodo es defectuoso, si el valor real está cercano a "0" (cortocircuito) o si aparece "OL" con la conexión abierta.

Figura 34. Medición diodo



Manual de Pinza Fluke 337

Si ha dispuesto los cables de comprobación de la manera descrita en segundo lugar, tiene lugar una medición del diodo hacia atrás. Si el diodo está bien, aparece un "OL" en la pantalla. Si el diodo es defectuoso, en la pantalla aparecerá "000". Al medir diodos deberían utilizarse ambos métodos.

Medición de capacidad

Importante: antes de realizar la medición, evite las descargas eléctricas comprobando que la conexión o el componente eléctrico a medir están libres de tensión.

- Gire el selector de funciones hasta la posición **CAP**.
- Introduzca el cable de comprobación negro en la hendidura COM y el cable de comprobación rojo en la hendidura V
- Sujete los cables de comprobación en el condensador a comprobar.
- Lea el valor de capacidad en la pantalla de la pinza Amperimétrica.

Medición de frecuencia o medición del ángulo de cierre

- Gire el selector de funciones hasta la posición Hz / %.
- Introduzca el cable de comprobación negro en la hendidura COM y el cable de comprobación rojo en la hendidura V.
- Seleccione el modo operativo con la tecla Hz / %
- Sujete los cables de comprobación en el punto que desea comprobar
- Lea el valor de frecuencia en la pantalla de la pinza Amperimétrica

Medición de la temperatura

Importante: antes de realizar la medición, evite las descargas eléctricas comprobando que la conexión o el componente eléctrico a medir están libres de tensión. Retire todos los cables de medición antes de medir la temperatura con la pinza Amperimétrica.

- Gire el selector de funciones hasta la posición °C / °F.
- Conecte el sensor de temperatura con la hendidura COM y la hendidura V. Utilice para ello el adaptador del envío y respete la polaridad.
- Seleccione °C o °F con la tecla Mode.
- Sujete el sensor de temperatura en el punto que desea medir y espere 30 segundos hasta que se ha- ya estabilizado el indicador de temperatura.
- Lea el valor de temperatura en la pantalla de la pinza Amperimétrica.

Antes de su uso

Cuando utilice la Pinza Amperimétrica, el usuario debe cumplir todas las reglas de seguridad usuales que se refieren a:

- Protección contra los peligros de la corriente eléctrica.
- Protección de la pinza Amperimétrica contra su utilización incorrecta.

Sólo se puede garantizar el total cumplimiento con la normativa de seguridad, si es utilizado con las puntas de prueba que se proporcionan. Si es necesario, tienen que ser reemplazadas con el mismo modelo o las mismas especificaciones eléctricas. Las puntas de prueba han de estar en buenas condiciones.

Notas de seguridad

- No exceda la escala máxima de alimentación permitida para cualquier función.
- No aplique voltaje al medidor cuando esté seleccionada la función de resistencia.
- Cuando el medidor no esté en uso fije el selector de función en OFF.
- Quite la batería del medidor si no lo va a usar durante períodos mayores a 60 días.

Advertencias

- Fije el selector de función en la posición apropiada antes de tomar alguna medida.
- Cuando mida voltios no cambie al modo de corriente o resistencia.
- No mida corriente en un circuito cuyo voltaje exceda 600V.
- Cuando cambie escalas siempre desconecte los cables de prueba del circuito bajo prueba.

Precauciones

- El uso inapropiado de este medidor puede causar daños, choque, lesiones o la muerte. Lea y comprenda el manual del usuario antes de operar este medidor.
- Siempre retire los cables de prueba antes de reemplazar al batería o los fusibles.
- Inspeccione la condición de los cables de prueba y el medidor mismo por daños antes de su operación. Repare o reemplace cualquier daño antes de usar.
- Tenga gran cuidado al tomar medidas si los voltajes son mayores a 25 VCA rms o 35VCD. Estos voltajes son considerados un peligro de choque.
- Siempre descargue los capacitores y corte la energía del dispositivo bajo prueba antes de realizar pruebas de continuidad, resistencia o diodo.
- Las pruebas de voltaje en contactos eléctricos de pared pueden ser difíciles y erróneos dada la incertidumbre de la conexión con los

contactos eléctricos. Deberá usar otros medios para asegurar que las terminales no están "calientes".

- Si el equipo es usado en una manera no especificada por el fabricante, la protección suministrada por el equipo puede ser afectada.
- Este dispositivo no es un juguete y no debe llegar a manos de los niños. Contiene objetos peligrosos así como partes pequeñas que los niños podrían tragar. En caso de que algún niño trague cualquier parte, por favor llame al médico inmediatamente
- No deje las baterías y material de empaque sin atención; ya que pueden ser peligrosos para los niños si los usan como juguetes
- En caso de que no use el dispositivo durante largo tiempo, retire las baterías para prevenir derrames
- Las baterías vencidas o dañadas pueden causar quemaduras al contacto con la piel. Por lo tanto, siempre use guantes apropiados para tales casos
- Revise que las baterías no estén en corto. No deseche las baterías en el fuego.
- **No mire directamente o apunte el puntero láser hacia los ojos.** Normalmente, los rayos láser de baja potencia visible no presentan un peligro, sin embargo, pueden ser peligrosos si se ven directamente durante largo tiempo

Pinzas Amperimétrica en entornos industriales

Las pinzas Amperimétrica se utilizan en los cuadros eléctricos para medir cargas en circuitos de alimentación, así como en circuitos derivados. Las medidas en circuitos derivados deben efectuarse siempre en el lado de carga del disyuntor o fusible.

- Es necesario comprobar el equilibrio y la carga en las fases de alimentación: la corriente debe ser más o menos la misma en las tres fases, para reducir al mínimo la corriente de retorno en el neutro.
- También debe comprobarse el neutro para ver si existe sobrecarga. Con cargas armónicas, el neutro puede portar más corriente que una de las fases, incluso si éstas están equilibradas.
- Debe comprobarse cada circuito derivado para ver si existen posibles sobrecargas.
- Finalmente, debe comprobarse el circuito de tierra. Lo ideal sería que no hubiera corriente de tierra, aunque en Ciertas instalaciones pueden tolerarse niveles inferiores a 300 mA.

Advertencias de uso para evitar riesgos de descargas eléctricas. Precauciones de uso para evitar daños al instrumento.

- No abrir la tapa del compartimiento de la pila cuando esté haciendo la medida.
- Antes de abrir el compartimiento de la pila para reemplazarla, estar seguro de que el interruptor del rango está en la posición OFF, y las puntas de pruebas quitadas del instrumento.

- Asegurarse de quitar las puntas de pruebas antes realizar medidas de corriente.
- Nunca hacer medidas en un circuito cuyo voltaje sea superior a 600V AC. El instrumento está diseñado para medir circuitos inferiores a 600V AC.
- Las garras transformadoras están hechas de metal y sus puntas no están aisladas. Ser especialmente prudente con el riesgo de cortocircuito cuando el equipo medido tiene expuestas partes metálicas.
- Si el aislamiento de las puntas de pruebas está dañado, no usarlas y pedir unas nuevas a su distribuidor.
- Para evitar riesgos de descargas eléctricas, no usar el instrumento si éste está en las siguientes condiciones:
 - Muestra daños visibles.
 - Produce resultados erróneos en la realización de sus funciones/tests.
- No use la pinza si las puntas de pruebas o sus manos están húmedas.
- No use la pinza en un ambiente con peligro de explosión (ejemplo: existencia de gases inflamables, vapor...)
- Nunca exceda los máximos de entrada permisibles en algunas funciones.
- Siempre dejar seleccionado el interruptor de rango en la posición OFF después de usarlo. Cuando no se vaya a utilizar el instrumento durante un largo período de tiempo, quitar las pilas de su lugar de almacenamiento.

Utilizar un paño húmedo y detergente para limpiar el estuche del instrumento.
No usar abrasivos ni disolventes.

❖ Pistola de temperatura

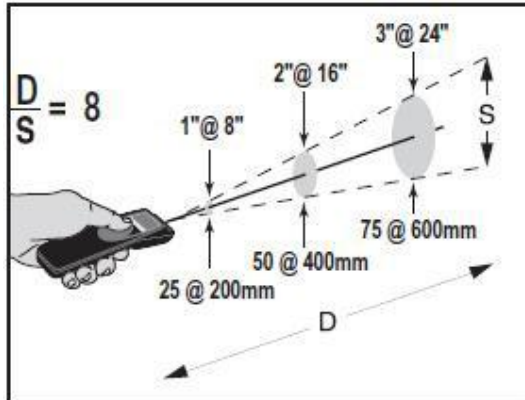
Cómo funciona

Los termómetros de rayos infrarrojos miden la temperatura de la superficie de un objeto. El sistema óptico de la unidad detecta energía emitida, reflejada y transmitida, la cual es captada y enfocada hacia un detector. El sistema electrónico de la unidad convierte la información en una lectura de temperatura, la cual se muestra en la unidad. El Laser se usa exclusivamente con fines de señalamiento.

Distancia y Tamaño del área medida

A medida que aumenta la distancia (D) desde el objeto, el diámetro del área medida (S) se vuelve más grande.

Figura 35. Medida de Pistola de temperatura



Manual de Pistola de temperatura Fluke 68

◆ Calibrador de Procesos

Características generales:

- Una pantalla analógica o digital que facilita la lectura de las mediciones cuando la entrada es inestable.
- Una opción de configuración que le permite establecer el idioma de la pantalla en alemán, español, francés, inglés o italiano.
- Un terminal de entrada/salida de termopar (TP) y un isotérmico interno con compensación automática de temperatura de unión de referencia. O también se puede introducir manualmente una referencia externa de temperatura.
- La capacidad de almacenar los resultados para su revisión posterior.
- La capacidad de registrar automáticamente hasta 8.000 puntos de datos.
- Una interfaz serie de ordenador para las tareas de transferencia a y desde el sistema, listas y resultados.
- Procedimientos automáticos de calibración para los transmisores e interruptores de límite usando el modo de pantalla dividida

Medición/Fuente.

- El modo Transmisor en el que puede configurarse el calibrador para emular las funciones de un instrumento de proceso.
- Calculadora integral con función de raíz cuadrada y registros asequibles que contienen valores de medición y fuente.
- Una varilla opcional para códigos de barras para introducir caracteres alfanuméricos.

Características de medición:

- Promediado (de las últimas lecturas), con indicador de pantalla de la condición de promediado.
- Visualización de las medidas en unidades de ingeniería, porcentaje de escala, entradas al cuadrado o unidades especiales.
- La capacidad de capturar y exhibir niveles medidos mínimos y máximos.

Características de la determinación de valores:

- La capacidad de establecer los valores de la fuente en unidades de ingeniería, porcentaje de escala, salidas al cuadrado o unidades personalizadas.

Puesto que las centrales de proceso aprovechan cada vez más las ventajas de transmisores inteligentes, la necesidad de una nueva generación de calibradores ha supuesto la aparición de calibradores que puedan comunicarse a través de protocolos digitales estándar.

◆ MCEmax

Diagnostico

Los motores son probados en sus 6 zonas posibles de fallas:

1. **Calidad de energía:** Formas de onda, Distorsión Armónica Total, Desbalances de Voltaje y corriente, Factor de Potencia, Secuencias de corriente
2. **Circuito de potencia:** Pruebas en cualquier parte del circuito (bornes, contactor o breaker), determinación de conexiones de alta resistencia, capacitores dañados
3. **Estator:** Juntas de alta resistencia, cortos entre vueltas o espiras. Suciedad
4. **Rotor:** Defectos en rotores o en el anillo de corto circuito
5. **Entrehierro (airgap):** Desbalance del rotor dinámico o estático, por deformación o por defectos en el alineamiento o roles desgastados.
6. **Aislamiento:** Determinación precisa de la causa de un bajo aislamiento, se siguen las normas de la IEEE.

Se presenta un análisis de cada zona de falla por motor, los motores son probados en forma estática como dinámica. Y se entrega una base de datos al cliente con el historial de las pruebas efectuadas a cada motor. Ninguna otra tecnología predictiva chequea integralmente las zonas de falla e indica exactamente el problema.

◆ Cámara Termográfica

Es potente y fácil de usar en una gran variedad de aplicaciones, que incluyen:

Mantenimiento predictivo

- Sistemas eléctricos: Identifique sobrecargas de circuitos antes de que éstas ocurran.
- Sistemas mecánicos: Reduzca el tiempo improductivo y evite fallos.
- Empresas de servicios públicos: Supervise subestaciones, líneas de transmisión, etc. de manera eficiente y precisa.

Ciencias de la construcción

- Techado: Detecte y aisle la saturación del agua de manera rápida y eficiente.

Envolvente de construcción: Realice auditorías de energía infrarroja comerciales y residenciales.

- Detección de humedad: Localice el origen de la humedad y del crecimiento de moho.
- Restauración: Evalúe el trabajo de reparación para asegurarse de que el área quede completamente seca.
-

Investigación y desarrollo

- Visualice y cuantifique los patrones térmicos generados para mejorar productos y los procesos utilizados para crearlos.

Supervisión de procesos

- Supervise y observe las temperaturas de los procesos en tiempo real.

◆ Modulo de presión

Protección contra fugas accidentales de presión

- Para prevenir una fuga violenta de presión en un sistema presurizado, cierre la válvula aisladora y descargue la presión lentamente antes de conectar o desconectar el módulo a la línea de presión.

Cómo evitar daños por sobrepresión

- El módulo se destruirá si se le aplican presiones superiores a la PRESION DE ESTALLIDO especificada en el mismo. La presión de estallido es el triple de la escala completa.

Cómo evitar daños mecánicos

- Para evitar daños mecánicos al módulo de presión, nunca aplique más de 10 pies-libras de fuerza torsional entre los conectores ni entre los conectores y el cuerpo del módulo.
- Aplique siempre la torsión apropiada entre el conector del módulo y los adaptadores. La figura 1 ilustra la manera correcta y la incorrecta de usar una llave para ajustar los conectores del módulo de presión.

◆ Megger

El Megger es un instrumento del tipo de los Ohmímetros, en el que el valor de la resistencia que se mide se registra directamente sobre una escala y esta indicación es independiente de la tensión. Consta de dos partes principales:

- Un generador de corriente continua de tipo magnetoeléctrico, movido generalmente a mano o electrónicamente (Megger digital), que suministra la corriente para llevar a cabo la medición
- Y el mecanismo del instrumento por medio del cual se mide el valor de la resistencia que se busca.

El Megóhmetro tiene dos imanes permanentes rectos, colocados paralelamente entre sí. El inducido del generador, junto con sus piezas polares de hierro, está montado entre dos de los polos de los imanes paralelos, y las piezas polares y el núcleo móvil del instrumento se sitúan entre los otros dos polos de los imanes.

El inducido del generador se acciona a mano, regularmente, aumentándose su velocidad por medio de engranajes. Para los ensayos corrientes de aislamiento, la tensión que más se usa es la de 500 voltios, pero con el fin de poder practicar ensayos simultáneos a alta tensión, pueden utilizarse tensiones hasta 2500 voltios.

Todas estas características y especificaciones de los equipos fueron la base y la guía para realizar el cronograma estableciendo construido por su importancia, requerimiento, manera de uso y periodos de calibración concluidos y establecidos según el estudio realizado.

5.7. PROPUESTA DE FORMATO HOJA DE VIDA E INVENTARIO PARA LOS EQUIPOS

Se propuso un formato con la ayuda del Ing. Carlos Trujillo, donde se podía ver de una forma sencilla especificaciones del equipo y llevar un seguimiento de estos, el cual contiene el nombre del equipo, la marca, el rango que maneja, fecha de calibración y próxima calibración, una alerta para saber si se encuentra o no calibrado, quien custodia el equipo y el estado del mismo; el formato fue aceptado por CONFIPETROL S.A. Tanto la hoja de vida del equipo como el formato para el inventario. (Ver figura 37. Y figura 38.).

5.8. MANEJO DE ENVIÓ DE EQUIPOS.

Se presento una idea para recibir, entregar y enviar los equipos, para ello se opto por realizar un acta de entrega, un formato de estado de equipo, remisión y R.Q. estos 3 últimos ya eran implementados por CONFIPETROL S.A. para otros programas y procedimientos.

El procedimiento a través de estos formatos se guardan en una carpeta que se organizo por campo y por área de trabajo entre las cuales esta Mecánica, Instrumentos, Eléctrica y CBM. (***)

Los formatos utilizados son:

- RQ-Formato de requisición-GCC-GEN1-F-1
- Remisión Interna-GCC-GEN1-F-10
- Acta de entrega-MIT-MI1-F-12
- Estado de equipos-MIT-MI1-F-9

PROCEDIMIENTOS

- **PROCEDIMIENTO PARA RECIBO Y ENTREGA DE EQUIPOS NUEVOS**

- ./ Se recibe el equipo con una remisión.
- ./ Se agrega a la base del inventario de equipos.
- ./ Se redacta un acta de entrega la cual firma quien entrega y quien recibe.
- ./ Se crea una hoja de vida del equipo.

- **PROCEDIMIENTO PARA ENVIO DE EQUIPO A CALIBRACION**

- ./ Se toma el equipo a través del supervisor del área.
- ./ Se diligencia el formato de estado de equipo.
- ./ Se agrega a una base de datos para los equipos que se envían a calibración.
- ./ Se llena una remisión para el envío de equipo a Villavicencio, y otra para la ciudad de Bogotá.
- ./ Se formula una RQ para solicitar la autorización del envío de los equipos a calibración.

- **PROCEDIMIENTO PARA RECIBO DE EQUIPOS CALIBRADOS**

- ./ Se recibe el equipo con una remisión.
- ./ Se modifican las fechas en la base de datos del inventario y la hoja de vida del equipo.
- ./ Se entrega el equipo con acta de entrega.
- ./ Se borra el equipo de la base de datos de los equipos que se envían a calibración.

(*)Nota: Los formatos referenciados anteriormente no se adjuntan por ser documentación del sistema integrado de gestión de la compañía.**

5.9. INVITACIÓN Y PRESENTACIÓN

Se fue invitado para asistir al Comité de IMC del mes de noviembre, estos comité se hacen mensualmente, en el se observo cómo se presentan los reportes por las áreas que conforman a CONFIPETROL S.A., para saber cómo van los procesos y los trabajos a realizar por el momento; asimismo verificar si se están cumpliendo con las expectativas o no y porque.

Al finalizar el comité de IMC se fue presentado como Auxiliar de Q.A.Q.C., y como el encargado del programa de seguimiento de los equipos de medición.

5.9.1. Idea Gracias a la participación en el comité de IMC se presento una idea, la cual se sugirió a los pocos días; en la cual se plasmo el porcentajes de cumplimiento, cantidad de equipos con los que se cuenta, cuantos calibrados y cuantos no, para diagnosticar el estado de la empresa respecto a este tema.

Para llevar a cabo este cálculo se solicitud al área de facturación la lista de herramientas que son requeridas por el cliente en este caso ECOPETROL S.A. por área, luego con el inventario se comparo las cifras y se obtuvieron los resultados; también se hizo una proyección del avance que se obtendría si se sigue de forma correcta y continua con el programa que se quiere implementar.

Los cálculos previstos se pueden observar en las siguientes tablas, y graficas. (****).

Figura 38. Tabla de comparación

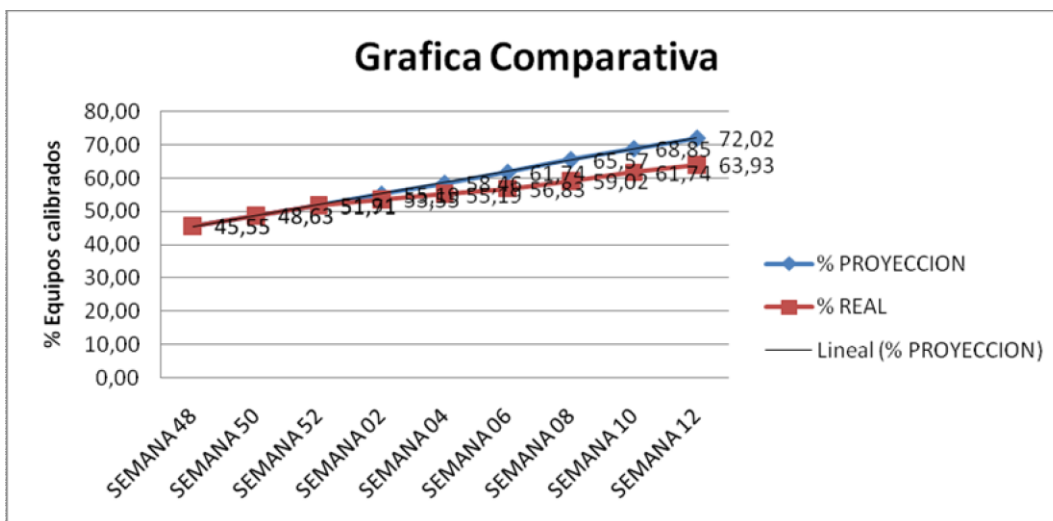
TABLA DE COMPARACION DE LOS EQUIPOS DE MEDICION EN CONFIPETROL

NOMBRE DEL EQUIPO	REQUERIDOS POR EL CLIENTE	EQUIPOS CON LOS QUE CONTAMOS	% DE CUMPLIMIENTO	EQUIPOS CON RESPECTO AL CLIENTE	% RESPECTO AL CLIENTE	% RESPECTO CON NUESTROS
PINZAS V/A	22	21	95.4	18	81.81	85.71
MULTIMETROS	34	33	97.05	25	73.52	75.75
DETECTOR DE TENSION	40*	22*	55*	N/A		
PIE DE REY	12	11	91.6	8	66.66	72.72
MODULO DE PRESION	12	13	108.3	10	83.3	76.9
NIVEL DE GOTA	2	2	100	0	0	0
PISTOLA INFRARROJA	3	2	66.6	0	0	0
TACOMETRO	2	2	100	2	100	100
TORQUE	12	14	91.6	13	100	92.85
BOMBA HIDRAULICA	2	5	250	N/A		
BOMBA NEUMATICA	2	3	150	N/A		
TERMOMETRO	4	2*	50	0	0	0
MEGGER	8	7	87.5	4	50	57.1
MEDIDOR RPM	2	2	100	0	0	0
ANALIZADOR DE VIBRACIONE	1	1	100	1	100	100
MCE MAX	1	1	100	1	100	100
TELUROMETRO	1	1	100	1	100	100
PINZA A TIERRA	1	1	100	0	0	0
ANALIZADOR TRIFASICO	1	1	100	1	100	100
ULTRASONIDO UP-100000	1	1	100	0	0	0
CAMARA TERMOGRAFICA	1	1	100	1	100	100
SVEKER 760	1					
ODEN AT/2H	1					
OHMIMETRO	1	1	100	0	0	0
MEGGER TTR	1	1	100	1	100	100
	128	124		86		

Elaborada por Autor del texto

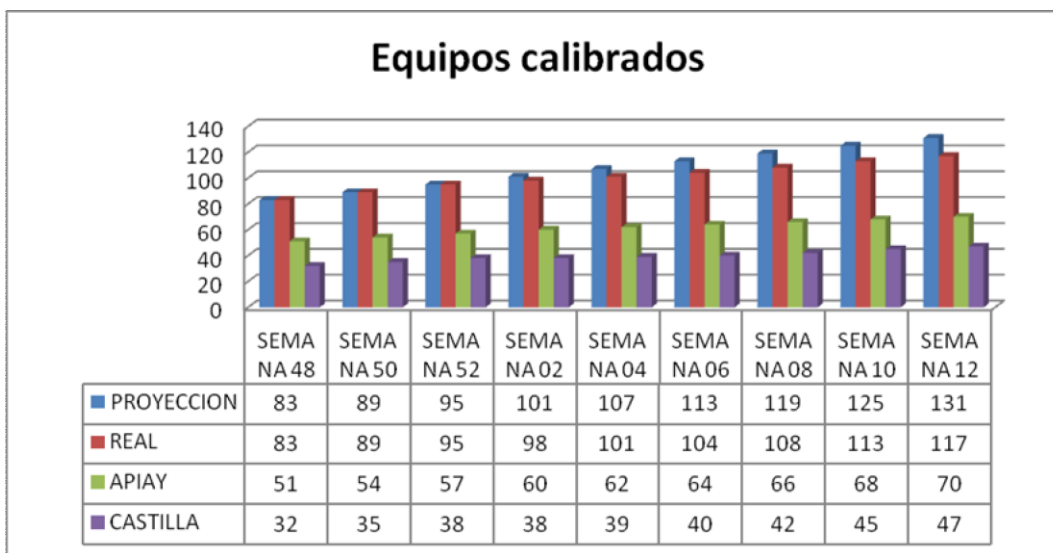
(****)Nota: Los resultados mostrados en las graficas y tablas no son los reales por motivo de confidencialidad de la empresa.

Figura 39. Grafica Comparativa



Elaborada por Autor del texto

Figura 40. Grafica de proyeccion



Elaborada Manualmente por Autor del texto

5.10. INICIO DE PROGRAMA

Se comienza el programa de seguimiento de los equipos de medición para ver su funcionamiento, con el fin de observar y detectar los inconvenientes que se presenten; así corregirlos, mejorarlo, completarlo y lograr que funcione de la mejor manera posible.

Se percibió que el principal problema para el diseño y programación del cronograma para el envío de los equipos a calibrar fue el transporte, debido a que solo se enviaban y se recibían equipos los jueves de cada semana; por ello es muy difícil contar con que los supervisores de las áreas presten los equipos, ya que solo lo hacen hasta que se les entreguen los equipos que se encuentren en calibración.

Se propuso al inicio el envío semanal de equipos a calibración, pero debido al problema de transporte se vio la necesidad de modificar este modelo, y lo más factible fue plantear el envío cada quince días.

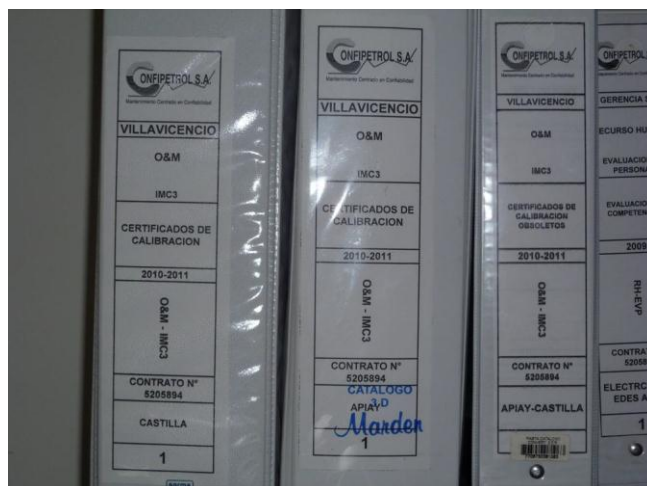
En la documentación y formatos para el proceso de seguimiento del programa, se noto con lo propuesto que se puede llevar el proceso de una forma práctica, fácil y ordenada; por ello no se modifico este procedimiento.

5.10.1. Organización de documentos y archivos para el seguimiento del programa de calibración. (****)

Por medio de 3 carpetas se organiza los archivos de los equipos con el fin de llevar un orden y tener una forma de llevar el seguimiento a los equipos. Estas se organizaron por campo y para el seguimiento del proceso; una de las carpetas contiene las hojas de vida y los certificados de los equipos de medición de Apiay y otra de Castilla; estas están divididas por área (Instrumentos, Mecánica, Eléctrica y CBM esta ultima en Apiay), ordenas por tipo de equipo (Figura 42.).

En cada campo se encuentra una copia de las dos carpetas de los certificados.

Figura 41. Carpetas



Fotografía capturada por Autor del texto

(****)Nota: Todas las fotografías se tomaron personalmente.

La otra carpeta se organizo para llevar constancia de que el proceso se está realizando y para que no haya ningún inconveniente de pérdida de algún equipo; esta contiene las remisiones, las RQ's, las actas de entrega y el estado de equipo (Imagen 2.), para llevar un control de cómo y en donde se encuentra el equipo.

Figura 42. A-Z Actas de entrega



Fotografía capturada por Autor del texto

5.11. PROPUESTA DE CONFIPETROL S.A.

Por último se escucho una idea que se está pensando llevar a cabo en CONFIPETROL S.A. la cual es montar un mini laboratorio para calibración de equipos de medición y por ello se empezó el estudio de la ley ISO 10012, para poder mirar que se debe tener en cuenta para poder llevar a cabo este plan.

5.12. ACTIVIDADES COMO AUXILIAR QA/QC

Se empiezan los trabajos como Auxiliar QA/QC, los cuales fueron primordialmente servir de apoyo al Ing. Carlos Trujillo en la parte de cotización, facturación y ejecución de informes técnicos realizados en talleres externos; esta labor fue un poco complicada al principio porque los componentes y los trabajos realizados en su mayoría eran del área de Mecánica.

Para realizar estos informes se solicito ejemplos de otros ya realizados, y libros sobre componentes, partes, material y diseño de equipos mecánicos, debido a que el conocimiento sobre este tema era nulo.

Se aprendió de forma muy rápida y practica a realizar las cotizaciones y facturaciones sobre los trabajos externos, ya que se cuenta con un sistema establecido y sencillo de utilizar donde con solo referir en el, los ítem y códigos de los trabajos este automáticamente hace los cálculos, porque todo esto se encuentra tabulado y registrado con los valores de cada trabajo, y la mano de obra para cada actividad.

5.13. PRESENTACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

Después de verificar y confirmar que el programa de seguimiento de calibración de equipos estaba tomando el curso que se quería; se presento ante el personal administrativo de Confipetrol S.A., en una reunión establecida para dialogar sobre la importancia de la calidad y certificación de los trabajos que son realizados por la empresa.

Para esta reunión, se decidió estructurar un programa con mucho más que el inventario y la hojas de vida de los equipos; se creó un registro técnico de los equipos, el cual contiene la clase, las características principales, las especificaciones, el precio del equipo, de su calibración, el tiempo que demora su calibración, una imagen del equipo, vinculando este registro además con los laboratorio al cual se envía a calibración, el contacto en este y la dirección, los manuales de uso, datasheet y manual de calibración este ultimo solo para ciertos equipos debido a que no es posible conseguir esta información, dado a que el proveedor no lo suministra por confidencialidad.

Gracias a todo este trabajo se recibió el visto bueno y las felicitaciones de los participantes de la reunión, en el cual se encontraba el vicepresidente de la compañía el Ing. Ulises Quintero, el Gerente O&M de los llanos el Ing. Eduardo Rodríguez, el líder de capacitaciones el Ing. Oscar Navas, el líder de HSEQ el Ing. Javier Vásquez, la Ing. de calidad Lyda Ramírez. Asimismo, tomaron la decisión de establecer el programa para todos los contratos que maneja Confipetrol.

Para lograr estos objetivos después de terminada la práctica empresarial, la empresa decidió crear el cargo de Gestor de Metrología tanto en el Magdalena medio como en los Llanos; se realizo una reunión donde se dieron los nuevos roles y responsabilidades, además para establecer un orden y lograr hablar el mismo idioma por así decirlo en la planeación, estructuración y montaje del programa se decidió que a finales del mes de Mayo, se asistirá en el Magdalena Medio para guiar y verificar que el programa se estaba realizando de la mejor manera, y estar en contacto con el homologado de este campo.

5.14. ACTIVIDADES EN CAMPO.

Se participa en algunas de las actividades que debe realizar un Ing. Q.A.Q.C, movilizándose por el área de campo de Apiay y Castilla con el Ing. Carlos

Trujillo, para conocer más sobre estas bases y los procesos que ahí se realizan.

5.14.1. Montaje de un sensor medidor de flujo Se observó la instalación de un sensor medidor de flujo en la estación de Acacias, en el área de drenaje de agua para llevar un registro de cuantos barriles de agua salen por día en la estación.

5.14.2. Toma de medidas Se observó y participé en la toma de medidas para enviar a producir un filtro para una bomba de entrada de aguas a tratar por ECOPEPETROL S.A en la planta de Suria, ya que este estaba mal diseñado y dejaba pasar toda clase de suciedad.

Se participé en la toma de medidas para los acoples de un motor-reductor FALK 10-R en la estación ERA (estación recolectora de asfalto), porque este presenta mucho ruido.

5.14.3. Diagnostico en problema en un Aéreo-enfriador Se estuvo en la observación y análisis de un problema que presentaba un Aéreo-enfriador, se verificó alineación y Run-Out, gracias a los resultados se llegó a la conclusión de que el problema se presentaba por la base, los equipos usados para esta medición fueron una base de acople magnético y un comparador de caratula.

5.14.4. Montaje de sensores PICKUP Se empieza la familiarización con el área de Instrumentos; la primera actividad que se realizó fue el montaje y calibración de unos sensores PICKUP (Imagen 3.), este proceso se llevó a cabo en el generador AG-901-E (Imagen 4.) ubicado en la estación Nueva Generación en Apiay, este montaje se realizó con el fin de llevar un mejor manejo al generador, se instalaron 4 sensores los cuales se están destinados para; el captador, llevar registro a las RPM, uno para la tarjeta Dinalco que se encarga de la relación gas combustible (AFR), el otro para la verificación del gobernador y un último para el control (PLC). Se hizo el cableado respectivo se realizó según el manual de los sensores y el orden de funcionamiento del generador y este por lo general están marcados en su armadura (Imagen 5.). Luego se instalaron los sensores los cuales se calibran durante el montaje, la calibración consiste en saber posicionarlos.

Figura 43. Sensores Pickup

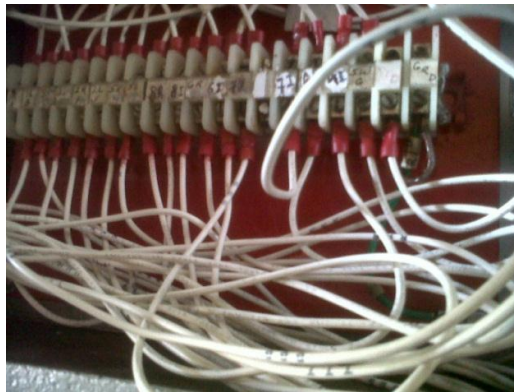


Fotografía capturada por Autor del texto
Figura 44. Generador AG-901-E



Fotografía capturada por Autor del texto

Figura 45. Cableado según manual



Fotografía capturada por Autor del texto

5.14.5. Instalación de válvula solenoide Para la bomba de contraincendios AP581A (Imagen 6.), se instalo una válvula solenoide 80036 marca ASCO (Imagen 7.); para el control de encendido y apagado de la bomba, esta actividad se realizo debido a que la bomba estaba sin válvula y solo presentaba control manual.

En el registro fotográfico se puede observar antes y el después de instalar la válvula.

Figura 46. Bomba AP581A



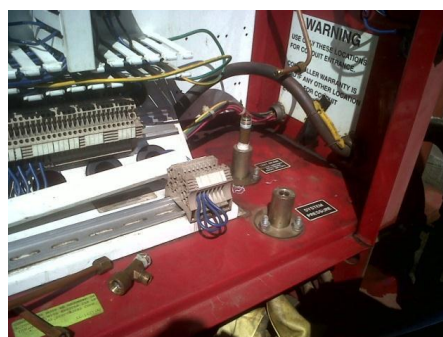
Fotografía capturada por Autor del texto

Figura 47. Válvula solenoide 80036 ASCO



Fotografía capturada por Autor del texto

Figura 48. Control de bomba sin válvula



Fotografía capturada por Autor del texto
Figura 49. Válvula instalada



Fotografía capturada por Autor del texto

5.14.6. Cambio de placa de Orificio Se observo el cambio de una placa de orificio en el medidor de gas AFQ6042, en esta actividad se aprendió los pasos que se deben tener en cuenta cuando se va hacer un cambio de una placa de orificio en un medidor de gas, se percibió que es un proceso muy cuidadoso porque al terminar se debe verificar muchos aspectos entre ellos el más importante que no haya fuga por ningún lado.

Figura 50. Ejemplo de placa de orificio



<http://cemfa.usb.ve/otrosservicios.htm>

Para esta labor no se pudo obtener imágenes porque es prohibido el uso de celulares y cualquier aparato electrónico en Planta de Gas (Apiay), por seguridad debido al proceso y las actividades que se realizan en este lugar.

GLOSARIO

Calibración: es simplemente el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar" de acuerdo a un **patrón** de referencia con valor conocido.

Certificado: es un tipo de texto administrativo empleado para constatar un determinado hecho. En el proceso de solicitud de un puesto de trabajo, en especial cuando se trata de una institución oficial, los certificados son fundamentales para demostrar la formación y la experiencia.

Certificación: La certificación, o evaluación de la conformidad, es la actividad que respalda que una organización, producto, proceso o servicio cumple con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas.

Ciencia: es el conjunto de conocimientos sistemáticamente estructurados obtenidos mediante la observación de patrones regulares, de razonamientos y de experimentación en ámbitos específicos, de los cuales se generan preguntas, se construyen hipótesis, se deducen principios y se elaboran leyes generales y esquemas metódicamente organizados.

Frecuencia: es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

Iso: (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo. Con sede en Ginebra, es una federación de organismos nacionales, éstos, a su vez, son oficinas de normalización que actúan de delegadas en cada país, como por ejemplo: AENOR en España, AFNOR en Francia, DIN en Alemania, etc. con comités técnicos que llevan a término las normas. Se creó para dar más eficacia a las normas nacionales.

Magnitud: es todo aquello que se puede medir, que se puede representar por un número y que puede ser estudiado en las ciencias experimentales.

Medición: proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.

Medida: es el resultado de medir, es decir, de comparar la cantidad de magnitud que queremos medir con la unidad de esa magnitud.

Método: Es una palabra que proviene del término griego *methodos* ("camino" o "vía"), y que se refiere al medio utilizado para llegar a un fin.

Normas: Las normas son un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. Una norma es una fórmula que tiene valor de regla y tiene por finalidad definir las características que debe poseer un objeto y los productos que han de tener una compatibilidad para ser usados a nivel internacional.

La finalidad principal de las normas ISO es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costes y efectividad.

Patrón: es reconocido por un acuerdo para servir como referencia para la asignación de valores a otros patrones de la magnitud considerada.

Periodo: es palabra que deriva del latín *periōdus*. Este término se utiliza regularmente para designar el intervalo de tiempo necesario para completar un ciclo repetitivo, o simplemente el espacio de tiempo que dura algo.

Resultado: Efecto y consecuencia de un hecho, operación o deliberación.

Trazabilidad: La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde este pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continúa de comparaciones todas con incertidumbres especificadas.

Unidad de medida: es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física. En general, una unidad de medida toma su valor a partir de un patrón o de una composición de otras unidades definidas previamente.

RECOMENDACIONES

Dentro de las actividades realizadas en Confipetrol S.A.; la más reconocida fue el orden que se presentó en la formación y realización de cada tarea asignada, y la cual fue seguida por muchos compañeros.

Se presenta los pasos a seguir:

- Para poder lograrlo lo que se decidió fue realizar un listado de las tareas.
- Para cada tarea crear los pasos que se debía tener en cuenta para la realización de esta de la mejor manera y completa.
- Establecer un pequeño formato donde establezcas todas las tareas y cada una de estas con subdivisiones donde llevarían los pasos a seguir.

Aunque parece una tarea innecesaria se demostró que con ello se podía realizar todas las actividades de forma ordenada, rápida, eficiente y con la mejor calidad posible sin dejar nada a medias en el camino.

CONCLUSIONES

- El trabajo realizado en Confipetrol S.A. fue una gran oportunidad que esta empresa me brindo la cual aproveche al máximo, retomando todo lo que era importante en mi crecimiento como ingeniero y profesional en el área de la Electrónica.
- Los conocimientos adquiridos en la práctica profundizan y enriquecen la orientación teórica que se obtuvo cada semestre de la carrera, enriquecida con la experiencia de cada uno de los compañeros de trabajo, alimentando la formación profesional en el campo laboral.
- Durante la práctica estuve en contacto con equipos de alta tecnología estudiando, aprendiendo y observando su funcionamiento, características, configuraciones y utilidades, generando un gran conocimiento de equipos utilizados en el campo petrolero.
- Se logra entender la importancia que tiene la metrología en toda empresa, y viendo su aporte en todo trabajo que quiere ser calificado con la más alta calidad.
- Se profundiza en las normas ISO10012 y 17025, para tener criterio en la creación del programa de calibración.
- La experiencia laboral adquirida, deja aportes muy importantes en valores corporativos y éticos que mejoran la productividad, manteniendo un ambiente laboral ideal e indicado para el trabajo en equipo.
- Se empieza el programa de seguimiento de los equipos de medición, establecido a través de la investigación y estudio de todos los tipos de equipos con los que cuenta la empresa, y ver la importancia que este tiene para la empresa en todos los trabajos realizados por esta para poder realizarlos con calidad.

ANEXOS

- **Anexo A.** Manual de calibración de Pinzas 3XX series, FLUKE.
- **Anexo B.** Manual de calibración de Multímetro 80 series V, FLUKE.
- **Anexo C.** Manual de calibración de Megger 1550C/1555 series, FLUKE.
- **Anexo D.** Manual de calibración de Calibrador de Procesos 74X series, FLUKE.

BIBLIOGRAFÍA

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Exactitud (veracidad y precisión) de métodos de medición y resultados, Bogotá D.C. ICONTEC. 1999. NTC 3529-2.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Metrología, Metrología en la empresa. Constancia de comprobación de los medios de medición, Bogotá D.C. ICONTEC, 1996. NTC 4054.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Sistema de gestión de la medición. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición, Bogotá D.C., ICONTEC. 2003. NTC 10012.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Vocabulario de términos básicos y generales en metrología, Bogotá D.C. ICONTEC, 1997. NTC 2194.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_(instrumento))
- <http://metrologia.fullblog.com.ar/calibre-pie-de-rey-711224354220.html>
- <http://www.cenam.mx/publicaciones/descargas/PDFFiles/usodecertificados.pdf>
- <http://www.metrologia.cl/inicio/3.act>
- <http://www.metrologia-ema.com/pdf/metrologia-basica.pdf>
- <http://www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/Definicion.htm>
- <http://www.sei-sa.com/>
- <http://www.slideshare.net/nurrego/metrologia-manejo-del-comparador-de-caratula>
- http://www.sumincol.net/home/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=20