

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LABORATORIO BÁSICO DE
METROLOGÍA DIMENSIONAL COMO APOYO DE LA ASIGNATURA
MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS**

EDGAR ALBERTO CONTRERAS ALDANA

EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2010

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LABORATORIO BÁSICO DE
METROLOGÍA DIMENSIONAL COMO APOYO DE LA ASIGNATURA
MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS**

**EDGAR ALBERTO CONTRERAS ALDANA
EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
JORGE LUIS CHACÓN VELASCO
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2010

Dedicatoria

*Este proyecto lo dedico a
las personas más importantes para mí:
mis padres.
porque gracias a ellos
soy un profesional,
porque ellos me daban fuerzas
para seguir cada día luchando
por mi carrera universitaria,
Por enseñarme que no hay límites,
Que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo
depende de mí,
mantenerme siempre en pie de lucha
sin importar los obstáculos
que se me cruzaran en el camino.
Por el apoyo incondicional
que me han dado a lo largo de mi vida
sirviéndome de guía para luchar
por mis metas
y concluir una de las etapas
de gran importancia en mi vida,*

EDGAR CONTRERAS...

Dedicatoria

*A mi mamá MARÍA ALCIRA,
que desde del cielo me guía y protege,
A mi padre ANGEL, pilar fundamental en mi vida
por su inmenso apoyo y comprensión.
A mis hermanos Marco, Gloria, Lidya, Nancy,
Luz Dary, Yojanna por su constante ayuda.*

EDUAR

Agradecimientos

A Jorge Luis Chacón Velasco, ingeniero mecánico, director del proyecto, por su colaboración y respaldo.

Al cuerpo docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica por ser la fuente de formación profesional y por habernos brindado sus conocimientos.

A nuestros padres por apoyarnos en todo momento del camino para convertirnos en Ingenieros.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1 OBJETIVOS	20
1.1 Objetivo General	20
1.2 Objetivos Específicos	20
2 MARCO TEÓRICO	22
2.1 METROLOGÍA	22
2.2 CLASIFICACIÓN DE LA METROLOGÍA	22
2.2.1 METROLOGÍA CIENTÍFICA	22
2.2.2 METROLOGÍA LEGAL	22
2.2.3 METROLOGÍA INDUSTRIAL	23
2.3 LABORATORIOS DE METROLOGÍA	23
2.4 CLASES DE LABORATORIOS DE METROLOGÍA	24
2.5 NORMA ISO/IEC 17025:2005: REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN.	25
2.6 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005	25
2.7 PATRONES	26
2.8 CLASIFICACIÓN DE PATRONES	26
2.9 TRAZABILIDAD	27
2.10 HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN	28
2.10.1 CALIBRADOR PIE DE REY	29
2.10.2 EL MICRÓMETRO	31
2.10.3 GONIÓMETROS	33
2.10.4 ALEXÓMETRO	33
2.10.5 REGLA GRADUADA:	34
2.10.6 COMPARADOR DE CARATULA	35
2.11 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	36
2.12 EL PISTÓN	36
2.12.1 FALLAS DE PISTONES	37
2.13 LA BIELA	38
2.13.1 Fallas en bielas	39

2.14	EL BLOQUE	40
2.15	CILINDROS Y CAMISAS	42
2.16	EL PASADOR O BULÓN:	42
2.17	ANILLOS DE PISTÓN	42
2.18	COJINETES DE BIELA Y BANCADA	43
2.18.1	FALLAS DE LOS COJINETES	43
2.19	ÁRBOL DE LEVAS.	45
2.20	CIGÜEÑAL	46
2.21	CULATA	46
3	DISEÑO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL	48
3.1	INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO	48
3.1.1	INSTALACIONES	48
3.2	CONDICIONES AMBIENTALES	49
3.2.1	TEMPERATURA	49
3.2.2	CONTROL DE HUMEDAD	55
3.2.3	PRESIÓN	56
3.2.4	POLVO	56
3.2.5	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	56
3.2.6	CAMPOS MAGNÉTICOS	56
3.2.7	ILUMINACIÓN	57
3.2.8	PUESTA A TIERRA	57
3.2.9	VIBRACIONES Y CONTROL DE RUIDO	58
3.2.10	PISOS	58
3.3	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL LABORATORIO	58
3.4	PERSONAL DEL LABORATORIO DE METROLOGIA DIMENSIONAL	71
3.5	INSTRUMENTOS PARA EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL.	77
4	ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL	81
4.1	INFRAESTRUCTURA	81
4.2	EQUIPOS INMOBILIARIOS Y OFICINA	83
4.3	EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	84
5	DISEÑO DEL BANCO DE METROLOGIA DIMENSIONAL PARA MTA	89

5.1	MODELOS DEL BANCO	89
5.1.1	Modelo 1	89
5.1.2	Modelo 2	90
5.2	DISEÑO SELECCIONADO	91
5.2.1	Localización	91
5.2.2	Estructura	91
5.2.3	Gavetas	95
5.3	ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO	96
5.4	ERGONOMÍA DEL BANCO	96
5.5	ELEMENTOS CON LOS QUE CONTARA EL BANCO	98
5.6	PRÁCTICAS DEL BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL	99
5.6.1	METODOLOGÍA	99
5.6.2	ESTRUCTURA	99
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
	BIBLIOGRAFÍA	104
	ANEXOS	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ingreso de datos generales de diseño	50
Tabla 2. Características del techo	50
Tabla 3. Características de los vidrios	50
Tabla 4. Características de alumbrado	51
Tabla 5. Características de personas	51
Tabla 6. Características equipos de laboratorio	51
Tabla 7. Características de ventilación	52
Tabla 8. Características de la pared	52
Tabla 9. Análisis psicométrico	53
Tabla 10. Cargas térmicas	53
Tabla 11. Variación de las cargas según las condiciones del laboratorio	54
Tabla 12. Equipo seleccionado	54
Tabla 13. Lámparas fluorescentes en el laboratorio.	57
Tabla 14. Cuadro de cargas LMD	68
Tabla 15. Cuadro de cargas LMD	70
Tabla 16. Equipos de medición	77
Tabla 17. Detalle de costos de construcción del as instalaciones LMD	81
Tabla 18. Costo equipos inmobiliarios	83
Tabla 19. Equipos de oficina.	84
Tabla 20. Costo instrumentos de medición.	84
Tabla 21. Costos totales de construcción del LMD	88
Tabla 22. Orden de los elementos en las gavetas	95
Tabla 23. Medidas ergonómicas de estatura promedio de los colombianos.	97
Tabla 24. Instrumentos de medición	98
Tabla 25. Elementos del motor Renault 12 de 1300 cc.	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Patrones Mitutoyo	26
Figura 2. Clasificación de los instrumentos de medición	28
Figura 3. Calibrador pie de rey	29
Figura 4. Calibrador pie de rey digital	30
Figura 5. Partes principales de un micrómetro.	32
Figura 6. Goniómetro	33
Figura 7. Alexómetro	34
Figura 8. Escalas de metálicas y cintas de medición	35
Figura 9. Comparador de caratula	35
Figura 10. Motor de combustión interna	36
Figura 11. Falla de pistones gripado por juego	37
Figura 12. Gripado en falda de pistón	37
Figura 13. Falla pistón por recalentamiento	38
Figura 14. Rotura de pared del pistón	38
Figura 15. Biela	39
Figura 16. Biela torcida	39
Figura 17. Rotura de biela	40
Figura 18. Biela con ovalamiento	40
Figura 19. Bloque motor de combustión interna en línea	41
Figura 20. Bloque motor de combustión interna en V	41
Figura 21. Pasador o bulón	42
Figura 22. Anillos de pistón	43
Figura 23. Cojinete acanalado	44
Figura 24. Cojinete con desgaste adhesivo	44
Figura 25. Falla de corrosión en cojinetes	44
Figura 26. Levantamiento de material en cojinete	45
Figura 27. Falla producida por cavitación	45
Figura 28. Árbol de levas	46
Figura 29. Cigüeñal	46
Figura 30. Culata	47
Figura 31. Distribución de planta del laboratorio	60
Figura 32. Distribución de planta del laboratorio en detalle.	61
Figura 33. Vista proyectada del LMD.	62
Figura 34. Isométrica sala maquina de medición por coordenadas	63
Figura 35. Isométrica bodega de instrumentos.	63
Figura 36. Isométrica oficina director administrativo.	64
Figura 37. Detalle oficina director administrativo.	64
Figura 38. Isométrica sala de gestión de datos.	65
Figura 39. Vista en detalle sala de gestión de datos.	65
Figura 40. Isométrica sala de medición.	66
Figura 41. Vista en detalle.	66

Figura 42. Isométrica vestier y baño.	67
Figura 43. Plano eléctrico LMD.	69
Figura 44. Organigrama laboratorio metrología dimensional	71
Figura 45. Vista frontal e isométrica Modelo 1	90
Figura 46. Vista frontal Modelo 2	90
Figura 47. Vista isométrica de modelo 2	91
Figura 48. Cargas y puntos fijos para el análisis estructural.	92
Figura 49. Deformación máxima total de la estructura	93
Figura 50. Factor de seguridad.	94
Figura 51. Esfuerzo equivalente de la estructura	94
Figura 52. Distribución de las gavetas	95
Figura 53. Medidas posición de pie	98

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Cotización equipos e instrumentos de medición	106
ANEXO B. Especificaciones maquina de coordenadas M443 y rugosímetros SJ 401, SJ 301, SJ 201	113
ANEXO C. Cotización de equipos inmobiliarios y oficina	122
ANEXO D. Carta de solicitud de equipos e instrumentos de medición.	128
ANEXO E. Cotización aire acondicionado	129
ANEXO F. Planos banco de metrología dimensional	135
ANEXO G. Práctica del banco de metrología dimensional para mta.	145

RESUMEN

TÍTULO:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LABORATORIO BÁSICO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL COMO APOYO DE LA ASIGNATURA MÁQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS*.

AUTOR:
Edgar Alberto Contreras Aldana
Eduar Ariel García López**

PALABRAS CLAVE: Metrología, calibración, instrumentos de medición, Maquina Térmica Alternativa.

DESCRIPCIÓN:

Con el fin de contribuir en la formación de los estudiantes que cursan la asignatura Maquinas Térmicas Alternativas (MTA), éste proyecto tiene un propósito educativo donde se podrán conocer algunas de las herramientas de medición empleadas en la metrología dimensional para MTA y desarrollar prácticas básicas de laboratorio para que el estudiante mida, interprete y haga un diagnóstico de las condiciones en que se encuentra las principales partes de una MTA. Además el estudiante tendrá la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante su periodo de formación académica complementándolos con la práctica.

En este sentido el presente proyecto busca mediante el diseño y construcción de un banco y un laboratorio básico de metrología dimensional para MTA¹ ayudar a mejorar el desarrollo de las prácticas del laboratorio de MTA, contribuyendo con la formación de alta calidad de los estudiantes de Ingeniería Mecánica. Igualmente en un futuro se espera que se logre desarrollar en su totalidad el laboratorio de metrología dimensional para MTA no solo para la formación del estudiante, sino también para poder prestar servicios a la industria de la región.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingeniería físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería mecánica. Director. Ing. Jorge Luis Chacón Velasco.

¹ (siendo éste último un proyecto a largo plazo debido a sus altos costos, pero que en el momento se dará inicio solo con su diseño bajo los requerimientos establecidos según la norma ISO/IEC 17025)

SUMMARY

TITLE:

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A BASIC LABORATORY OF DIMENSIONAL METROLOGY AS SUPPORT OF ALTERNATIVE THERMAL MACHINES SUBJECT¹.

AUTHORS:

Edgar Alberto Contreras Aldana
Eduar Ariel García López^{**}

KEY WORDS: Metrology, calibration, Measuring instruments, Alternative Thermal Machine.

DESCRIPTION:

In order to contribute to the students learning process studying the subject, Alternative Thermal Machines (ATM), this project has an educational purpose where some measurement tools will be introduced that are used in dimensional metrology for the ATM and to develop basic laboratory practices for the students to measure, interpret and make a diagnostic of the conditions under which the ATM main parts are. In addition, the students will have the opportunity to apply theoretical knowledge acquired during their academic training, all this supplemented with practice.

In this sense, this project is searching through the design and construction of a bank and a basic dimensional metrology laboratory for the ATM, to help to improve the development of the ATM laboratory practices, contributing to high quality training for students of Mechanical Engineering². Also in the future we expect to achieve the full development of the dimensional metrology laboratory for the ATM, not only for students training, but also to serve the surrounding's industry.

* Work of investigation.

** Faculty of Physicist-mechanical Engineering, School of Mechanical Engineering. Manager: Ing. Jorge Luis Chacón Velasco.

² (The latter is a long-term project because of its high costs, but at the time It will start only with its design under the established requirements by the ISO / IEC 17025 standard)

INTRODUCCIÓN

Sin duda las medidas juegan un papel muy importante en la vida diaria de las personas por la necesidad que han tenido éstas a la hora de contar, medir, comparar entre fenómenos o cosas, e incluso en cualquiera de las actividades que realizan a diario; como desde la estimación de una distancia a simple vista hasta el control de un proceso, la investigación y la ciencia.

La metrología, como la ciencia que estudia las medidas, ha estado íntimamente ligada y juega un papel fundamental en el comercio y facilita la mayoría de las tareas que se realizan en los procesos del mundo industrializado. También es importante el conocimiento sobre sus aplicaciones en la práctica de todos los profesionales con sustrato científico, ya que las mediciones son un medio para describir los fenómenos y proceso en forma cuantitativa. Aquí la importancia de la metrología en la formación del ingeniero mecánico y en el control, mantenimiento de las Maquinas Térmicas Alternativas (MTA).

Teniendo en cuenta lo anterior observamos el gran papel que tiene la metrología en toda organización ya sea de la industria metalmecánica, alimenticia, de prestación de servicios públicos, y aun más importante en la formación de profesionales que más adelante serán los encargados de controlar procesos que estén ligados con la metrología. De aquí la necesidad de tener laboratorios de medición que cuenten con los equipos óptimos, el personal idóneo y las condiciones específicas de funcionamiento que cumplan las normas de las respectivas entidades encargadas de certificar la exactitud y veracidad de las mediciones comparándolos con los patrones internacionales ya preestablecidos.

La metrología sin duda alguna, es una poderosa herramienta de la cual día a día las empresas dependen más para lograr productos de calidad y excelente confiabilidad, también como un elemento clave en actividades de control, verificación tanto de productos como de instrumentos utilizados en la industria por eso la importancia de este proyecto que está interesado en ayudar a la formación de los estudiantes de Ingeniería Mecánica en el área de la metrología ya que es una buena oportunidad laboral a la hora de desempeñarse en su vida profesional.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

- Diseño y construcción de un laboratorio básico de metrología dimensional como apoyo de la asignatura MTA y así contribuir al mejoramiento de las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Mecánica y la metodología de enseñanza del Laboratorio de MTA en la formación de los estudiantes de ingeniería mecánica.

1.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un laboratorio básico de metrología dimensional para Máquinas Térmicas Alternativas teniendo en cuenta los siguientes requerimientos de la norma internacional ISO/IEC 17025:2005:
 - ✓ Condiciones ambientales (Temperatura, humedad, presión atmosférica, ruido, vibración, redes eléctricas, polvo).
 - ✓ Distribución de planta.
 - ✓ Requisitos generales de competencia para llevar a cabo ensayos y/o calibraciones.
 - ✓ Calibración de instrumentos (patrones)
 - ✓ Personal directivo y técnico.
- Realizar un análisis económico para la construcción futura del laboratorio de metrología dimensional para MTA.
- Diseñar y construir un banco de metrología dimensional³ que aunque no cumple con todos los requerimientos de la norma ISO/IEC 17025:2005, tenga la capacidad y elementos básicos para que el estudiante adquiriera las competencias en medición y diagnóstico de los siguientes elementos de las MTA: Cigüeñal, Cilindros, Émbolos, Bulones, Cojinetes, Bielas, Bloque.
- Diseñar las fichas técnicas y prácticas de laboratorio a realizar en el banco de metrología dimensional para los elementos de una MTA mencionados anteriormente.
 - PRÁCTICA 1. Elementos de medición: Dar las instrucciones básicas para el manejo de los siguientes instrumentos de medición: micrómetros, pie de rey, alexómetro, goniómetro, galgas, reglas graduadas.
 - PRÁCTICA 2. Bloque: Determinar si existe ovalización o conicidad en los cilindros y en la bancada, para ello medir el interior del cilindro y bancada colocando las tapas con un micrómetro de interiores o un comparador de

³ Los instrumentos a utilizar en el banco de metrología dimensional serán con los que cuenta el laboratorio de MTA.

carátula ajustado con micrómetro. También verificar la planitud en la superficie de la culata con una regla o un calibrador de hojas.

- PRÁCTICA 3. Cigüeñal: Medir diámetros de biela, bancada para verificar la ovalización, conicidad con un micrómetro de exteriores y con un comparador de carátula verificar la alineación del cigüeñal.
- PRÁCTICA 4. Cilindros: Verificar diámetro interno, externo, espesor de la pestaña con un pie de rey, micrómetro de exteriores y un alexómetro para determinar si hay un ovalización, conicidad y desgaste.
- PRÁCTICA 5. Pistones: medir el desgates de falda con un micrómetro de exteriores y verificar la alineación del bulón, la tolerancia de los anillos en el pistón y la apertura de estos en el cilindro.
- PRÁCTICA 6. Bielas: medir con un micrómetro de interiores el diámetro de cabeza y pie de la biela para saber si hay desgaste.
- PRÁCTICA 7. Bulones: Medir diámetro externo, longitud del bulón con un micrómetro de exteriores y un pie de rey para determinar el desgaste. También medir diámetro de alojamiento en el pistón con un alexómetro y así verificar el ajuste.
- PRÁCTICA 8. Cojinetes: verificar visualmente que no estén picados, rayados, partidos ni agrietados y medir con un micrómetro de exteriores el espesor para determinar el desgaste.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 METROLOGÍA

La metrología es la ciencia de hacer medidas exactas y en general abarca todo el campo de los conocimientos relativos a las dimensiones, en especial en la determinación de variables físicas tales como las de fuerza, tiempo, dimensionales, temperatura, masa etc., propiedades de los materiales y de las sustancias.

El termino metrología es ahora usado extensamente en el campo técnico para distinguir las mediciones con bases científicas de las desarrolladas empíricamente en las practicas de hace algunos años.

La metrología dimensional se encarga de estudiar las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes lineales y angulares.

Los principales campos que abarca la metrología son:

- Las unidades de medida y sus patrones
- Las mediciones
- Los instrumentos de medición

2.2 CLASIFICACIÓN DE LA METROLOGÍA

La metrología se puede clasificar según su aplicación en tres categorías:

2.2.1 METROLOGÍA CIENTÍFICA

Es la parte de metrología que se ocupa de las determinaciones de las constantes físicas fundamentales, encontrar las características, los niveles que definen y hace particular un fenómeno.

También busca mejorar sistemas de medición para lograr un control cada vez más rápido y más confiable.

2.2.2 METROLOGÍA LEGAL

Asesora a las empresas buscando aplicar las normas nacionales e internacionales a todos los procesos de diseño, desarrollo, producción y control de productos en

general. Además regulan la legislación de las pesas y medidas. En esta rama se encuentra el centro de control de calidad y metrología (CCCM).

2.2.3 METROLOGÍA INDUSTRIAL

Este tipo de metrología trata de las variables físicas en general.

Según el tipo de industria y la variable que se desee controlar para un proceso específico de metrología industrial se clasifica en:

- Dimensional
- Geométrica
- Ponderal
- Eléctrica
- Termodinámica
- Química
- Otras (dependiendo la variable industrial que se maneje)

2.3 LABORATORIOS DE METROLOGÍA

Con el paso del tiempo el sector industrial ha ido evolucionando buscando así realizar mejoras que contribuyan a incrementar la competitividad de las empresas, es por esta razón que surge la necesidad de crear métodos que unifiquen los procesos y que den cumplimiento a los estándares internacionales que exigen las distintas normas, de aquí el interés de tener laboratorios de metrología.

Un laboratorio es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique.

Es fundamental asegurar las condiciones ambientales del laboratorio, estas deben estar controladas y normalizadas para así garantizar que no hay influencias extrañas que afecten la respuesta a la hora de realizar una investigación o la actividad que se esté desarrollando y así poder repetir este mismo proceso en cualquier otro laboratorio y obtener el mismo resultado, llamado normalización.

Las condiciones de laboratorio normalizadas que generalmente se tienen en cuenta para su funcionamiento son:

✓ TEMPERATURA.

La temperatura ambiente normalizada es de 20°C, variando las tolerancias de acuerdo al tipo de experimento o medición que se vaya a realizar. Las variaciones de temperatura dentro del intervalo de tolerancia deben ser suaves.

✓ **HUMEDAD.**

1. En la mayoría de los casos conviene que sea la menor posible, ya que acelera la oxidación de los instrumentos, sin embargo en el laboratorio es recomendable que no esté por debajo del 50%, debido a que si no se mantiene este límite este puede conllevar a la aceleración de la oxidación de los instrumentos.

✓ **PRESIÓN ATMOSFÉRICA.**

En los laboratorios industriales la presión normalizada por lo general es ligeramente superior a una atmosfera (25 Pa), ya que esto evita la entrada de aire sucio de zonas de producción a la hora de abrir las puertas, para el caso de laboratorios con riesgo biológico es todo lo contrario, lo que se debe hacer es evitar al máximo la salida de aire debido a que este puede estar contaminado, por lo tanto la presión será ligeramente inferior a la atmosfera.

✓ **RED ELÉCTRICA.**

La variación de entrada en los aparatos puede alterar las medidas eléctricas, por lo que las variaciones de la tensión de la red deben limitarse.

✓ **POLVO.**

Este debe controlarse en laboratorios de interferometría, ya que su presencia modifica el comportamiento de la luz al atravesar el aire.

✓ **VIBRACIÓN Y RUIDO.**

Además de generar incomodidad para las personas que están expuestas en el laboratorio, puede falsear resultados en las mediciones realizadas por procedimientos mecánicos, un claro ejemplo de esto se da en las máquinas de medir por coordenadas.

2.4 CLASES DE LABORATORIOS DE METROLOGÍA

Los laboratorios de metrología se pueden clasificar según el nivel de calidad de sus patrones en tres tipos:

✓ **LABORATORIO NACIONAL.**

Este laboratorio posee el patrón nacional primario y los nacionales de transferencia, estos últimos son los mayormente empleados para evitar el desgaste del patrón primario. Esta clase de laboratorio es el encargado de

brindarle servicios a los demás laboratorios para que tengan una referencia exacta de sus patrones.

✓ **LABORATORIO INTERMEDIO.**

Son laboratorios que se encuentran en universidades, centros de investigación, entre otros.

✓ **LABORATORIO INDUSTRIAL**

Son laboratorio que se encuentran ubicados en las mismas instalaciones de la empresa y prestan servicios para la realización del control de calidad o ensayos de prototipos.

2.5 NORMA ISO/IEC 17025:2005: REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN.

La norma ISO/IEC 17025:2005 establece y determina los requerimientos generales para que los laboratorios de ensayo y calibración demuestren que poseen:

- ✓ Un sistema de calidad.
- ✓ Son técnicamente competentes
- ✓ Capaces de generar resultados técnicamente válidos.

La Norma ISO 17025 no contempla el cumplimiento de requisitos regulatorios y de seguridad relacionados con el funcionamiento del laboratorio.

2.6 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005

- Especifica los requisitos generales de competencia para llevar a cabo ensayos y/o calibraciones, incluyendo el muestreo. Cubre la ejecución de ensayo y calibración empleando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el laboratorio.
- Es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos y/o calibraciones. Éstas incluyen, por ejemplo, los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, y laboratorios donde el ensayo y/o la calibración hacen parte de la inspección y certificación del producto. Es aplicable a todos los laboratorios.
- Se aplica a todos los laboratorios independientemente de la cantidad de personal o la extensión del alcance de los ensayos.

- Establece requisitos de gestión y técnicos.

2.7 PATRONES

El patrón es una medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, materializar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para servir de referencia ver figura 1.

Figura 1. Patrones Mitutoyo



2.8 CLASIFICACIÓN DE PATRONES

Por la forma de materializar la longitud que representan, los patrones pueden ser:

✓ **Patrones de trazos.**

La longitud la determina la distancia entre dos trazos señalados sobre una superficie plana.

✓ **Patrones de topes o de superficies planas.**

También conocidos como patrones Johansson, están contruidos por pequeños bloques en forma de paralelepípedo. La mayoría son fabricados de acero especial y tratados térmicamente para garantizar dureza y estabilidad. Todas las caras de estos bloques están rectificadas y dos de ellas están lapeadas siendo perfectamente planas y paralelas, y distando entre sí la longitud nominal grabada sobre el patrón a la temperatura de referencia de 20 °C. También los hay en cuarzo.

La particularidad más importante de estos patrones es la de que se pueden agrupar en superposición, de manera que la longitud del grupo formado queda

dentro de los límites de precisión requeridos para su empleo como patrón. Esta cualidad hace que con un número pequeño de patrones se pueda formar un número de combinaciones tal que satisfaga todas las necesidades del taller en cuanto a patrones para las comprobaciones de instrumentos y aparatos de verificación y medida.

✓ **Patrones de topes esféricos.**

La longitud está determinada por el diámetro de una superficie esférica.

✓ **Patrones cilíndricos**

En los calibres cilíndricos la medida de referencia está materializada por el diámetro de una superficie cilíndrica. Existen diversas clases de patrones cilíndricos. El calibre normal simple está formado por un cilindro cuyo diámetro tiene la medida de referencia y un mango para facilitar su manejo. Se conoce también como calibre tampón.

2.9 TRAZABILIDAD

✓ **PATRÓN PROTOTIPO INTERNACIONAL:**

Patrón reconocido por acuerdo internacional para servir internacionalmente como base para asignar valores a otros patrones de la magnitud específica. Instituto de física y técnica de la república alemana.

✓ **PATRÓN PRIMARIO NACIONAL:**

Patrón reconocido por una decisión nacional para servir como base para asignar valores a otros patrones de esa magnitud específica, dentro del país. En caso de nuestro país, este se encuentra en el Centro Colombiano de Control de Calidad y Metrología.

✓ **PATRÓN SECUNDARIO**

Patrón cuyo valor es asignado por comparación contra un patrón primario de la misma magnitud.

✓ **PATRÓN DE REFERENCIA**

Patrón, generalmente de la mayor calidad metrológica disponible en un lugar u organización dado, del cual se derivan las mediciones que se ejecuten.

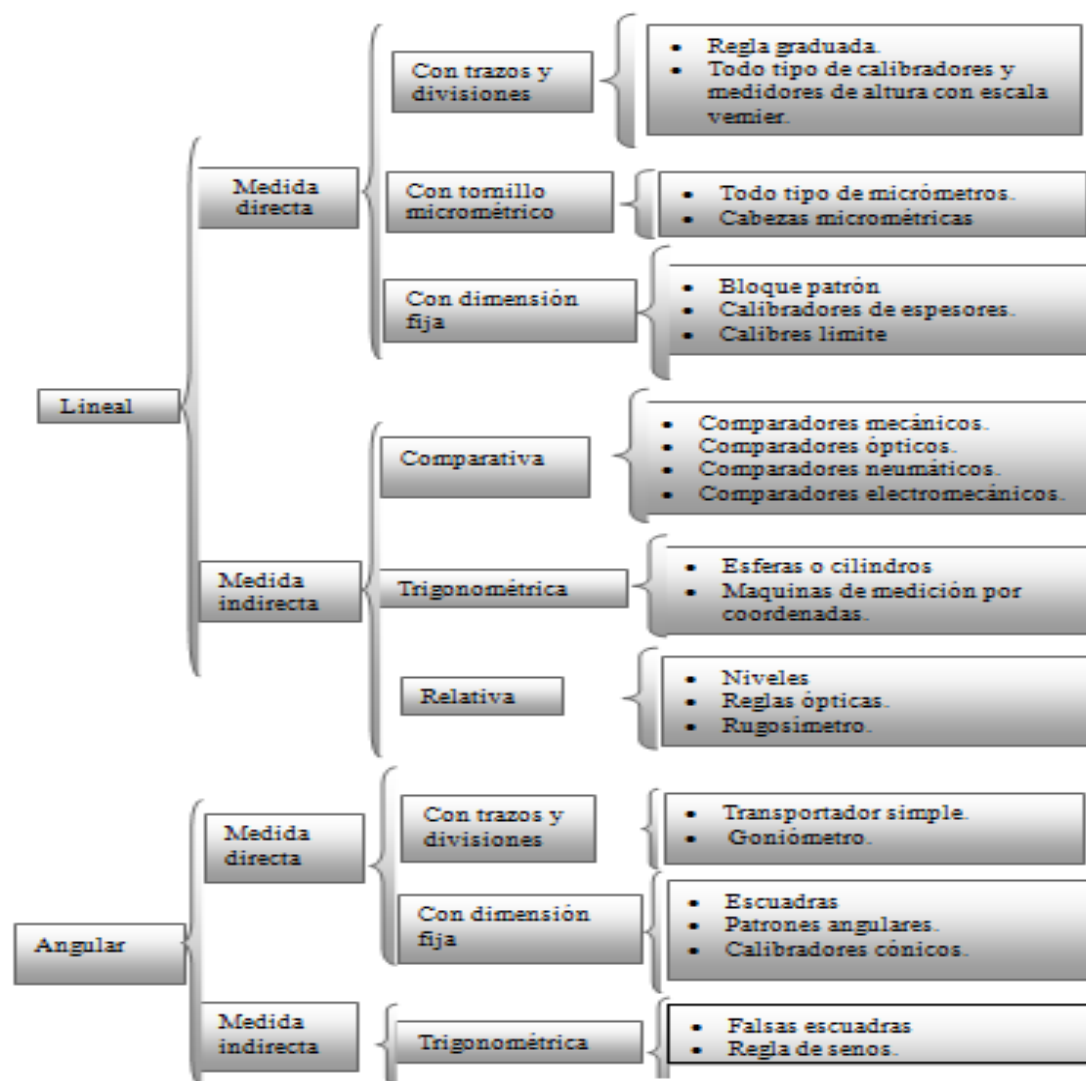
✓ **PATRÓN DE TRABAJO**

Patrón que es usado rutinariamente para calibrar o comprobar medidas materializadas, instrumentos de medición o materiales de referencia.

2.10 HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN

Los instrumentos para metrología dimensional se clasifican en instrumentos para medición de longitudes e instrumentos de medición de ángulos como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Clasificación de los instrumentos de medición

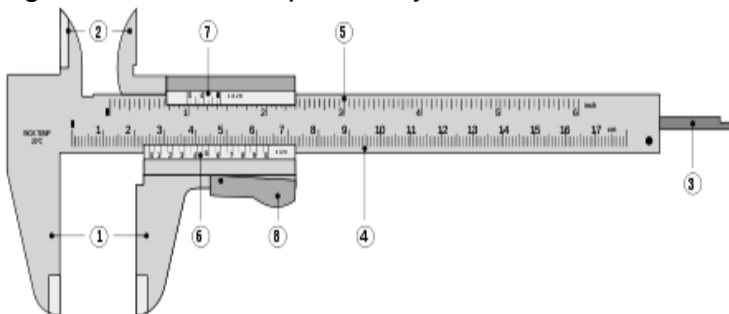


2.10.1 CALIBRADOR PIE DE REY

Un calibrador es un instrumento muy utilizado y apropiado para medir longitudes (figura 3), espesores, diámetros interiores, diámetros exteriores y profundidades en una pieza. 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.

Figura 3. Calibrador pie de rey



http://es.wikipedia.org/wiki/Pie_de_rey

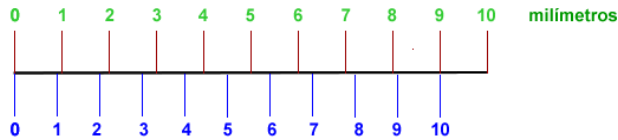
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El calibrador pie de rey se fundamenta, en una escala fija y en una escala móvil. El cursor tiene la escala móvil o escala nonio, que es la genialidad creada por los señores Núñez de Portugal y Vernier de Francia. De ahí su nombre escala nonio o vernier.

Principio fundamental:

En el gráfico están representadas las escalas de un pie de rey para una precisión de una décima de milímetro (0,1 mm). La escala roja es la escala fija y cada trazo representa 1 mm. La escala azul es la móvil. Observe que los ceros coinciden y que el trazo 10 del nonio coincide con el trazo o milímetro 9 de la escala fija.

Quiere decir esto que en 9 milímetros introducimos 10 divisiones de la escala nonio.



CLASIFICACIÓN

❖ Según su construcción se clasifican en:

PIE DE REY UNIVERSAL: el más común y utilizado en el taller. Con él se pueden tomar lecturas en milímetros y en fracciones de pulgada. Los hay también con escala en milésimas de pulgadas.

PIE DE REY DE TORNERO: las diferencias principales con respecto del anterior, son que es de mayor precisión (0.02 mm) y es más grande (300 mm.). También tiene mecanismo de ajuste fino (por su precisión).

CALIBRADOR DE ESFERA O DE CARATULA: es muy práctico y de fácil procedimiento para tomar lecturas. Los hay tanto en milímetros (hasta 0.01 mm) como en pulgadas (0.001 milésima de pulgada). Trae un solo tipo de unidad de medida.

PIE DE REY DIGITAL: como se ve en la figura 4, tiene un visualizador que entrega la lectura directamente. Por su construcción con sistemas de origen electrónico, permite el manejo fácil de variables. Por ejemplo convierte unidades métricas a pulgadas, almacena lecturas.

Figura 4. Calibrador pie de rey digital



<http://www.mitutoyosudamerica.com/imagenes/catalogos/>

❖ **Según su precisión se clasifican en:**

Tomando como base el pie de rey universal, encontramos los siguientes grados de precisión:

En milímetros

- de una décima de milímetro: $1/10 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$
- de 5 centésimas de milímetro: $1/20 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$
- de 2 centésimas de milímetro: $1/50 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$

En pulgadas

- 1/128 de pulgada
- una milésima de pulgada (0,001 pulgada)

2.10.2 EL MICRÓMETRO

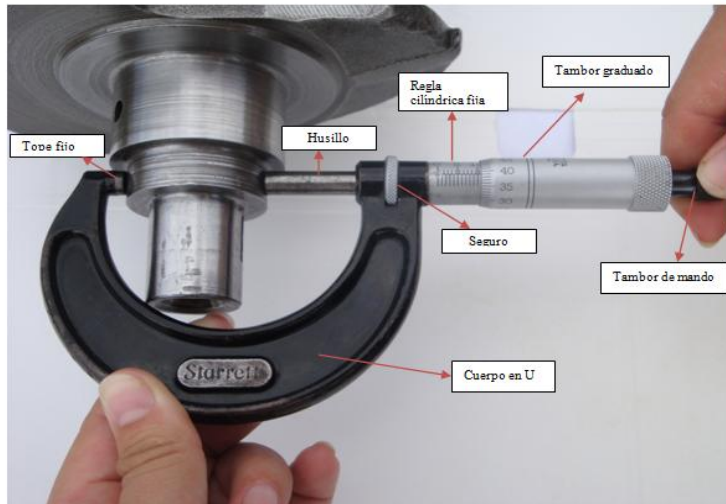
⁴El micrómetro es un dispositivo ampliamente usado en ingeniería mecánica (figura 5), para medir con precisión grosor de bloques medidas internas y externas de ejes y profundidades de ranuras. Los micrómetros tienen varias ventajas respecto a otros instrumentos de medida como el vernier y el calibrador: son fáciles de usar y sus lecturas son consistentes. La precisión del micrómetro es lograda por un mecanismo de tornillo con un hilo de paso muy fino, es muy exacto y tiene tolerancias del orden de 0.001mm, también existen otros con tolerancias de 0.01mm.

Las partes principales de un micrómetro para exteriores son:

- **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 él se debe realizar el ajuste a la pieza.
- **Cuerpo:** con forma de U o herradura y sobre el cual se graba normalmente el rango.

⁴ Fuente. http://www.majosoft.com/metalworking/html/es_-_el_micrometro.html

Figura 5. Partes principales de un micrómetro.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento se fundamenta en el principio de tuerca tornillo de tal manera que por cada vuelta que da el tornillo (tambor) este avanza una distancia axial determinada que se llama paso.

El paso en los micrómetros en milímetros es de 0,5 mm o 50 centésimas de milímetro que es lo mismo. Por eso el tambor tiene grabados 50 trazos.

El paso en los micrómetros en pulgadas es de 0,025 pulgadas o 25 milésimas de pulgada que es lo mismo. Por eso el tambor tiene grabadas 25 milésimas

CLASIFICACIÓN

Los micrómetros se clasifican:

❖ según su construcción en:

- ✓ Micrómetro de exteriores.
- ✓ Micrómetro de interiores.
- ✓ Micrómetro de profundidad.

❖ según la forma de la pieza a medir:

Según la pieza a medir, existen en el mercado diferentes tipos de tornillos micrométricos o micrómetros.

- ✓ De puntas para acceder a sitios difíciles.

- ✓ De husillo reducido.

2.10.3 GONIÓMETROS

Un goniómetro es un instrumento de medición con forma de semicírculo o círculo graduado en 180° o 360° , utilizado para medir o construir ángulos (figura 6). Funcionan como una falsa escuadra pero poseen un transportador en el cual se puede leer directamente el ángulo. Uno de los más sencillos está constituido por un semicírculo graduado y un brazo móvil que tiene un índice señalador de ángulo. El brazo móvil puede girar teniendo como eje el centro del semicírculo. Están contruidos de acero inoxidable. El goniómetro universal está formado por dos reglas, una de ellas provista de un limbo graduado y la otra de un vernier circular y de un anillo dentro del cual puede girar el limbo o disco graduado de la primera regla. Poseen un tornillo de fijación que permite inmovilizar las reglas en una posición determinada. Están contruidas en acero inoxidable, teniendo la regla que posee el vernier una longitud de 200mm a 300mm generalmente

Figura 6. Goniómetro



2.10.4 ALEXÓMETRO

El alexómetro es un instrumento portátil para medir diámetros interiores, cuyo sistema de medida es diferencial (figura 7).

El instrumento dispone, de uno de sus extremos, de dos puntas de palpación diametralmente opuestas, una fija y otra móvil que se desplaza y transmite este desplazamiento a través de una palanca a 90° al comparador mecánico o electrónico situado en el otro extremo del instrumento, que amplifica la lectura (analógica o digital) de la medida efectuada. El alexómetro suele tener un campo de medida desde unos pocos milímetros hasta varios cientos de milímetros.

Para realizar la medida, una vez introducido las puntas de palpación en el orificio a medir, se balancea para observar el punto de retroceso, el cual coincide con el diámetro a medir. Sobre el palpador móvil suelen tener un puente de centrado que permite una mayor facilidad y rapidez en las medidas.

En cuanto a su exactitud y precisión es necesario calibrar alexómetro para trabajar conforme a un sistema de calidad. Es recomendable que la calibración alexómetro sea realizada por laboratorios de calibración acreditados. En el proceso de medición no es tan importante la precisión de la medida sino la fiabilidad del resultado y que el técnico conozca bien los distintos conceptos estadísticos y metrológicos.

Figura 7. Alexómetro

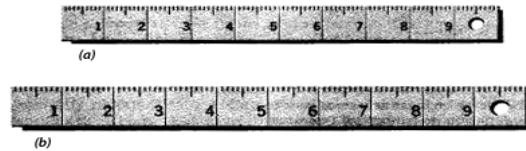


2.10.5 REGLA GRADUADA:

Es un fleje de acero en el que se ha grabado una graduación cuyo origen se confunde con el extremo de la izquierda (figura 8). Las longitudes normales de este instrumento son: 0.2 m, 0.50 m, 1 m y 2 m. Suelen estar grabadas en milímetros y, a veces, las primeras divisiones están en 0.5 mm entre trazo y trazo. Hay dos procedimientos para medir con regla graduada:

- **Medida al extremo:** se hace coincidir el cero de la regla con el origen de la dimensión que se quiere conocer y coincidiendo con el otro extremo de dicha dimensión se lee sobre la regla el valor buscado.
- **Medida entre dos trazos:** hacer coincidir un trazo cualquiera de la regla (marcada con el 10 o el 100 por ejemplo) con el origen de la dimensión que se quiere conocer y coincidiendo con el otro extremo de esa dimensión se lee el valor marcado en la regla, como en el caso anterior. Para conocer su valor real se tiene en cuenta la cota original para restarla del valor leído en el extremo. Cuando el extremo de la dimensión que se mide no coincide exactamente con un trazo de la graduación, se leerá el número entero más próximo por defecto o por exceso.

Figura 8. Escalas de metálicas y cintas de medición



<http://www.textoscientificos.com/imagenes/fisica/dilatacion-9.gif>

2.10.6 COMPARADOR DE CARATULA

Un comparador de caratula, es un instrumento de medición utilizado para realizar comparaciones de mediciones entre dos objetos para poder comprobar la conformidad de uno de los dos objetos, con respecto al otro, teniendo en cuenta uno de ellos como referencia (figura 9). Este instrumento no entrega valores de mediciones, sino que entrega variaciones de mediciones y su exactitud está relacionada con el tipo de medidas que se desea comparar.

El comparador de caratula transforma movimientos lineales de un husillo móvil, en movimientos circulares de un puntero y puede ser utilizado en procesos de fabricación, en metrología, para comprobar un gran número de mediciones como planitud, circularidad, cilíndricidad, esfericidad, concetricidad, desviación, desplazamiento.

Su construcción es similar a un reloj. Consta de una barra central en la que está ubicado el palpador en un extremo y en el otro posee una cremallera que está conectada a un tren de engranajes que amplifican el movimiento, finalmente este movimiento es transmitido a una aguja que se desplaza en un dial graduado.

Figura 9. Comparador de caratula



2.11 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Es una máquina que convierte energía térmica en energía mecánica (figura 10). El motor también es conocido como planta de energía o de poder. El calor de la combustión de un combustible produce potencia que es la que se encarga de generar movimiento.

Existen dos tipos básicos de motor: los reciprocantes que se mueven hacia arriba y hacia abajo o de ida y vuelta. Los reciprocantes son los más utilizados en los automóviles. Los motores rotativos, en vez de motores que reciprocen, tienen uno o más rotores que giran, es decir que rotan. El único motor de este tipo que ahora se utiliza en automóviles es el motor Wankel.

Figura 10. Motor de combustión interna



www.rsportscars.com/foto/10/audis806_engine.jpg&imgrefurl

2.12 EL PISTÓN

El pistón es aparentemente la pieza más simple y de construcción bastante sencilla, pero es una de las piezas móviles del motor que más estudios requiere a los diseñadores, ya que tienen tres funciones, hacer de pared móvil en el cilindro, transmitir la fuerza generada por la combustión a las bielas y no permitir que los gases de la combustión se transmitan al cárter por medio del cilindro y su función principal es la de modificar el volumen del cilindro y transformar los efectos de la combustión(energía química) en impulso(energía mecánica). Los pistones normalmente se fabrican de aleaciones ligeras como: Aluminio-cobre, aluminio-cobre-níquel (o hierro) y aluminio-silicio. Las aleaciones más empleadas son las últimas, porque ofrecen óptima resistencia mecánica y coeficiente de dilatación bajo, junto con elevado coeficiente de conductibilidad térmica.

2.12.1 FALLAS DE PISTONES

Gripado por falta de juego

El gripado se presenta por la disminución del espacio que hay entre el pistón y el cilindro hasta causar estragos si este conjunto tiene dimensiones erróneas. La falta de juego presenta las características como: huella brillante ocasionada por la presión que cambian por rayas lisas de color oscuro (figura 11).

Figura 11. Falla de pistones gripado por juego



Gripado por falta de lubricación

En este caso el problema proviene a menudo de la rotura de la película lubricante en determinados lugares debido a la alta temperatura o el derrame de carburante. Los sectores no lubricados del pistón, los segmentos de rodadura del cilindro rozan entre sí en estos sitios ocasionando gripados con áreas muy rayadas en muy poco tiempo (figura 12). Esto también ocurre cuando la película de aceite desaparece totalmente.

Figura 12. Gripado en falda de pistón



Gripado por recalentamiento

Este tipo de gripado destruye la película de aceite a causa del calentamiento excesivo. Esta se desarrolla en primera parte con una fricción mixta que deja

huellas de rozamiento por separado (figura 13). Luego al pasar el tiempo, el pistón se mueve totalmente en seco dentro del cilindro por el recalentamiento adicional en los sitios rayados. Las partes gripadas tienen un color oscuro y están muy rasgadas. El gripado comienza bien en la falda o en la cabeza del pistón, esto depende la causa.

Figura 13. Falla pistón por recalentamiento



Daños por problemas de combustión

- Fundición de la cabeza del pistón.
- Grietas en la cabeza del pistón.
- Rotura de la pared o del cordón entre segmentos (figura 14).
- Huellas de impacto en la cabeza del pistón.
- Agujeros en la cabeza del pistón.
- Erosión en la pared de fuego y en la cabeza del pistón.

Figura 14. Rotura de pared del pistón



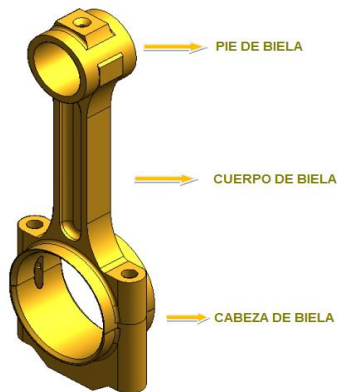
2.13 LA BIELA

Se caracteriza por que une el pistón al cigüeñal y su función principal es transformar el movimiento vertical del pistón en el rotatorio del cigüeñal (figura 15).

La biela consta generalmente de tres partes: Pie que es la parte que se acopla a el pistón por medio de un eje (bulón), cabeza que es la parte que va asegurada a el eje cigüeñal y cuerpo que une las otras dos partes de la biela.

Normalmente las bielas fabrican en acero templado forjadas. Pero hay casos que se hacen de Titanio o de aluminio mecanizadas, como por ejemplo en los motores de competición

Figura 15. Biela



http://www.taringa.net/posts/autos-motos/2506243/Megapost-_-Todo-sobre-motores.html

2.13.1 Fallas en bielas

- ✓ Biela torcida o desnivelada (figura 16)

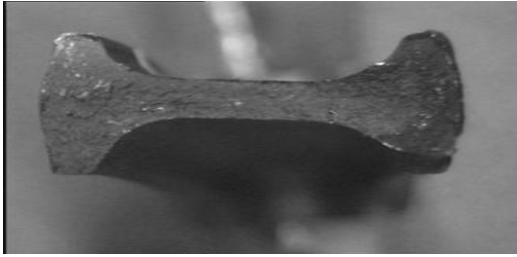
Figura 16. Biela torcida



Fuente. <http://www.furgovw.org/index.php?topic=19661.0>

- ✓ Fractura de biela (figura 17)

Figura 17. Rotura de biela



<http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10229>

✓ Ovalamiento (figura 18)

Figura 18. Biela con ovalamiento



<http://www.electromanuales.com/modules.php?name=Tutoriaux&file=print&di>

Normalmente estas fallas suceden por aceleraciones bruscas del motor, carga excesiva, cojinetes de bancada desalineados y malos montajes.

2.14 EL BLOQUE

El bloque es el que aloja los elementos fijos como los cilindros y elementos móviles como los pistones del motor, los conductos de líquido refrigerante y otros conductos que hacen parte del sistema de lubricación. En la parte superior de este se aloja la culata y la mayoría de elementos del motor. Por lo general el bloque se construye en aleaciones de hierro o aluminio, siendo estas ultima de menos peso y permiten mayor rendimiento.

➤ **Bloque con cilindros en línea**

En este tipo de motores los cilindros forman un bloque y están dispuestos uno a continuación del otro en forma vertical (figura 19). Son los más utilizados en los turismos de gama baja y media.

Figura 19. Bloque motor de combustión interna en línea



➤ **Bloque con cilindros en V**

Los cilindros forman dos bloques, cada uno con la mitad de cilindros, juntándose en una sola pieza con la bancada en común (figura 20). Como dice su nombre el bloque tiene forma de V cuya inclinación varía en función del fabricante, aunque las más comunes son de 120°, motores de poca altura pero mucha anchura, 90°, y 60°.

Figura 20. Bloque motor de combustión interna en V



<http://8000vueltas.com/wp-content/uploads/2007/05/bmw8z1.jpg>

➤ **Bloque con cilindros opuestos**

También llamado motor Bóxer, en él los cilindros forman dos bloques, cada uno con la mitad de los cilindros, juntándose en una sola pieza con la bancada en común. En estos motores la inclinación de los dos bloques es de 180°, es decir, que están uno en frente del otro. Estos motores se utilizan, generalmente, en vehículos que disponen de mucha anchura pero poca altura para el hueco del motor, por ello se utilizan en autocares.

2.15 CILINDROS Y CAMISAS

El cilindro es un elemento del motor de forma cilíndrica, fabricado de un material metálico muy resistente a altas temperaturas, por este se desplazan los pistones en su movimiento alternativo, entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior, las paredes interiores son completamente lisas y en algunos casos cromadas para mayor resistencia al desgaste. En el cilindro se adaptan unas camisas o el mismo cilindro constituye la camisa, la cual es elemento de recambio o modificación en caso de una reparación; de éstas existen dos tipos:

CAMISA SECA: Es un cilindro que se coloca a presión dentro del formado en el bloque, sin existir ningún espacio entre bloque y camisa. En casos de reparación este tipo de camisas permite ser maquinada, teniendo en cuenta que se aumenta el diámetro interior, cierta cantidad de veces, especificadas inicialmente por los fabricantes de motores y al llegar a estos límites debe ser cambiada por una nueva de medida original.

CAMISA HUMEDA: En este caso la camisa reemplaza totalmente al cilindro del bloque y es apoyada en éste únicamente en su parte superior e inferior siendo rodeada en su totalidad por los ductos de refrigeración. Para una reparación simplifica el proceso ya que solo se debe extraer la camisa vieja y reemplazarla por la nueva, la cual se sujeta del bloque en la parte superior por medio de unas bridas, las que presionan evitando cualquier tipo de movimiento.

2.16 EL PASADOR O BULÓN:

El bulón es un eje de acero con el centro hueco (figura 21) que sirve de unión entre la biela y el pistón, el bulón además puede ser: flotante cuando el bulón gira en los soportes del pistón y la biela, semiflotante este tipo de bulones se usa en las bielas de pie abierto, fijo es cuando el bulón está sujeto a los soportes del pistón por contracción.

Figura 21. Pasador o bulón



<http://www.lupporacing.com/img/productos/42.jpg>

2.17 ANILLOS DE PISTÓN

Los anillos de los pistones (figura 22) tienen la función de impedir que el lubricante se filtre del cárter a la cámara de combustión y que de esta última escapen los

gases de combustión. Su fabricación se suele realizarse con hierro fundido de grano fino y aleaciones especiales. Es importante destacar que los anillos son contruidos con menor dureza que el cilindro para que el desgaste se produzca en los anillos y no en la superficie interna del cilindro.

Figura 22. Anillos de pistón



2.18 COJINETES DE BIELA Y BANCADA

Es un elemento mecánico en el que se apoya y gira un eje mediante su órgano de contacto. Se recomienda que el material de los casquetes sea más blando que el del eje y así evitar el desgaste de éste último.

Los casquetes tienen unos orificios y una guía que se utilizan para hacer una lubricación forzada de los mismos manteniendo una película de aceite muy fina en la zona de contacto entre el cigüeñal y el casquete. Estos están ubicados en la cabeza de la biela y la bancada por medio de una oreja que casa perfectamente con una ranura en la pieza que lo recibe.

Algunas de las funciones principales de los cojinetes o casques de biela y bancada son:

- ✓ Actuar como superficie de resbamiento en el arranque con una película de lubricante muy fina con la capacidad de autoprotgerse y proteger los muñones.
- ✓ Proveer resistencia necesaria para las cargas y fatiga.
- ✓ Actuar como una superficie de protección, desgaste blanda y que sea reemplazable.
- ✓ Transferir calor asía la superficie de biela y bancada.

2.18.1 FALLAS DE LOS COJINETES

Desgaste abrasivo

Normalmente sucede cuando partículas abrasivas llenan el espesor de la película de aceite y presenta acanalado, rayado de la superficie (figura 23).

Figura 23. Cojinete acanalado



<http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=135586>

Desgaste adhesivo

Este desgaste se presenta por elevadas temperaturas, tanto que las capas de estaño plomo o aluminio quedan fundidos y adherías al cigüeñal (figura 24). También puede suceder por aceites inapropiados de baja viscosidad

Figura 24. Cojinete con desgaste adhesivo



Modos_Falla_Cojinetes_E_Espejo_UN.pdf

Corrosión

Normalmente presenta picaduras en la superficie oscuras, generando a menudo fatiga y se puede presentar por contaminación o degradación del aceite (figura 25).

Figura 25. Falla de corrosión en cojinetes



Fatiga

Presenta dentro del cojinete resquebrajadura, por lo general con levantamiento de pedazos de material del cojinete (figura 26).

Figura 26. Levantamiento de material en cojinete



http://maquinasdebarcos.blogspot.com/2009_04_01_archive.html

Cavitación

Cuando se presenta fallas por cavitación (figura 27) se presenta erosión de material a casusa de la implosión de burbujas producidas por vapores procedentes del aceite por baja presión.

Figura 27. Falla producida por cavitación



<http://www.paidevenezuela.com/>

2.19 ÁRBOL DE LEVAS.

El árbol de levas (figura 28) consiste en una barra cilíndrica que recorre la longitud del flanco de los cilindros con una serie de levas sobresaliendo de él, una por cada válvula de motor. Las levas fuerzan a las válvulas a abrirse por una presión ejercida por la leva mientras el árbol rota. Este giro es producido porque el árbol de levas está conectado con el cigüeñal, que es el eje motriz que sale del motor. La conexión entre cigüeñal y árbol de levas se puede realizar directamente mediante un mecanismo de engranajes o indirectamente mediante una correa o cadena, conocida como correa de distribución.

La relación entre la rotación del árbol de levas y la rotación del cigüeñal es de crítica importancia. Al ser las válvulas las que controlan el flujo de admisión de combustible y de gases que se expulsan en el motor, deben abrirse y cerrarse en

el momento oportuno durante recorrido del pistón. En algunos casos el árbol de levas también controla la distribución de aceite y la bomba del combustible.

Figura 28. Árbol de levas



<http://4.bp.blogspot.com/arb+ol+de+levas.jpg>

2.20 CIGÜEÑAL

El cigüeñal está montado en cojinetes en la parte inferior del bloque de cilindros llamada a veces caja de cigüeñal (figura 29). Los pistones, que se instalan en los cilindros del bloque, se conectan con el cigüeñal por medio de las bielas. El cigüeñal gira por las fuerzas que ejercen los pistones cuando el motor está en marcha. Los pistones tienen un movimiento recíproco, que se convierte en movimiento rotatorio en el cigüeñal.

Generalmente los cigüeñales se hacen de acero forjado y sus dimensiones dependen casi exclusivamente de los esfuerzos vibratorios. Por lo tanto el material con el que se fabrique no influye mucho.

Figura 29. Cigüeñal



<http://www.deautosmotores.com.ar/mecanica/imagenes/ciguenal.jpg>

2.21 CULATA

La culata forma parte del motor de combustión y va ubicada en la parte superior del bloque, posee elementos como las válvulas, las bujías, y en la mayoría de casos el eje de levas (figura 30). Se fabrica generalmente de fundición aleada con

otros materiales, que añaden características de resistencia, rigidez y conductividad térmica. En otras ocasiones se usan aleaciones de aluminio.

Figura 30. Culata



<http://www.ibanezcompeticion.cl/documents/66.html>

Causas de fallas en culatas

La culata es una pieza del motor que está sometida a grandes temperaturas y elevadas presiones, que producen dilataciones importantes, seguidas de las correspondientes contracciones al enfriarse el motor una vez parado. Como consecuencia de todo ello, pueden producirse deformaciones permanentes e incluso grietas, que dificultan el buen funcionamiento del motor.

Si se encuentran deformaciones o alabeos, deberá procederse a la rectificación del plano, cuidando de quitar la menor cantidad posible de material, ya que con el rectificado disminuye el volumen de las cámaras de combustión y, en consecuencia, aumenta la relación de compresión.

La culata es una pieza importante y de precio elevado, por lo tanto se procederá a su rectificado si la ficha técnica dada por el fabricante lo permite.

3 DISEÑO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL

El diseño del laboratorio está enfocado principalmente a la prestación de un servicio académico en la formación de los estudiantes de Ingeniería Mecánica como apoyo de la asignatura MTA formándolo en el área de metrología dimensional, también estará en la capacidad de prestar un servicio a la industria de la región en calibración y mantenimiento de equipos de medición dimensional y comprobar que las piezas fabricadas por estas cumplan las especificaciones de diseño y calidad en dimensión, forma y calidad superficial debido a que contara con excelentes instalaciones e instrumentos de alta calidad.

A continuación se muestra en detalle los elementos necesarios de infraestructura, instrumentos de medición, calibración y personal para el buen desarrollo de las diferentes actividades del laboratorio.

3.1 INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO

Las instalaciones y condiciones ambientales se determinan de acuerdo a los requisitos de la norma NTC-ISO-IEC 17025 y se describen a continuación.

3.1.1 INSTALACIONES

Las instalaciones deben permitir que las actividades del laboratorio se desarrollen de modo eficaz y seguro. Además se debe diseñar con criterios de eficiencia; el área de construcción del laboratorio debe estar alejada de fuentes de calor, vibraciones, choques mecánicos, fuentes de interferencia mecánica y en general de actividades que puedan afectar directa o indirectamente el laboratorio. Las instalaciones deben tener control de humedad, temperatura y deben estar libres de polvo, ruido y vapores. En caso de que las condiciones de localización no sean las mejores para el laboratorio se debe diseñar y seleccionar un sistema de aislamiento para eliminar al máximo los efectos de las condiciones externas.

Se debe utilizar pintura que evite el desprendimiento de partículas de polvo con componentes plásticos, con varias capas de material epóxico o a base de poliamidas. En las paredes debe utilizarse pintura de color mate para evitar los reflejos y deslumbramientos. Se debe instalar en lo posible un falso techo en todas las dependencias del laboratorio y será pintado con el mismo tipo de pintura descrito anteriormente. Se debe tener en cuenta el color de las paredes para evitar la reflexión de la luz. Se recomienda el blanco mate.

El sistema de aire acondicionado se debe instalar fuera de las instalaciones o en lo posible aislarlo debido a que este tiende a ser una fuente de vibración y ruido.

La distribución de planta del laboratorio debe estar bien definida y como mínimo debe contener las siguientes zonas:

- ✓ Área de oficinas.
- ✓ Área de medición o calibración.
- ✓ Área de bodega (lugar donde se guardan los instrumentos de medición)
- ✓ Sistema de transporte de piezas

Se deben tomar medidas para asegurar el orden y la limpieza del laboratorio, para ello se deben elaborar protocolos de control, higiene y seguridad para todo el personal para garantizar el correcto funcionamiento del laboratorio y en general para que no se afecte la calidad en los resultados de las mediciones o calibraciones.

3.2 CONDICIONES AMBIENTALES

3.2.1 TEMPERATURA

Se debe tener especial cuidado con la temperatura en el laboratorio debido a que es necesario mantener las condiciones ambientales prácticamente constantes para que favorezcan las calibraciones o mediciones y evitar los problemas relacionados con la variación de temperatura es decir en el área donde se realizan las mediciones o las calibraciones se recomienda que la temperatura este en $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

A continuación se muestra el proceso de análisis y selección del aire acondicionado del laboratorio. Esta selección se realizo con la ayuda una herramienta computacional desarrollada en la tesis de grado HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PEDAGÓGICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO realizada en Matlab por los estudiantes DIEGO ELÍAS NAVARRO BAUTISTA, HÉCTOR JAVIER NAVARRO BAUTISTA.

Proceso de selección de aire acondicionado

Este proceso se realizo con base a los requerimientos ambientales del laboratorio teniendo en cuenta su ubicación, instalaciones, equipos y personal que opera en el laboratorio.

Tabla 1. Ingreso de datos generales de diseño

DATOS GENERALES DE DISEÑO		
<i>Ciudad</i>	Bucaramanga	
<i>Tipo de local</i>	Laboratorio de metrología dimensional	
<i>Ubicación del local (latitud)</i>	8	
<i>Mes</i>	Enero	
<i>Hora de diseño</i>	13:00	
CONDICIONES AMBIENTALES		
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Exteriores</i>	30.8	82.6
<i>Interiores</i>	20	50

Tabla 2. Características del techo

MODULO DE TECHO				
<i>Composición del techo</i>		6 in de concreto pesado con 1 o 2 in de aislamiento.		
<i>Área del techo (m²)</i>		90		
<i>Color y ubicación</i>		Techo de color claro área rural.		
<i>Cielo raso</i>		si		
RESULTADOS				
Peso (lb/ft ²)	CLTD (°F)	U (Btu/h.ft ² .F)	CLTD corregido (°F)	Q (Btu/h)
77	25	0.125	28.19	3414

Tabla 3. Características de los vidrios

MODULO DE VIDRIOS							
<i>Numero de vidrios</i>		2					
<i>Área (m²)</i>		1.44					
<i>Orientación del vidrio</i>		Norte					
<i>Estación</i>		Verano					
<i>Tipo de vidrio</i>		Vidrio sencillo claro de 1/4" a 1/2"					
<i>Tipo de marco</i>		Ventanas con marco metálico, 80% vidrio					
<i>Sombreado</i>		Interior					
<i>Tipo de sombreado</i>		Persianas venecianas					
<i>Claridad</i>		claro					
RESULTADOS							
RADIACIÓN SOLAR EN VIDRIOS							
Numero	Vidrio	Área	Orientación	SC	SHGF (BTU/h*ft ²)	CLF	Q (Btu/h)
1	sombra	0	N	0	0	0	0
1	soleada	15.4996	N	0.5500	32	0.8900	243
2	sombra	0	N	0	0	0	0
2	soleada	15.4996	N	0.5500	32	0.8900	243
CONDUCCIÓN EN VIDRIOS							
Vidrio	Área (ft ²)	Orienta	U (BTU.hr.ft ²)	Ucorr	CLTD (°F)	CLTDcorr (°F)	Q (Btu/h)
1	15	N	0.82	0.82	12	24.4400	311
2	15	N	0.82	0.82	12	24.4400	311

Tabla 4. Características de alumbrado

MODULO DE ALUMBRADO	
Lámparas	
<i>Tipo</i>	Luces de balastro
<i>Número de portalámparas</i>	19
<i>Lámparas por portalámparas</i>	2
<i>Potencia por lámpara, q, (Watt)</i>	40
<i>Portalámparas en uso</i>	17
USO	
<i>Horas diarias de trabajo</i>	8
<i>Hora de encendido</i>	8
FACTORES	
<i>Factor "A"</i>	0.55
<i>Factor "B"</i>	B
RESULTADOS	
<i>Carga térmica (BTU/h), Qs</i>	4118
<i>Factor de carga de enfriamiento, CLF</i>	0,74
<i>Fracción de calor en uso, FU</i>	0.894737
<i>Factor de balastro, Fs.</i>	1.2

Tabla 5. Características de personas

MODULO DE PERSONAS	
NÚMERO DE PERSONAS	
<i>Niños</i>	0
<i>Mujeres</i>	0
<i>Hombres</i>	5
ACTIVIDAD	
<i>Grado de actividad</i>	De pie, trabajo ligero; caminando lentamente
PERMANENCIA	
<i>Permanencia en el recinto (hr)</i>	8
<i>Hora de ingreso al recinto (hr)</i>	8
RESULTADOS	
<i>Calor sensible (BTU/h)</i>	972
<i>Calor latente (BTU/h)</i>	938
<i>Factor de carga de enfriamiento, CLF</i>	0.76
<i>Calor total (BTU/h)</i>	1910

Tabla 6. Características equipos de laboratorio

MODULO DE EQUIPOS					
EQUIPO	CANT	CLF	CARGA SENSIBLE (BTU/H)	CARGA LATENTE (BTU/H)	CARGA TOTAL (BTU/H)
Computador	4	0.8	602	0	602
Impresora laser	2	0.8	1174	0	1174
Maquina de tres coordenadas	1	0.8	361	0	361
Fax moden	2	0.8	819	0	819
RESULTADOS					
<i>Calor sensible total (BTU/h)</i>				2956	
<i>Calor latente total (BTU/h)</i>				0	
<i>Calor total generado (BTU/h)</i>				2956	

Tabla 7. Características de ventilación

MODULO DE VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN	
VENTILACIÓN	
Número de personas (Criterio)	5
Categoría	Centros educativos
Espacio	Laboratorios de ciencias
Rata de ventilación mínima (CFM/Persona)	10
Porcentaje de incremento (%)	6
INFILTRACIÓN	
Volumen del recinto (m ³)	270
Infiltración	Ventanas y puertas sin sello especial
ACH (0-2)	2
Cuartos con ventanas o puertas exteriores	si
EXTRACCIÓN	
Aplicación del local	Laboratorios
ACH	15
RESULTADOS	
Caudales	
Ventilación (cfm)	53
Infiltración (cfm)	317.79
Extracción (cfm)	79.4475
Ventilación e infiltración (cfm)	370.79
CALORES	
Calor sensible total (BTU/h)	9627.88
Calor latente total (BTU/h)	38551.1
Calor total generado (BTU/h)	48179

Tabla 8. Características de la pared

MODULO DE DISEÑO DE PARED					
Numero de paredes	4				
Numero de capas	4				
COMPOSICIÓN DE PARED					
Capa	Material	Espesor (ft)			
1	Mortero cemento	0.0656			
2	Ladrillo común	0.4921			
3	Mortero cemento	0.0656			
4	Yeso	0.0328			
Propiedades del material					
Material	Conductividad (BTU/h*ft*°F)	Densidad (lbm/ft ³)	Calor específico (BTU/lbm*°F)		
Mortero cemento	0.41603	116.1161	0.18571		
Ladrillo común	0.26002	112.3704	0.2		
Yeso	0.092451	59.3066	0.19714		
RESULTADOS					
Pared	U (BTU*h*ft ²)	Área (ft ²)	CLTD (F)	CLTD corre	Q (BTU/h)
1	0.1110	264	10	6	176
2	0.1110	280	10	6	186
3	0.1110	252	10	6	168
4	0.1110	252	10	6	168

Tabla 9. Análisis psicrométrico

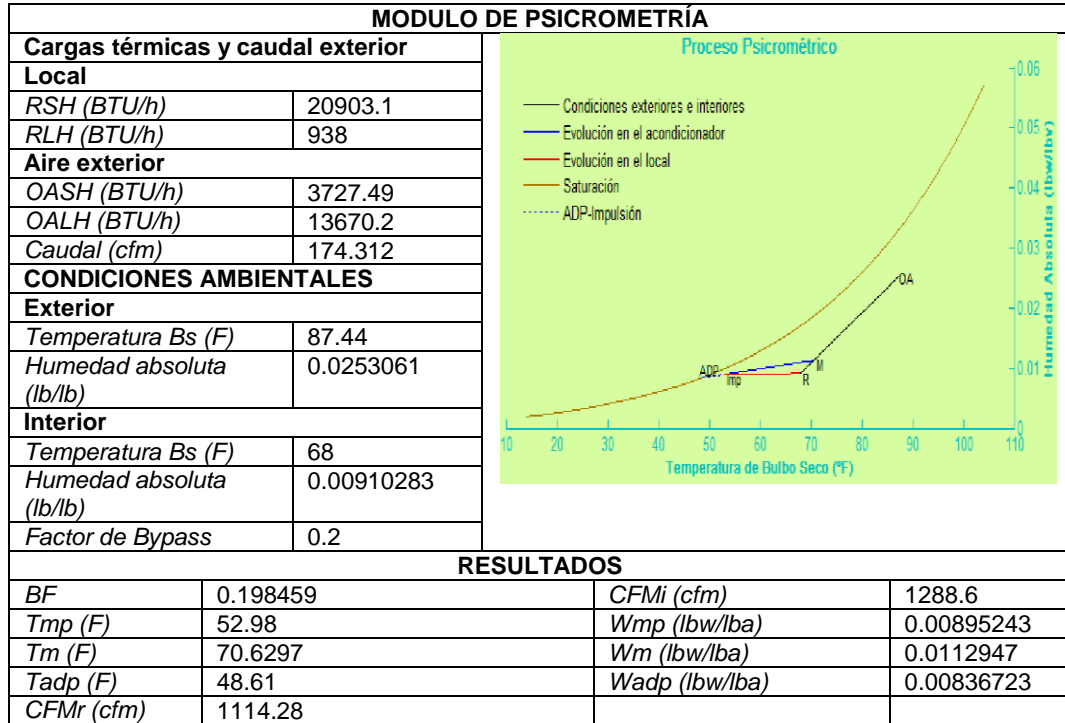


Tabla 10. Cargas térmicas

RESULTADOS CALCULO DE CARGAS TERMICAS		
<i>Ciudad</i>	Bucaramanga	
FECHA		
<i>Hora de diseño</i>	13:00	
<i>Mes de diseño</i>	agosto	
CONDICIONES		
	T Bs (°F)	% HR
<i>Exterior</i>	87.44	80.5
<i>Interior</i>	68	55
CARGAS TOTALES		
Carga	Q Sensible (BTU/h)	Q latente (BTU/h)
<i>Paredes</i>	-1131	-
<i>Vidrio</i>	11121	-
<i>Techo</i>	3686	-
Q externas	13676	-
<i>Alumbrado</i>	4118	0
<i>Personas</i>	972	938
<i>Equipos</i>	2137	0
Q internas	7227	938
<i>Ventilación</i>	3727	13670
<i>Infiltración</i>	0	0
Q otras	3727	13670
SUBTOTAL	24630	14608

Tabla 11. Variación de las cargas según las condiciones del laboratorio

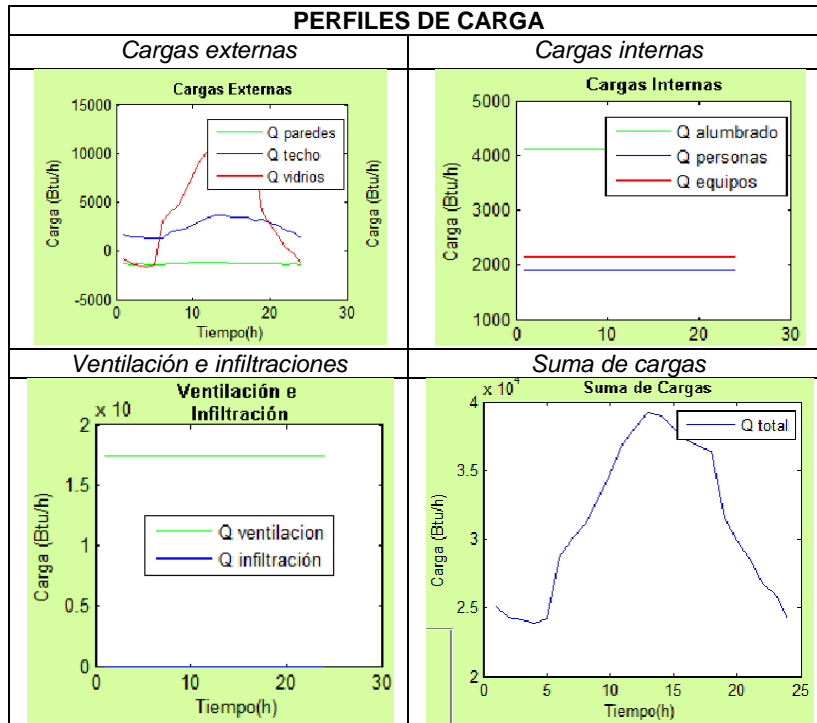


Tabla 12. Equipo seleccionado

MODULO DE SELECCIÓN DE LA UNIDAD MANEJADORA	
Tipo de unidad	Paquete
DATOS PARA LA SELECCIÓN	
Calor sensible total (BTU/h)	24630.6
Calor latente total (BTU/h)	14608.2
Calor total (BTU/h)	39238.8
Caudal de aire impulsado (cfm)	1288.6
CRITERIO DE SELECCIÓN	Carga térmica total
UNIDAD(ES) SELECCIONADA(S)	
Marca	York
Modelo	ZF090C00A2AAA5
Cantidad	1
CARACTERÍSTICAS DE LA(S) UNIDAD(ES)	
CFM impulsados	5600
Carga térmica total (BTU/h)	47716
Calor sensible (BTU/h)	47716

El sistema de aire acondicionado que se selecciono para el laboratorio de metrología dimensional tiene las siguientes características técnicas las cuales me cumplen satisfactoriamente con los requisitos establecidos. Ver anexo E

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL

- ✓ Tipo paquete condensado Por aire de 7,5 TR.
- ✓ Una unidad marca **YORK** modelo ZFO90C00A2AAA5.
- ✓ Tipo de refrigerante R-410.
- ✓ 220 V / 60 HZ

DUCTOS Y AISLAMIENTO

- ✓ 54 m² de ducto en lámina de fibra de vidrio con FOIL por las dos caras.
- ✓ 6 m² de ducto en lámina galvanizada calibre 24 sin pintar.
- ✓ 6 m² de aislamiento en JUMBOLON de 15 mm de espesor.

DIFUSORES Y REJILLAS

- ✓ Cuatro difusores de cuatro vías de 8" X 8" con dámper.
- ✓ Un difusor de suministro de tres vías de 8" X 8" con dámper L-JS3.
- ✓ tres Rejillas de suministro de 20" X 10" doble aleta con dámper.
- ✓ Dos rejillas de retorno de 24" X 18" de doble aleta sin dámper.

ACCESORIOS GENERALES PARA EL MONTAJE

- ✓ Un termostato digital de dos etapas.
- ✓ Un termo higrómetro digital.
- ✓ Cuatro soportes de neopreno.
- ✓ Una base metálica.
- ✓ Una caja guarda termostato.

3.2.2 CONTROL DE HUMEDAD

Los patrones, el acabado de los instrumentos y las partes metálicas de las piezas a medir son muy sensibles a la oxidación, razón por la cual se debe trabajar en un ambiente relativamente seco, para evitar la condensación del vapor de agua sobre las piezas o equipos. Por tanto, la humedad relativa debe ser mantenida entre un 40 % y un 60 %. Este control de humedad lo da el sistema de aire acondicionado elegido anteriormente.

3.2.3 PRESIÓN

Las mediciones o calibraciones dimensionales no se ven directamente afectadas por la presión en el laboratorio, sin embargo la presión atmosférica en el interior del laboratorio debe ser ligeramente mayor a la externa (25 Pa) para evitar que entre polvo o cualquier otro contaminante procedente del exterior.

3.2.4 POLVO

En los laboratorios de Metrología Dimensional el polvo afecta la medición en distintas piezas y en cierta parte también la calibración de los instrumentos. Es por esto que se deben tener en cuenta algunas recomendaciones para minimizar al máximo el desprendimiento de partículas de polvo como lo son:

- ✓ Pintura.
- ✓ Pisos.

En caso de nuestro laboratorio utilizaremos pintura epóxica la cual nos minimiza al máximo las partículas de polvo.

3.2.5 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

Las variaciones de la tensión de la red deben limitarse cuando se realizan medidas eléctricas que pueden verse alteradas por la variación de la tensión de entrada en los aparatos. Dichos valores nominales se pueden observar a continuación:

- ✓ Valor eficaz de la tensión de red de alimentación debe tener un valor nominal de 220 V con una variación admisible de $\pm 5\%$.
- ✓ La forma de la onda debe tener una tasa de distorsión armónica de 5 %, con impulsos superpuestos a la tensión de alimentación con amplitud inferior al 2 % del valor de pico a pico de esta tensión.
- ✓ El laboratorio debe contar con un registro para detectar las posibles fallas en el suministro eléctrico.

3.2.6 CAMPOS MAGNÉTICOS

Los campos magnéticos se pueden reducir evitando la proximidad de las líneas de alimentación eléctrica con las de los transformadores de potencia y reguladores de tensión. Además de esto las interconexiones entre los diferentes aparatos se deben hacer por medio de cables coaxiales.

3.2.7 ILUMINACIÓN

La Iluminación de los Laboratorios debe ir acorde con la exigencia visual de los trabajos y del tipo de tarea a realizar en cada sitio. Para el laboratorio se sugiere como mínimo 500 Lux para oficinas y 1000 Lux para los trabajos de apreciación de detalles (pruebas visuales, medición o calibración, procesos manuales). Además se aconseja usar lámparas fluorescentes las cuales poseen una mayor eficiencia energética.

Debe evitarse al máximo posible el uso de baterías o hileras de lámparas, debido a que estas lámparas son fuente de calentamiento local. Para un buen control de la temperatura, la iluminación puede originar interferencias en frecuencias del orden de 1 MHz por tanto, deben efectuarse chequeos regulares cuando se utiliza iluminación fluorescente, para asegurar el nivel de interferencia exigido.

Se utilizarán lámparas fluorescentes de 2" X 32" (50,8 mm X 812,8 mm) que serán distribuidas de la siguiente manera (Tabla 13) y se puede observar mejor en el plano eléctrico del laboratorio en la figura 43.

Tabla 13. Lámparas fluorescentes en el laboratorio.

ZONA	CANTIDAD
Sala de máquina de medición por coordenadas.	2
Bodega de instrumentos.	2
Sala de gestión de datos y análisis de resultados.	2
Sala de mediciones.	9
Oficina director administrativo.	2
Baño.	1
Vestier.	1
TOTAL:	19

3.2.8 PUESTA A TIERRA

Para brindar seguridad eléctrica y asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos conectados al circuito se debe contar con un sistema que de puesta a tierra con la finalidad de evacuar y dispersar corrientes eléctricas con mínima resistencia y captar el potencial de referencia cero.

3.2.9 VIBRACIONES Y CONTROL DE RUIDO

Por lo general los laboratorios se ven afectados por la vibración y el ruido por agentes externos como lo es la entrada de aire a través de los distribuidores del sistema de aire acondicionado.

Para que las vibraciones y el ruido no afecten directamente la metrología dimensional, Las vibraciones con frecuencia inferiores a 200 Hz no deberán sobrepasar una aceleración de 0,003 g, y el nivel del ruido continuo no debe ser superior a 65 Db.

3.2.10 PISOS

La clase de piso que se va a utilizar en el laboratorio debe ser correctamente escogida debido a que debe ser de un material que no produzca desprendimiento de partículas de polvo, debe ser fácil de limpiar, resistente a la abrasión, a los agentes químicos, antideslizante, además de estos se debe elegir un material que elimine al máximo la necesidad de juntas o espacios entre baldosa y baldosa.

Por otra parte se deben eliminar o al menos amortiguar las frecuencias transmitidas por el suelo que están comprendidas generalmente entre 15 y 30 Hz, para ello es necesario colocar un lecho de arena betún sobre el suelo, que actúe como una base flotante, quedando normalmente las frecuencias de suspensión inferiores a 2 Hz en la dirección vertical y horizontal, otra solución es colocar una losa de hormigón con juntas de madera o material similar, cada dos metros.

Con base a las especificaciones anteriores se decidió que los pisos del laboratorio serán instalados en granito pulido.

3.3 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL LABORATORIO

Para poder definir un modelo para la organización estructural del laboratorio se realizaron algunas visitas a empresas las cuales poseen un laboratorio de metrología dimensional que actualmente son utilizados para brindar servicios de calibración de equipos y control de calidad. Tales empresas son industrias LAVCO el cual posee un laboratorio que aunque no está acreditado por la superintendencia de industria y comercio brinda servicios a la misma empresa con un alto nivel de calidad, las condiciones ambientales de las instalaciones están bien controladas, posee mesones de granito pulido debidamente reglamentarios, no tiene mesones de mármol, los instrumentos son calibrados en el mismo laboratorio con patrones que están correctamente certificados. Del mismo modo se realizó una visita al laboratorio de la empresa DANA TRANSEJES, este tampoco está acreditado ante la superintendencia de industria y comercio, pero cumple con la mayoría de requisitos exigidos por la norma ISO/IEC 17025:2005 como control de temperatura y humedad, instalaciones óptimas con mármoles de

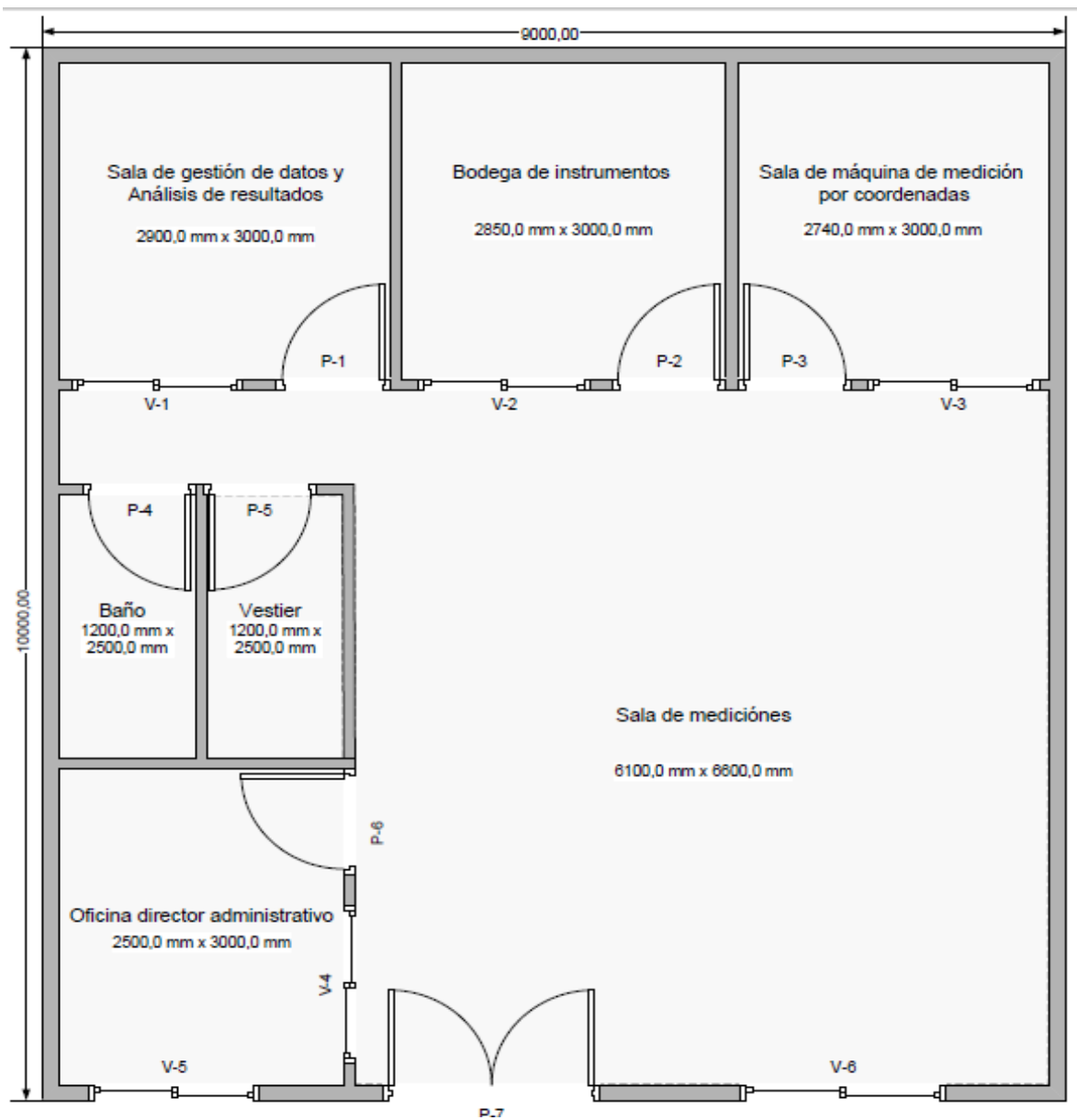
planitud, el control de calibración de equipos se hace de una forma correcta y patrones debidamente certificados.

Con base a las visitas realizadas y los requerimientos de la norma ISO/IEC 17025:2005, se deben tener en cuenta las condiciones ambientales (esterilidad biológica, el polvo, la interferencia electromagnética, la radiación, la humedad, el suministro eléctrico, temperatura, niveles de ruido y vibración) para que estas no comprometan e interfieran en los resultados de los ensayos o de las calibraciones.

Las instalaciones del laboratorio estarán ubicadas dentro de la misma escuela de ingeniería mecánica, y hará parte de lo que se denominara el centro de diagnóstico que se planea construir a futuro, el terreno disponible para las instalaciones del laboratorio tienen un largo de 10 m y un ancho de 9 m, con un área total es de noventa metros cuadrados (90 m²).

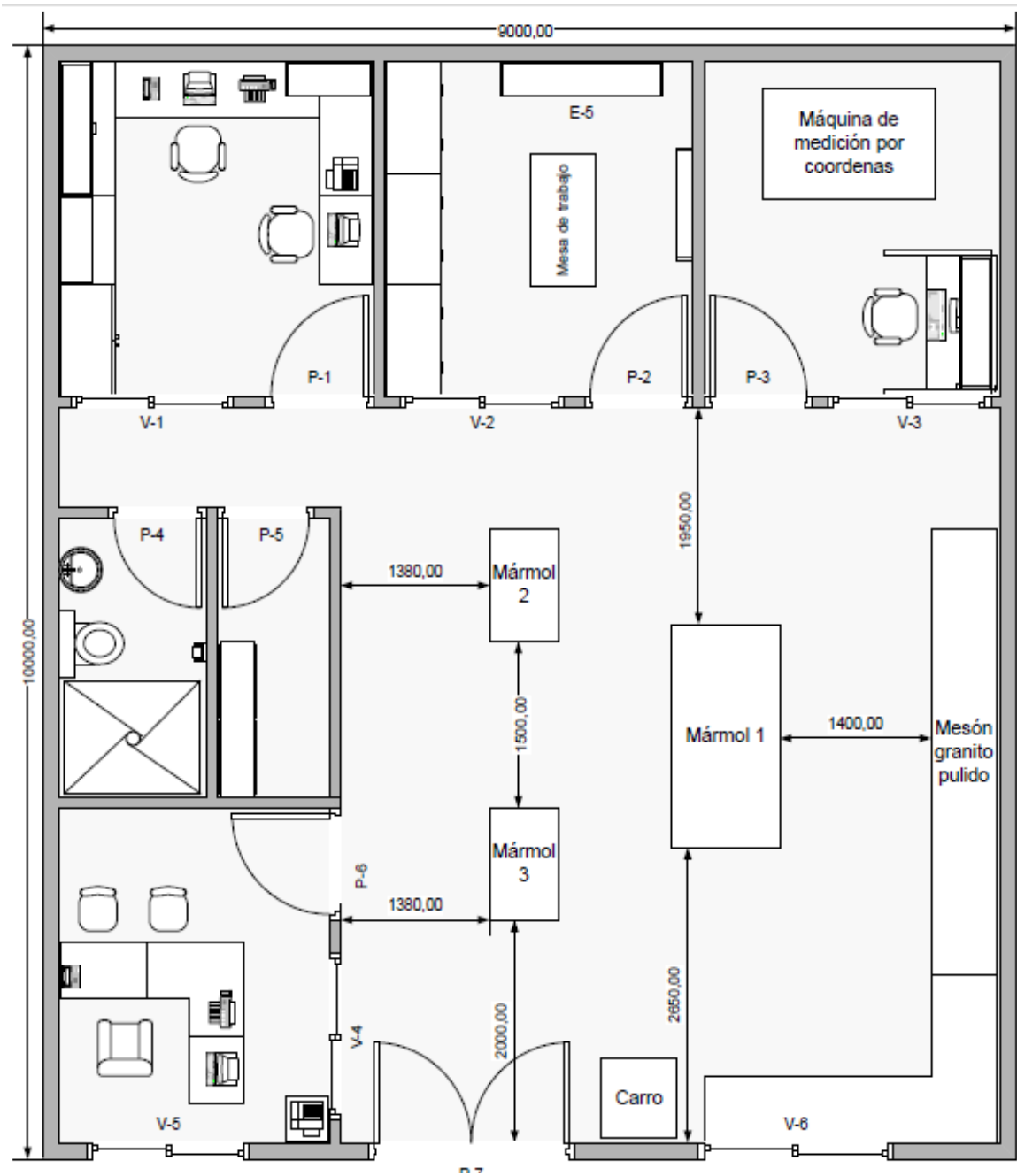
En la figura 31 se presenta la distribución de planta general del laboratorio, las cuales contarán con redes de acueducto y energía.

Figura 31. Distribución de planta del laboratorio



El laboratorio cuenta con seis zonas características las cuales tienen una función específica. En la figura 32 y 33 se puede observar más en detalle lo que va a contener cada una de las salas.

Figura 32. Distribución de planta del laboratorio en detalle.



VISTA ISOMÉTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL

La imagen que se muestra en la figura 33 representa un modelo en tres dimensiones de lo que serán las instalaciones del laboratorio con sus respectivos equipos para el desarrollo de sus actividades. Este fue construido con el software de diseño "Archicad" versión académica.

Figura 33. Vista proyectada del LMD.



✓ SALA DE MÁQUINA DE MEDICIÓN POR COORDENADAS.

En esta sala estará ubicada una máquina de medición por coordenadas en la cual se puede medir una pieza por determinación de las coordenadas X, Y, Z (tridimensionalmente) figura 34. En general esta máquina nos ayudara a efectuar mediciones de tipo dimensional, posicional, desviaciones geométricas, y mediciones de contorno. Las mediciones que realice esta máquina serán visualizadas y analizadas en un computador mediante un software especial. También contará con un escritorio y una silla.

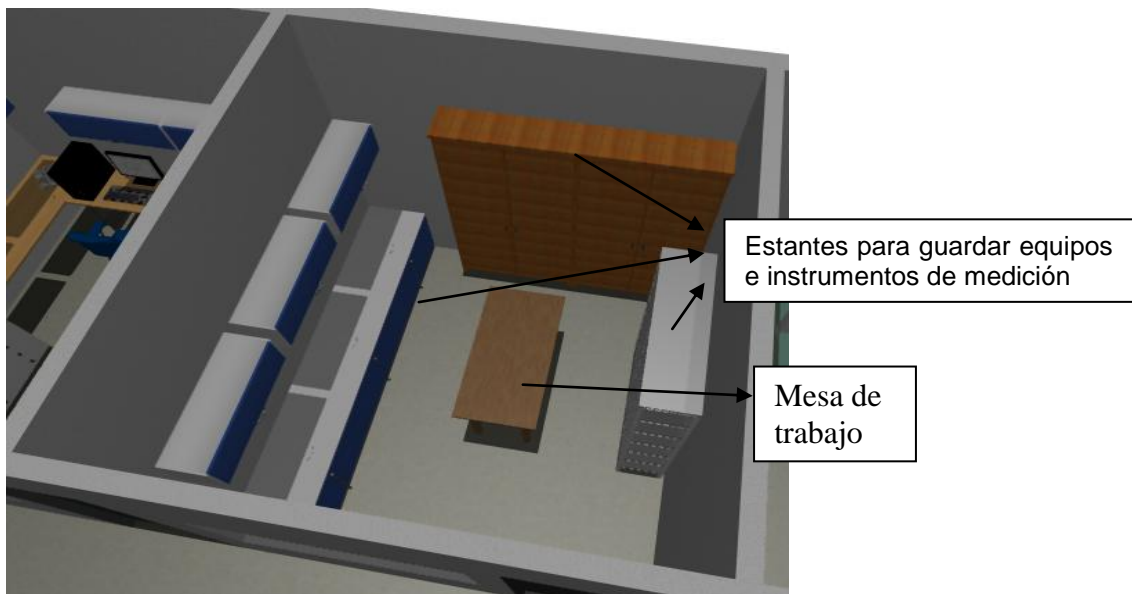
Figura 34. Isométrica sala maquina de medición por coordenadas



✓ **BODEGA DE INSTRUMENTOS.**

Esta zona está destinada para almacenar los instrumentos de medición del laboratorio o instrumentos los cuales están en proceso de medición. Contará con tres muebles, un estante, una mesa de trabajo y un fichero para controlar la entrada y salida de los instrumentos como se observa en la figura 35.

Figura 35. Isométrica bodega de instrumentos.



✓ **OFICINA DIRECTOR ADMINISTRATIVO.**

Desde esta oficina se ejecutará la sección administrativa del laboratorio. Dispondrá de un escritorio tipo L, tres sillas, un computador, un teléfono, un fax y una impresora. Ver figura 36 y 37.

Figura 36. Isométrica oficina director administrativo.



Figura 37. Detalle oficina director administrativo.



✓ **SALA DE GESTIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

En esta sala se realizará la parte final del proceso de medición o de calibración, contará con catálogos, manuales y fichas técnicas para poder elaborar los informes finales de las pruebas o ensayos realizados figura 38 y 39. Además de esto se llevará un control de los instrumentos y los patrones que se utilizan y a su vez se coordinara el mantenimiento de los mismos. Para ello utilizaremos un escritorio de oficina tipo U, con dos computadores, un fax, una impresora, un teléfono, dos sillas y un archivador.

Figura 38. Isométrica sala de gestión de datos.



Figura 39. Vista en detalle sala de gestión de datos.



✓ **SALA DE MEDICIONES.**

En esta zona se van a realizar mediciones y calibraciones que requieran una técnica y precisión tanto en tamaño y grado de complejidad de la pieza, contará con tres mármoles de planitud y un mesón de granito pulido. Ver figuras 40 y 41. Desde esta sala se van a monitorear los parámetros ambientales como la humedad y temperatura del laboratorio gracias a un termohigrometro. Además contará con un carro plataforma para el transporte de piezas pesadas.

Figura 40. Isométrica sala de medición.

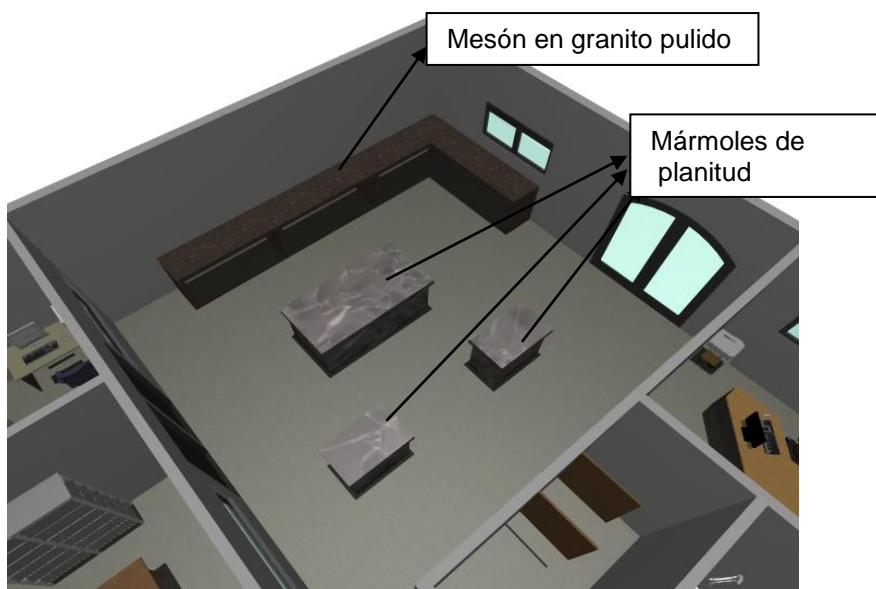


Figura 41. Vista en detalle.



✓ **VESTIER Y BAÑO.**

Esta área está destinada para el aseo de todo el personal del laboratorio figura 42.

Figura 42. Isométrica vestier y baño.



PLANO ELÉCTRICO DEL LMD

En este plano se muestra la distribución de cada uno de los diferentes circuitos y elementos de la instalación eléctrica como lámparas, toma corriente, interruptores, toma especial. Este plano fue diseñado según las necesidades del laboratorio y cumpliendo lineamientos según el Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas

En la figura 43 observamos los diferentes circuitos de la siguiente manera:

- ✓ El circuito 1, 3, 5 está dibujado de color azul oscuro es para un toma especial trifásico y está ubicado en la sala de medición por coordenadas.
- ✓ El circuito 2, 4, 6 se representó color azul oscuro también es un toma especial trifásico y se ubica en la parte exterior del laboratorio y su servicio será para la alimentación del aire acondicionado.

- ✓ El circuito 7 esta dibujado de color rojo es de la iluminación de la sala de medición y cuenta con 9 lámparas fluorescentes que son accionadas mediante un interruptor triple.
- ✓ El circuito 8 esta dibujado de color azul claro es la iluminación de la oficina del director, baños, vestier, bodega de instrumentos, sala de gestión de datos y sala de medición por coordenadas que también son lámparas fluorescentes y cada una de ellas son controladas por interruptores ubicados en cada una de las salas respetivamente.
- ✓ El circuito 9 esta dibujado de color verde y consta de 9 tomas dobles distribuidos en la oficina del director, baños, vestier y sala de gestión de datos.
- ✓ El circuito 10 esta dibujado de color azul y consta de 10 tomas dobles distribuidos en la bodega de instrumentos, sala de medición por coordenadas y sala de medición.

Para cada uno de los circuitos fueron calculadas las cargas respectivas para cada uno de ellos. En la tabla 15 podemos observar con más detalle las cargas, corrientes, protección, el tipo de cable utilizado y la fase para cada uno de los circuitos y la tabla 14 las convenciones utilizadas en la realización del plano.

Tabla 14. Cuadro de cargas LMD












CONVENCIONES	
SÍMBOLO	NOMBRE
	Salida para lámpara fluorescente
S	Interruptor sencillo
S ₂	Interruptor doble
	Toma corriente doble
	Toma especial
	Pin de corte
	Conductor de fase
	Conductor de neutro
	Conductor de tierra
	Ducto sobre pared o techo
	Caja de distribución
	Contador
	Puesta a tierra

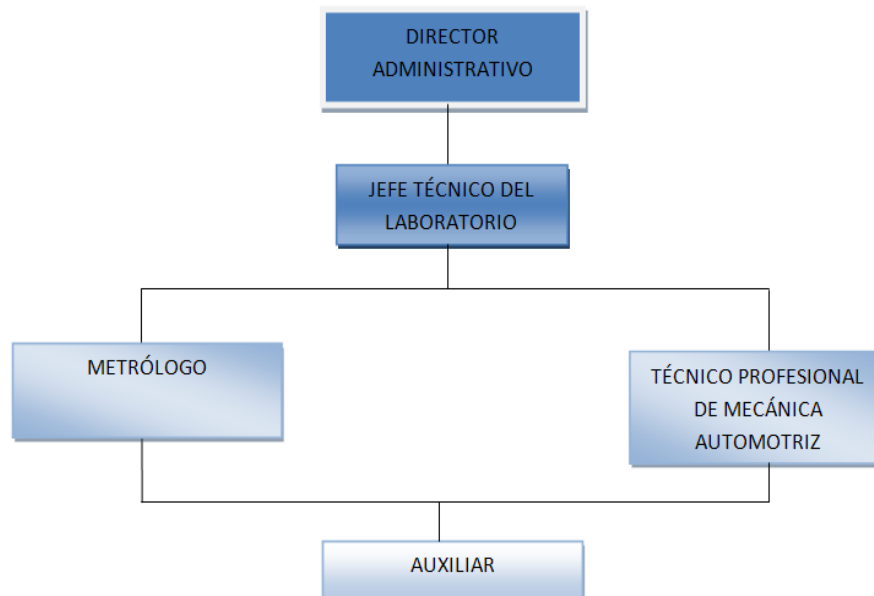
Tabla 15. Cuadro de cargas LMD

TABLERO LABORATORIO DE METROLOGÍA														
CIRCUITO	LUCES		TOMA CORRIENTES		FASES			CARGA	FP	APARENTE	CORRIENTE	CALIBRE	PROTECCION	OBSERVACIONES
No	COM UN	ESPEC	COMUN	ESPEC	A	B	C	W		[VA]	[A]	Cu-AWG	[A]	
1,3,5				1	1000	1000	1000	3000	0,90	3333	8,75	3#10+1#10	3x20	Toma trifásico
2,4,6				1	2200	2200	2200	6600	0,90	7333	19,25	3#10+1#10	3x50	Toma especial trifásico, aire acondicionado
7	9				576			576	0,90	640	5,33	1#12+1#121#12	1x15	Iluminación sala de medición
8	10					640		640	0,90	711	5,93	1#12+1#121#12	1x15	Iluminación
9			10				1710	1710	0,95	1800	15,00	1#12+1#121#12	1X20	Tomas comunes
10			7	2	1539			1539	0,95	1620	13,50	1#12+1#121#12	1X20	Tomas comunes
1					5315	3840	4910	10176	0,90	11307	29,67	3#10+1#10+1#10	3x30	

3.4 PERSONAL DEL LABORATORIO DE METROLOGIA DIMENSIONAL


Por el tipo y el tamaño de las operaciones metroológicas que se pretenden implementar en el laboratorio y que fueron expuestas anteriormente, es conveniente iniciar con cinco miembros como mínimo, distribuidos organizacionalmente como lo muestra la figura 44.

Figura 44. Organigrama laboratorio metrología dimensional



Los cargos de directivo administrativo y el jefe técnico deben contar con sus respectivos sustitutos de tal modo que se garantice permanentemente el correcto funcionamiento del laboratorio. Posteriormente dependiendo el crecimiento del laboratorio y de las actividades a realizar se puede incrementar el número de trabajadores.


Las funciones que deben desarrollar los trabajadores del laboratorio se resumen así en el siguiente manual de funciones realizado para cada cargo.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	Fecha:
	MANUAL DE FUNCIONES POR CARGO	Código: Versión

NOMBRE DEL CARGO: DIRECTOR ADMINISTRATIVO DEL LABORATORIO		CÓDIGO:
NIVEL: Administrativo	HORARIO: Diurno (8 horas)	
CARGOS SUPERVISADOS: Todos	CARGO DEL JEFE INMEDIATO: Director de escuela Ing. Mecánica	
OBJETIVO GENERAL DEL CARGO: Ser líder y responsable de manejar la organización del laboratorio y encaminarlo a ser cada vez más competitivo mediante el desarrollo y la innovación de nuevas tecnologías.		

FUNCIONES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar un sistema de calidad que permita alcanzar la satisfacción total del cliente. 2. Evaluar periódicamente el desempeño del laboratorio. 3. Garantizar los equipos, instrumentos y accesorios necesarios para el normal funcionamiento del laboratorio. 4. Diseñar la programación de trabajo de los laboratorios. 5. Mantener el rango de precisión con que trabaja el laboratorio. 6. Velar por la actualización en funcionamiento, tecnología y planta física. 7. Elaborar los informes que la Dirección General de la Universidad requiera.


PERFIL DEL CARGO
EDUCACION: Ingeniero mecánico, Ingeniero industrial.
EXPERIENCIA: Dos (2) años de experiencia laboral.
CAPACIDADES: Experiencia demostrada en control de calidad (conocimiento de normas de calidad, seguridad industrial y salud ocupacional), Manejo de técnicas administrativas, Conocimiento en el campo de metrología dimensional.
COMPETENCIA: Creatividad e iniciativa, Compromiso y responsabilidad, Manejo de personal, Trabajo en equipo, Comunicación verbal y/o por escrito, Buenas relaciones interpersonales, Manejo de múltiples tareas al tiempo

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	Fecha:
	MANUAL DE FUNCIONES POR CARGO	Código: Versión

NOMBRE DEL CARGO: JEFE TÉCNICO DEL LABORATORIO		CÓDIGO:
NIVEL: Administrativo	HORARIO: Diurno (8 horas)	
CARGOS SUPERVISADOS: Metrologo, Técnico profesional en mecánica automotriz, auxiliares	CARGO DEL JEFE INMEDIATO: Director administrativo del laboratorio	
OBJETIVO GENERAL DEL CARGO: Ser el encargado de dirigir que se realice correctamente las diferentes mediciones bajo la normatividad correspondiente y vigilar el desarrollo normal de las actividades dentro del laboratorio.		

FUNCIONES
1. Ejercer supervisión de manera directa y constante para que todas las actividades que se realicen en el laboratorio se hagan siguiendo lineamientos técnicos válidos y previamente establecidos.
2. Garantizar el mantenimiento de los equipos propios del laboratorio dentro de las condiciones óptimas de trabajo.
3. Supervisar el desarrollo de las mediciones y calibraciones para garantizar resultados confiables.
4. Informar al director sobre el estado físico - administrativo del laboratorio.
5. Tomar las medidas y correcciones necesarias cuando se incumpla los requisitos estipulados para su funcionamiento.
6. Elaborar informes periódicos de las actividades realizadas en el laboratorio.
7. Realización del inventario de los materiales y equipos de laboratorio.


PERFIL DEL CARGO
EDUCACION: Metrologo, tecnólogo en metrología.
EXPERIENCIA: Dos (2) años de experiencia laboral.
CAPACIDADES: Capacitación en metrología. Experiencia en el manejo y mantenimiento de equipos de medición. Conocimiento básico en el manejo del computador.
COMPETENCIA: Puntualidad, Compromiso, responsabilidad, Relaciones interpersonales, Establecer relaciones interpersonales y grupales.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	Fecha:
	MANUAL DE FUNCIONES POR CARGO	Código: Versión

NOMBRE DEL CARGO:		CÓDIGO:
METROLOGO		
NIVEL: Técnico	HORARIO: Diurno (8 horas)	
CARGOS SUPERVISADOS: Auxiliares	CARGO DEL JEFE INMEDIATO: Jefe técnico del laboratorio	
OBJETIVO GENERAL DEL CARGO: Realizar las mediciones y calibraciones requeridas que preste como servicio el laboratorio.		

FUNCIONES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar las mediciones de los servicios que preste el laboratorio. 2. Velar por que todas la las mediciones realizadas en el laboratorio se hagan siguiendo lineamientos técnicos validos y previamente establecidos. 3. Garantizar el buen manejo de los equipos propios del laboratorio dentro de las condiciones óptimas de trabajo. 4. Realizar calibraciones para garantizar resultados confiables. 5. Informar sobre el mal estado da algún equipo en riesgo. 6. Instruir a los estudiantes de ingeniería mecánica que cursen la asignatura MTA en lo relacionado con metrología dimensional. 7. Instruir a los estudiantes en el manejo y manipulación de los equipos de laboratorio.


PERFIL DEL CARGO
EDUCACION: Metrologo, tecnólogo en metrología.
EXPERIENCIA: Dos (2) años de experiencia laboral.
CAPACIDADES: Desempeñarse en el cargo requiere: Capacitación en metrología. Experiencia en el manejo y mantenimiento de equipos de medición. Conocimiento básico en el manejo de computadores.
COMPETENCIA: Puntualidad, Compromiso, responsabilidad, relaciones interpersonales, trabajo en equipo

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	Fecha:
	MANUAL DE FUNCIONES POR CARGO	Código: Versión

NOMBRE DEL CARGO: TÉCNICO PROFESIONAL EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ		CÓDIGO:
NIVEL: Técnico	HORARIO: Diurno (8 horas)	
CARGOS SUPERVISADOS: Metrologo.	CARGO DEL JEFE INMEDIATO: Jefe técnico del laboratorio.	
OBJETIVO GENERAL DEL CARGO: Dar el diagnóstico de reparación de los diferentes componentes de maquina MTA analizados.		

FUNCIONES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Guiar al metrologo para tomar las medidas necesarias de cada componente de la MTA a diagnosticar. 2. Junto con el metrologo también realizar diferente toma de mediciones. 3. Dar el respectivo diagnostico de las piezas analizadas de acuerdo con las mediciones tomadas y comparando los requerimientos del fabricante. 4. Ayudar a mantener el orden y cuidar los diferentes equipos de medición del laboratorio para todas la actividades que se realicen en el laboratorio se hagan siguiendo lineamientos técnicos validos y previamente establecidos. 5. Servir de tutor al estudiante de ingeniería mecánica en la realización de mediciones en el diagnostico de MTA.

PERFIL DEL CARGO
EDUCACION: Técnico profesional de mecánica automotriz, técnico de motores de combustión interna.
EXPERIENCIA: Dos (2) años de experiencia laboral.
CAPACIDADES: Desempeñarse en el cargo requiere: Ser un técnico capaz de desarrollar habilidades y destrezas que se requieren para proporcionar; mantenimiento preventivo y correctivo a los motores de combustión interna, así como orden y responsabilidad.
COMPETENCIA: Puntualidad, compromiso, responsabilidad y orden, relaciones interpersonales, trabajo en equipo.

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS	Fecha:
	MANUAL DE FUNCIONES POR CARGO	Código: Versión

NOMBRE DEL CARGO:		CÓDIGO:
AUXILIAR		
NIVEL: Operativo	HORARIO: Diurno (8 horas)	
CARGOS SUPERVISADOS: Ninguno	CARGO DEL JEFE INMEDIATO: Director administrativo del laboratorio	
OBJETIVO GENERAL DEL CARGO: Colaborar en la preparación de las prácticas de laboratorio, apoyando al metrologo y el técnico automotriz, organizando, limpiando y manteniendo los materiales y equipos, a fin de brindar asistencia en las actividades del laboratorio.		

FUNCIONES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Prepara el material de laboratorio para realizar las prácticas. 2. Colaborar con el montaje y desmontaje de equipos de laboratorio. 3. Clasifica y organiza el material, instrumentos y equipos de laboratorio. 4. Asiste con labores sencillas, en la ejecución de las prácticas docentes. 5. Asiste en el traslado de equipos y materiales de laboratorio. 6. Limpia los materiales y equipos utilizados en cada práctica. 7. Mantener en orden el equipo y sitio de trabajo, reportando cualquier anomalía.

PERFIL DEL CARGO
EDUCACION: Bachiller, cursar 8 semestre de ingeniería mecánica, conocimiento en el manejo de computación básica.
EXPERIENCIA: Dos (2) años de experiencia laboral.
CAPACIDADES: Desempeñarse en el cargo requiere: Entender y seguir instrucciones orales y escritas. Tratar en forma cortés y efectiva a estudiantes, profesores y público en general.
COMPETENCIA: Puntualidad, compromiso, responsabilidad y orden, establecer relaciones interpersonales y grupales

3.5 INSTRUMENTOS PARA EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL.

Los equipos seleccionados para prestar el servicio de medición y para la calibración de los mismos se hicieron con base en el número de estudiantes de ingeniería mecánica que cursan la asignatura MTA y también con la observación de los laboratorios de metrología dimensional de algunas de las empresas de la ciudad de Bucaramanga como industrias LAVCO Y TRANSEJES. También estos equipos e instrumentos deben ser apropiados para la correcta ejecución de las mediciones y control adecuado de cada una de las piezas a diagnosticar.

El laboratorio será dotado de los equipos e Instrumentos de medición necesarios para suplir las necesidades de la escuela de ingeniería mecánica y más adelante prestar el servicio a la industria de la región. Aun así la dirección del laboratorio debe preocuparse por mejorar cada vez más la calidad de los equipos estando a la par con últimas tecnologías.

A continuación se muestra un listado de los equipos seleccionados (tabla 16), los cuales son marca MITUTOYO debido a las recomendaciones del ingeniero JORGE LUIS CHACON VELASCO y las diferentes visitas a laboratorios de empresas y talleres de la región, los cuales son recomendados por su calidad y reconocimiento a nivel mundial además de la facilidad de conseguir los repuestos en el mercado. En el anexo B podemos observar las características de los instrumentos más relevantes seleccionados y los demás los podemos encontrar en <http://www.mitutoyosudamerica.com/home.asp> página oficial de Mitutoyo Sudamérica.

Tabla 16. Equipos de medición

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN			
TIPO DE INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS		CANTIDAD
	SERIE	NÚMERO DE REFERENCIA	
Mesa de planitud	517	517-162	2
Mesa de planitud	517	517-163	1
Nivel de alineación	960	960-602	2
Nivel de inclinación	950	950-315	2
Nivel de alineación	960	960-603	2
Micrómetro de exteriores "DIGIMATIC"	293	293-230	1
Micrómetro de exteriores "DIGIMATIC"	293	293-231	1
Micrómetro de exteriores	293	293-232	1

“DIGIMATIC”			
Micrómetro de exteriores “DIGIMATIC”	293	293-233	1
Micrómetro de exteriores “DIGIMATIC”	340	340-513	1
Micrómetro de exteriores “DIGIMATIC”	340	340-514	1
Micrómetro de exteriores, en juego	103	103-913-31	1
Micrómetro de exteriores, modelo especial	119	102-102	1
Micrómetro de exteriores “DIGIMATIC”	389	389-251	1
Micrómetro de exteriores, modelo especial “DIGIMATIC”	343	343-253	1
Micrómetro de interiores, modelo especial	143	143-102	1
Micrómetro de profundidad “DIGIMATIC”	329	329-251-10	1
Micrómetro de profundidad “DIGIMATIC”	129	129-153	1
Micrómetro de profundidad “DIGIMATIC”	129	129-116	1
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	337	337-201	1
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	139	139-175	1
Micrómetro de interiores	145	145-185	1
Micrómetro de interiores	145	145-186	1
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	345	345-250	1
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	345	345-251	1
Micrómetro de interiores	141	141-205	1
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	500	500-501-10	1
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	500	500-502-10	1
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	573	573-625	1
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	573	573-661	1
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	500	500-723-10	1
Calibrador pie de rey ABSOLUTE	573	573-134-20	1

“DIGIMATIC”			
Calibrador pie de rey	573	573-646	1
Calibrador pie de rey	505	505-686	1
Calibrador pie de rey	536	536-212	1
Calibrador pie de rey	530	530-104BR	1
Calibrador pie de rey	530	530-114BR	1
Calibrador pie de rey	530	530-115	1
Calibrador pie de rey	530	530-312B-10	1
Calibrador pie de rey	530	530-118B-10	1
Calibrador pie de rey	530	530-119	1
Calibres de altura con gramil	570	570-312	1
Calibres de altura con gramil	570	570-313	1
Reloj comparador ADIGIMATIC ID-H	543	543-691	1
Reloj comparador ADIGIMATIC ID-N	543	543-682	2
Reloj comparador ADIGIMATIC ID-N	543	543-471B	2
Reloj comparador analógico	2	2118S-10	2
Reloj comparador analógico	3	3058S-19	2
Reloj comparador analógico	3	3062S-19	2
Verificador rápido de grosor “QUICK MINI”	700	700-118	1
Medidor de espesores digital	547	547-360	1
Verificadores rápidos con brazo palpador “DIGI-TEST” para mediciones exteriores	209	209-522	1
Verificadores rápidos con brazo palpador “DIGI-TEST” para mediciones interiores	209	209-502	1
Verificadores de interiores	511	511-170	1
Máquina para calibración “i-Checker”	170	170-302 D-01	1
Juegos de bloques patrón rectangulares en acero	516	516-942-60	1
Juego de bloques de acero para calibración de micrómetros, en acero	516	516-106-60	1
Bloques patrón paralelos de cerámica “Cera Block”	516	516-342-60	1
Juego de bloques de cerámica para calibración de micrómetros	516	516-156-60	1

Calibrador con bloques escalonados	515	515-556	1
Calibradores para el reglaje de micrómetros de profundidad	515	515-571	1
Prismas magnéticos	181	181-947	2
Pareja de prismas	181	181-903	2
Regla de acero 90°	916	916-215	2
Regla de acero 90°	916	916-218	2
Transportador de ángulo universal "DIGIMATIC"	187	187-502	2
Transportador de ángulos universal	187	187-907	2
Soporte para reloj comparador	215	215-153	2
Soporte para reloj comparador	7	7002M	2
Soporte para reloj comparador	519	519-109 M	2
Mesa de medición	215	215-151 M	2
Mini-Procesador Tipo DP-1 VR "DIGIMATIC"	264	264-504 A	2
Interface USB DIGIMATIC	264	264-012-10	
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905409	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		05CZA663	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		05CZA625	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		965013	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		959150	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905409	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		965012	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905690	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905692	2
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905694	2
Rugosímetro digital para laboratorio		SJ 401	1
Rugosímetro digital con impresora		SJ-301	1
Rugosímetro digital portátil		SJ-201	1
Máquina de medición por coordenadas		R-M443	1

4 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL

En el análisis económico para la construcción del laboratorio tendremos en cuenta lo concerniente a la parte de la infraestructura donde será el funcionamiento del mismo, como también de todos los equipos necesarios para que pueda desarrollar las labores diarias como son: equipos de oficina, de comunicaciones e instrumentos de medición y calibración.

4.1 INFRAESTRUCTURA

A continuación se muestra una tabla (tabla 17) donde se hace una descripción en detalle de los gastos para tener unas instalaciones que cumpla los requisitos exigidos por las norma (ISO 17025 del 2005) para la operación de un laboratorio de metrología dimensional.

Tabla 17. Detalle de costos de construcción del as instalaciones LMD

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Localización y replanteo	m ²	90	1.500	135.000
Desmonte y descapote	m ²	90	3.600	324.000
Campamento	UND	1	500.000	500.000
Excavación	m ³	25	25.000	625.000
Relleno	m ³	12	20.000	240.000
Concreto para ciclópeo para cimentación	m ³	6	280.000	1.680.000
Concreto pobre para solados	m ²	8	25.000	200.000
Concreto simple para zapatas y vigas de amarre(0,35X0,30)	m ³	11	420.000	4.620.000
Concreto simple para columnas (0,35X0,35X3)	m ³	4	530.000	2.120.000
Concreto simple para placa(placa aligerada de 30cm)	m ²	90	125.000	11.250.000
Dintel en concreto reforzado	ml	8	26.000	208.000
Acero de refuerzo PDR-60	Kg	2200	4.000	9.900.000
INSTALACIONES SANITARIAS				
Caja de inspección	UND	1	260.000	260.000

80X80cm				
Tubería sanitaria de 4in	m	6	45.000	270.000
Punto sanitario de 4in	UND	1	96.000	96.000
Punto sanitario de 2in	UND	1	56.000	120.000
Acometida sanitaria	UND	1	300.000	300.000
INSTALACIONES HIDRÁULICAS				
Acometida general	UND	1	300.000	300.000
Punto hidráulico de ½ in	UND	3	35.000	105.000
INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
Sub acometida eléctrica	UND	1	250.000	250.000
Tablero de 24 puestos	UND	1	850.000	850.000
Puntos eléctricos 110V	UND	20	55.000	1.100.000
Puntos eléctricos 220V	UND	5	95.000	475.000
Puntos eléctricos 330V	UND	1	110.000	110.000
Lámparas fluorescentes de 2X32	UND	19	125.000	2.735.000
MAMPOSTERÍA				
Muro en ladrillo	m ²	159	33.500	5.326.500
Frisos	m ²	408	13.500	5.508.000
PISOS Y ENCHAPES				
Ante piso en concreto (espesor 8 cm)	m ²	90	35.000	3.150.000
Mortero de nivelación (espesor 4 cm)	m ²	90	23.000	2.070.000
Piso granito pulido	m ²	90	93.000	8.370.000
Guarda escoba en media caña granito pulido	m	70	25.000	1.750.000
Enchape en cerámica WC	m ²	21	42.000	882.000
Sanitario corona	UND	1	250.000	250.000
Lavamanos corana	UND	1	100.000	100.000
Ducha grival	UND	1	50.000	50.000
ESTUCO				
Rustico con maquina dilatado	m ²	114	8.000	912.000
Pintura tipo coraza	m ²	114	10.500	1.197.000
Pintura epoxica (muro y placa)	m ²	294	17.500	5.145.000
VARIOS				
Mesón en granito pulido 950X0,6 m	m	9,50	118.000	1.121.000
Puerta acceso principal	UND	1	1.000.000	1.000.000

en aluminio				
Puertas acceso oficinas en aluminio	UND	1	400.000	400.000
Puertas en madera	UND	2	280.000	560.000
Ventanas en aluminio	m ²	21	180.000	3.780.000
			TOTAL	84.896.500

Costo directo = \$ 84.896.500

AIU 25% = \$ 21.224.125

TOTAL = \$106.120.625

4.2 EQUIPOS INMOBILIARIOS Y OFICINA

Los equipos seleccionados son cómodos para permitir el buen desarrollo del personal del laboratorio (tabla 18-19). La cotización de estos equipos fue realizada en la fábrica AXIAL OFFICE. Ver cotización en anexo C.

Tabla 18. Costo equipos inmobiliarios

EQUIPO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Silla ejecutiva	3	141.000	423.000
Silla gerente	1	410.000	410.000
Silla interlocutora. NOVA	2	80.000	160.000
Puesto de trabajo 120X0,6 con archivador 2X1 pata y falda.	1	387.000	387,000
Puesto de trabajo en L, medidas de 1,80X0,60 cm con archivador 2X1, 2 patas y falda	1	638.000	638.000
Puesto de trabajo en U, de 2X3X2 ancho 0,60 con 4 patas y 3 faldas.	1	840.000	840.000
Archivadores aéreos	2	215.000	430.000
Archivadores 2x1	2	222.000	444.000
Vitrinas en formica con tres entrepaños.	3	646.000	1.938.000
Mueble para AZ, medidas de 1,50X2 con entrepaños y puerta con chapa.	1	820.000	820.000
Cartelera con marco, 0,80X0,50X0.08 m	1	260.000	260.000
		SUB TOTAL	6.750.000
		IVA	1.080.000
		TOTAL	7.830.000

Tabla 19. Equipos de oficina.

EQUIPO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Fax papel térmico ID negro Panasonic	2	269.900	539.800
Carro para carga plegable con holl all	1	69.900	69.900
Multifuncional Hp deskjet F4480	2	209.900	419.800
Computador QBEX	4	1.199.000	4.796.000
		TOTAL	\$ 5.825.500

Total costos equipos inmobiliario y de oficina = \$ 13.655.500

4.3 EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Según la cotización realizada por la empresa EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A. representante legal de MITUTOYO en Colombia el costo (tabla 21) de los equipos seleccionados para el laboratorio de metrología es de \$ 340.780.810. Ver cotización en anexo A

Tabla 20. Costo instrumentos de medición.

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN				
TIPO DE INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS		CANTIDAD	PRECIO PARCIAL
	SERIE	NÚMERO DE REFERENCIA		
Mesa de planitud	517	517-162	2	1.985.000
Mesa de planitud	517	517-163	1	2.645.000
Nivel de alineación	960	960-602	2	775.880
Nivel de inclinación	950	950-315	2	1.035.000
Nivel de alineación	960	960-603	2	838.800
Micrómetro de exteriores "DIGIMATIC"	293	293-230	1	709.200
Micrómetro de exteriores "DIGIMATIC"	293	293-231	1	837.000
Micrómetro de exteriores "DIGIMATIC"	293	293-232	1	918.000
Micrómetro de exteriores	293	293-233	1	972.000

“DIGIMATIC”				
Micrómetro de exteriores “DIGIMATIC”	340	340-513	1	1.980.000
Micrómetro de exteriores “DIGIMATIC”	340	340-514	1	2.520.000
Micrómetro de exteriores, en juego	103	103-913-31	1	1.689.300
Micrómetro de exteriores, modelo especial	119	102-102	1	668.000
Micrómetro de exteriores “DIGIMATIC”	389	389-251	1	810.188
Micrómetro de exteriores, modelo especial “DIGIMATIC”	343	343-253	1	1.328.138
Micrómetro de interiores, modelo especial	143	143-102	1	376.163
Micrómetro de profundidad “DIGIMATIC”	329	329-251-10	1	1.700.000
Micrómetro de profundidad “DIGIMATIC”	129	129-153	1	511.013
Micrómetro de profundidad “DIGIMATIC”	129	129-116	1	450.000
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	337	337-201	1	2.037.038
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	139	139-175	1	1.059.038
Micrómetro de interiores	145	145-185	1	453.600
Micrómetro de interiores	145	145-186	1	484.200
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	345	345-250	1	879.638
Micrómetro de interiores “DIGIMATIC”	345	345-251	1	937.500
Micrómetro de interiores	141	141-205	1	324.638
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	500	500-501-10	1	1.727.325
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	500	500-502-10	1	3.020.850
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	573	573-625	1	923.625
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	573	573-661	1	1.102.425
Calibrador pie de rey ABSOLUTE “DIGIMATIC”	500	500-723-10	1	763.875
Calibrador pie de rey	573	573-134-20	1	1.180.538

ABSOLUTE "DIGIMATIC"				
Calibrador pie de rey	573	573-646	1	1.465.275
Calibrador pie de rey	505	505-686	1	295.125
Calibrador pie de rey	536	536-212	1	532.988
Calibrador pie de rey	530	530-104BR	1	104.400
Calibrador pie de rey	530	530-114BR	1	174.600
Calibrador pie de rey	530	530-115	1	357.300
Calibrador pie de rey	530	530-312B-10	1	131.400
Calibrador pie de rey	530	530-118B-10	1	205.200
Calibrador pie de rey	530	530-119	1	357.300
Calibres de altura con gramil	570	570-312	1	1.269.900
Calibres de altura con gramil	570	570-313	1	1.980.000
Reloj comparador ADIGIMATIC ID-H	543	543-691	1	675.000
Reloj comparador ADIGIMATIC ID-N	543	543-682	2	366.300
Reloj comparador ADIGIMATIC ID-N	543	543-471B	2	1.300.000
Reloj comparador analógico	2	2118S-10	2	386.000
Reloj comparador analógico	3	3058S-19	2	456.000
Reloj comparador analógico	3	3062S-19	2	613.425
Verificador rápido de grosor "QUICK MINI"	700	700-118	1	318.000
Medidor de espesores digital	547	547-360	1	925.913
Verificadores rápidos con brazo palpador "DIGI-TEST" para mediciones exteriores	209	209-522	1	2.662.050
Verificadores rápidos con brazo palpador "DIGI-TEST" para mediciones interiores	209	209-502	1	2.662.050
Verificadores de interiores	511	511-170	1	926.000
Máquina para calibración "i-Checker"	170	170-302 D-01	1	35.001.000
Juegos de bloques patrón rectangulares en acero	516	516-942-60	1	5.756.250
Juego de bloques de acero para calibración de micrómetros, en acero	516	516-106-60	1	1.200.000
Bloques patrón paralelos de cerámica "Cera Block"	516	516-342-60	1	12.152.775
Juego de bloques de cerámica para calibración de micrómetros	516	516-156-60	1	1.825.800

Calibrador con bloques escalonados	515	515-556	1	8.506.950
Calibradores para el reglaje de micrómetros de profundidad	515	515-571	1	5.902.763
Prismas magnéticos	181	181-947	2	1.245.000
Pareja de prismas	181	181-903	2	1.245.000
Regla de acero 90°	916	916-215	2	390.000
Regla de acero 90°	916	916-218	2	850.000
Transportador de ángulo universal "DIGIMATIC"	187	187-502	2	2.500.000
Transportador de ángulos universal	187	187-907	2	637.000
Soporte para reloj comparador	215	215-153	2	1.000.000
Soporte para reloj comparador	7	7002M	2	390.638
Soporte para reloj comparador	519	519-109 M	2	1.453.125
Mesa de medición	215	215-151 M	2	593.738
Mini-Procesador Tipo DP-1 VR "DIGIMATIC"	264	264-504 A	2	1.500.000
Interface USB DIGIMATIC	264	264-012-10		650.000
ACCESORIOS ADICIONALES				
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905409	2	75.825
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		05CZA663	2	188.063
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		05CZA625	2	188.083
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		965013	2	129.638
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		959150	2	90.883
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905409	2	75.825
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		965012	2	157.425
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905690	2	75.825
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905692	2	75.825
Cables de salida de datos "DIGIMATIC"		905694	2	75.825

Rugosimetro digital para laboratorio SJ 401			1	84.236.105
Rugosimetro digital con impresora SJ-301			1	13.611.105
Rugosimetro digital portátil SJ-201			1	6.000.000
Maquina de medición por coordenadas		R-M443	1	76.499.023
			Total	340.780.810

Valor total equipos para el laboratorio = **\$ 340.780.810**

VALOR TOTAL DE RECURSOS TÉCNICOS Y LOCATIVOS

Son los equipos necesarios para el funcionamiento del laboratorio que fueron seleccionados y están nombrados anteriormente. En ésta parte especificaremos el costo total para la construcción del laboratorio. Ver tabla 21

Tabla 21. Costos totales de construcción del LMD

Equipo	Valor
Instrumentos de medición	340.780.810
Equipos inmobiliarios	13.655.500
Termo higrómetro Aire acondicionado	23.867.675
Infraestructura	106.120.625
TOTAL	484.424.616

El costo total para la construcción del laboratorio de metrología dimensional es de **\$ 484.424.616.**

5 DISEÑO DEL BANCO DE METROLOGIA DIMENSIONAL PARA MTA

El diseño del banco de metrología dimensional para MTA está planteado para el aprendizaje del manejo de instrumentos de medición como micrómetros, calibrador pie de rey, galgas, reloj comparador, alexómetros y para adquirir competencias en el diagnóstico de los elementos principales de una MTA bajo la realización de mediciones.

Características que cumplirá el banco:

- ✓ Resistencia a un peso de 100 kg.
- ✓ Movilidad, para el fácil traslado del banco de un lugar a otro.
- ✓ Espacios disponibles para la ubicación de los elementos utilizados en el desarrollo de cada una de las prácticas.
- ✓ Seguridad, para evitar el fácil acceso de personal no autorizado a los instrumentos de medición ya que tienen un alto costo.
- ✓ Ergonomía para evitar lesiones personales.

5.1 MODELOS DEL BANCO

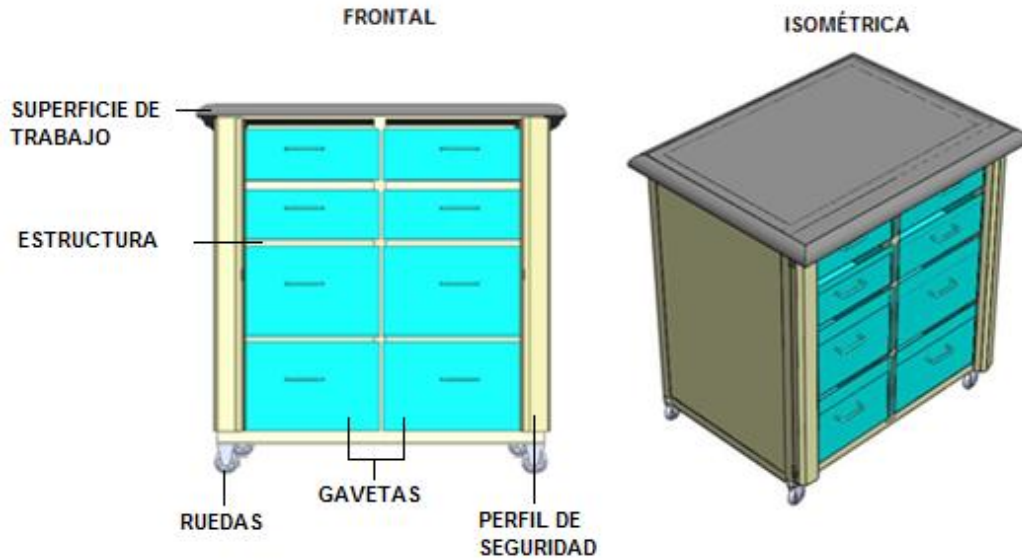
Para la construcción del banco fueron realizados dos modelos que se diferencian en su configuración exterior, pero que parten de una misma estructura.

Se llegó a 2 modelos estudiando cual sería la forma más cómoda y segura de realizar todas las pruebas descritas. Para su construcción, el diseño de cada pieza que conforma el banco de pruebas se realizó con el software SOLID WORKS 2009. Versión académica

5.1.1 Modelo 1

Es un modelo que consta principalmente de dos columnas de gavetas diseñadas para almacenar los diferentes instrumentos utilizados en el desarrollo de las prácticas en las cuales será utilizado. Las gavetas están diseñadas para soportar un peso de 30 kg cada una. El sistema de seguridad está construido por dos perfiles cuadrados de 2X2 in, ubicados en la parte frontal en las verticales, cada uno de ellos es utilizado para cada columna de gavetas y son asegurados con su respectiva chapa. Su altura es de 90cm adaptándose a la ergonomía de la estatura de un colombiano promedio, cuenta con un sistema de 4 ruedas con seguro en la parte inferior que permiten el desplazamiento libre y cuando esté ubicado en el puesto seleccionado para trabajar, estas mismas pueden ser aseguradas y evitar el movimiento. La zona de trabajo es una alamina de 4 mm de acero para garantizar una superficie plana. En la figura 45 observamos su distribución.

Figura 45. Vista frontal e isométrica Modelo 1



5.1.2 Modelo 2

Es un modelo similar al 1 que consta de gavetas, ruedas con seguridad, y la placa de trabajo que es de las mismas características. La diferencia está en que no tiene el mismo sistema de seguridad, este cuenta con dos puertas deslizantes en la parte frontal (ver figura 46) que se aseguran en la parte media de las tapas mediante una chapa. Su altura es de 100cm; en este fragmento es donde se marca la mayor diferencia. Ver el modelo en la figura 46 y 47.

Figura 46. Vista frontal Modelo 2

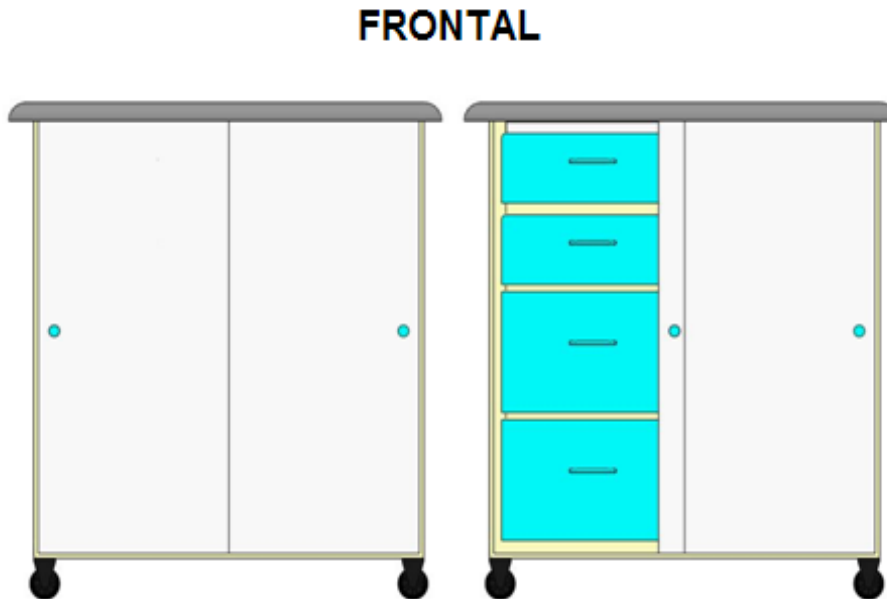
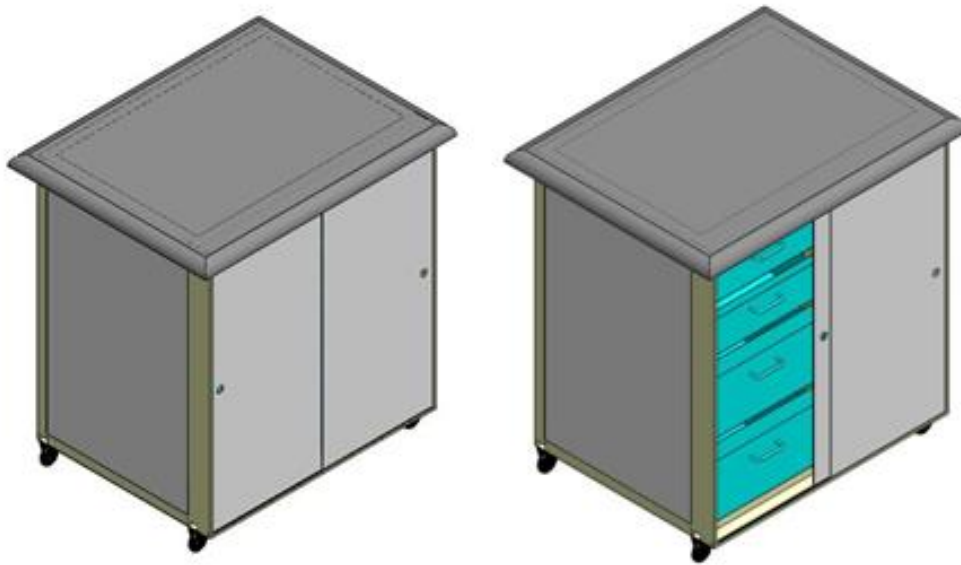


Figura 47. Vista isométrica de modelo 2

ISOMÉTRICA



5.2 DISEÑO SELECCIONADO

El diseño seleccionado para la construcción fue el primero ya que se adapta más a las condiciones requeridas. Algunas de las características del banco las describimos a continuación y los planos respectivos respectivos se pueden ver en el anexo F.

5.2.1 Localización

El área necesaria para la instalación del banco de metrología dimensional para MTA será de $0,96\text{m}^2$ ($0,8 \times 1,2$) y estará ubicado en la zona sur del laboratorio de Maquinas Térmica Alternativas en la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Esta área fue escogida con el fin de aprovechar al máximo el espacio del laboratorio ya que es limitado debido al tamaño del mismo y para la cantidad de bancos con que cuenta el laboratorio.

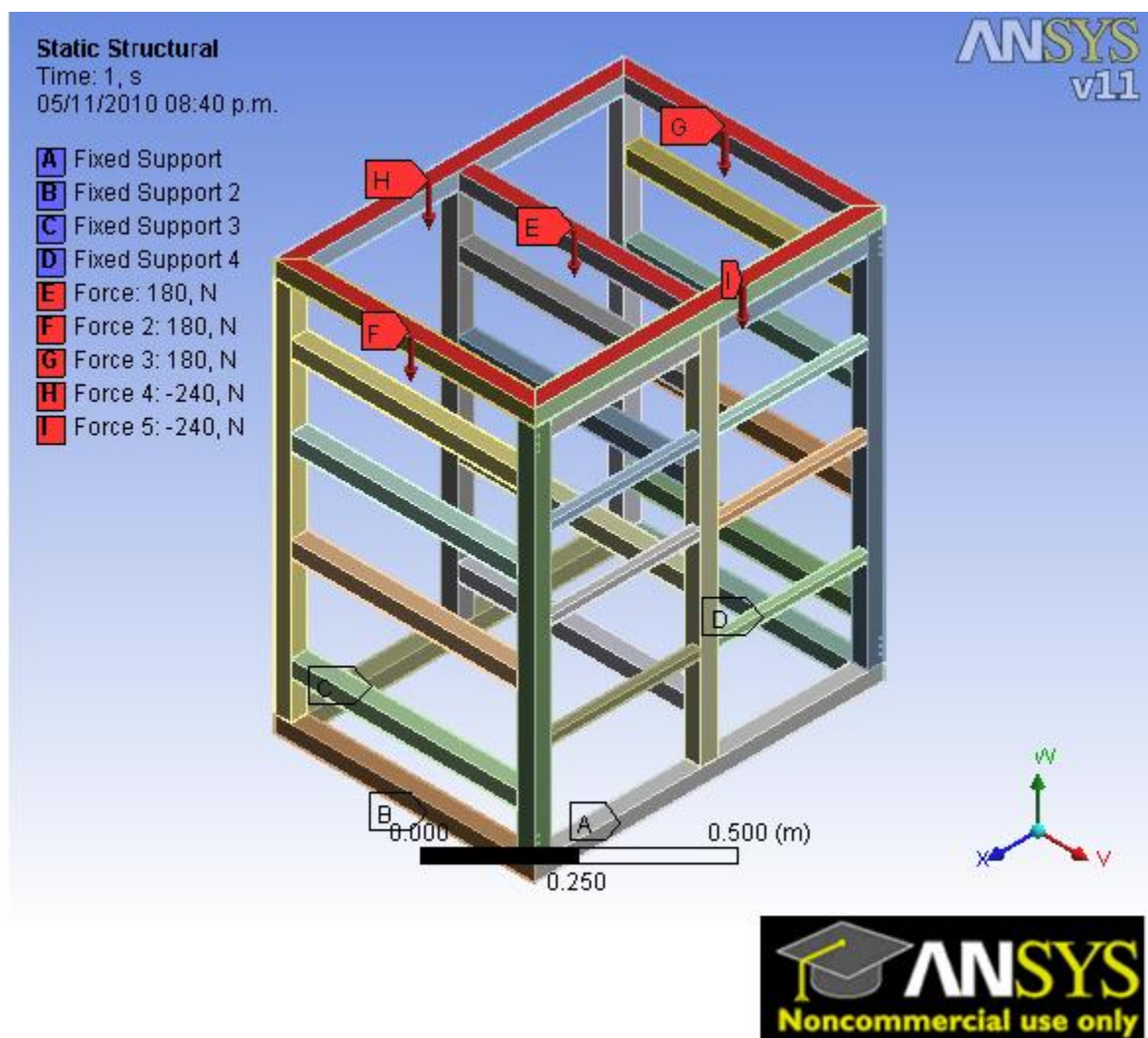
5.2.2 Estructura

La estructura es la encargada de soportar todos los elementos constitutivos del banco y está formada por perfiles de acero de $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ pulgadas, en los paraleles verticales y horizontales. Está recubierta con lamina de col roll calibre 20. En la parte superior que es la zona de trabajo contara con una lámina de acero Calibre $\frac{1}{8}$ " que ira fijada a la estructura mediante pernos que permiten la facilidad de

desmontaje para la realización del mantenimiento necesario, además cuenta con 8 gavetas que están distribuidas en dos columnas.

Por otra parte se realizó un análisis de deformación estática a la estructura del banco de metrología dimensional para MTA, tomando como referencia la carga máxima que soportara el banco que es de 1020 N. En la imagen (ver figura 48) que se muestra a continuación se presenta la distribución de las cargas en la estructura, cabe anexar que este análisis fue realizado con el software de simulación para cálculo de estructuras ANSYS, versión académica.

Figura 48. Cargas y puntos fijos para el análisis estructural.



La fuerza se aplicó uniformemente sobre la parte superior de la estructura que es donde se va a ubicar la carga, siendo esta la zona de trabajo del banco. Además se estableció como parte fija de la estructura la parte inferior de esta.

Una vez determinadas estas condiciones previas se desarrolló el enmallado de la estructura y se visualizaron los resultados de deformación total (ver figura 49), factor de seguridad (ver figura 50) y esfuerzo equivalente (ver figura 51). Los resultados se muestran a continuación:

ANÁLISIS	VALOR MÁXIMO
Deformación total [m]	2.9752×10^{-5}
Factor de seguridad	15
Esfuerzo equivalente	3.6959×10^6

Figura 49. Deformación máxima total de la estructura

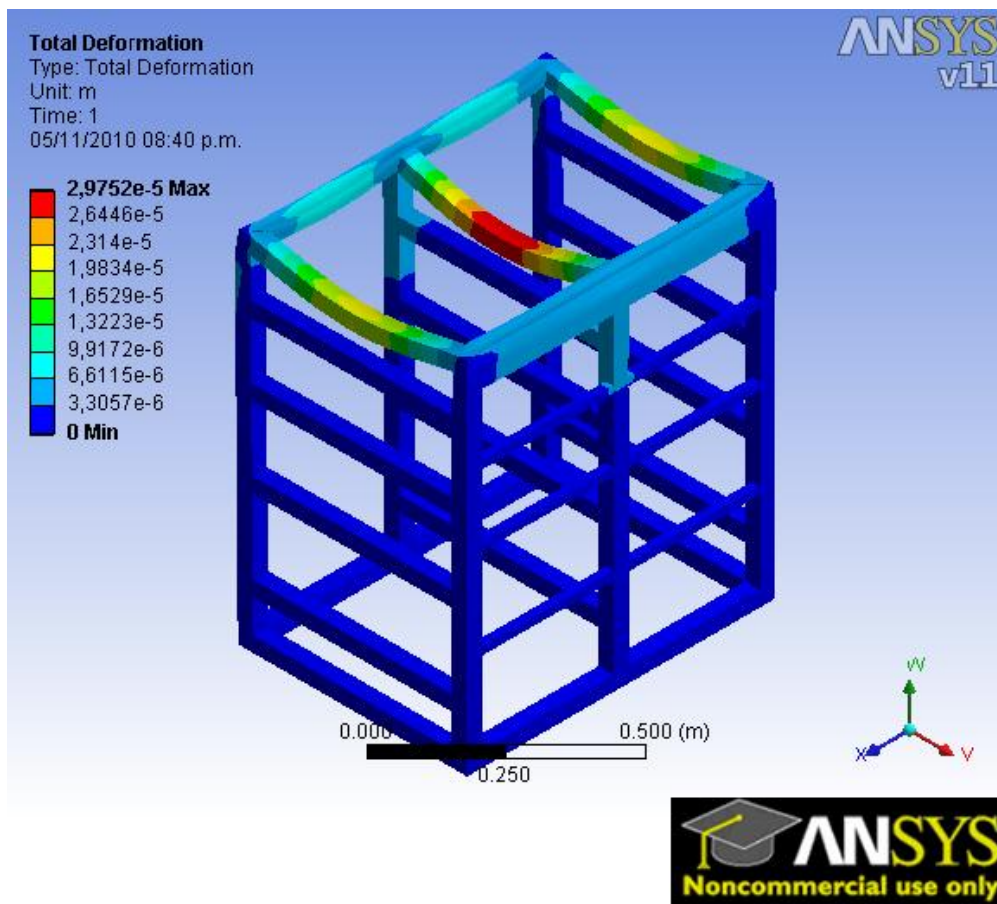


Figura 50. Factor de seguridad.

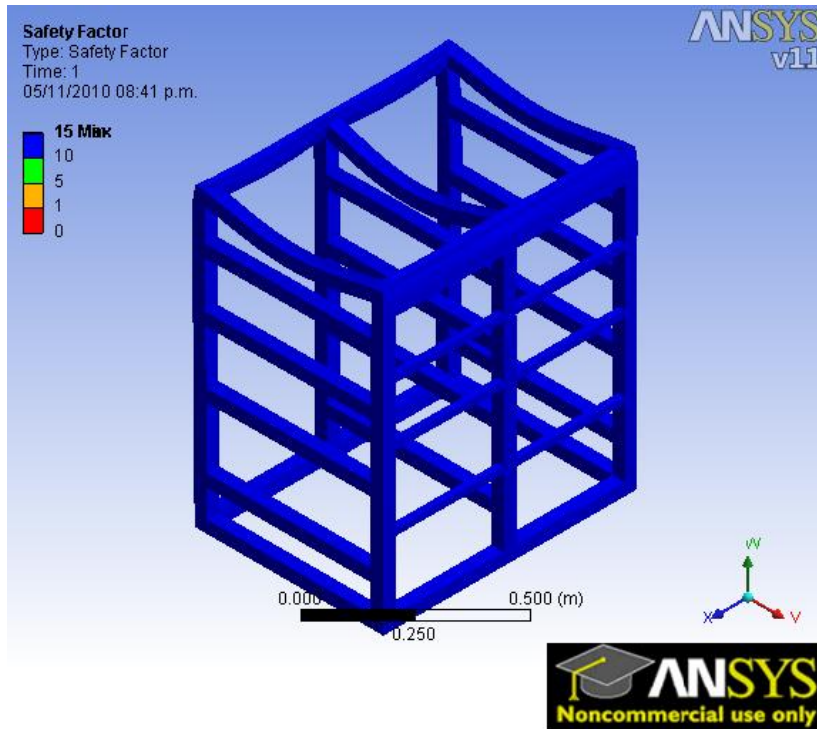
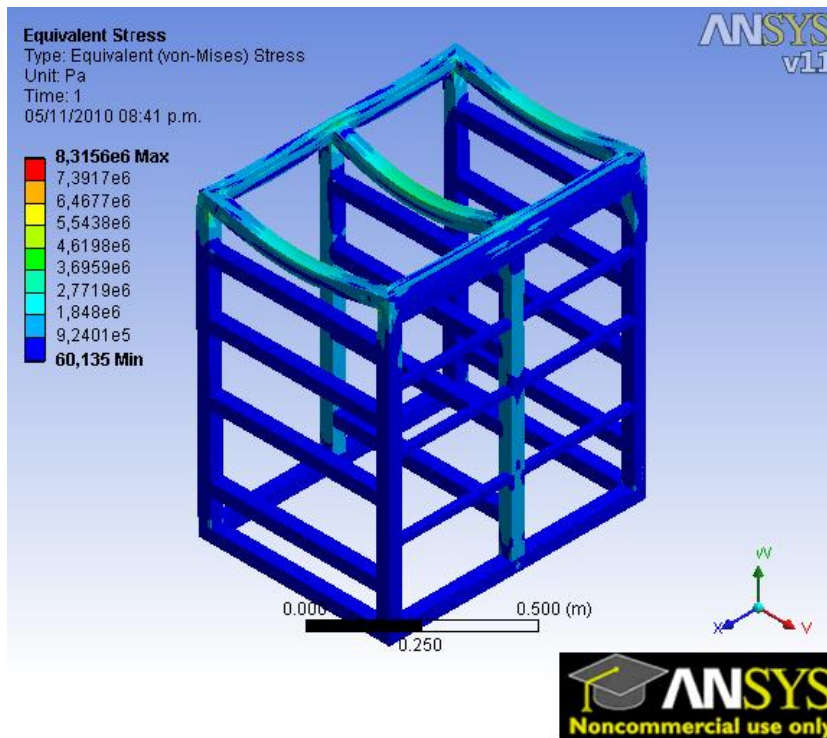


Figura 51. Esfuerzo equivalente de la estructura



5.2.3 Gavetas

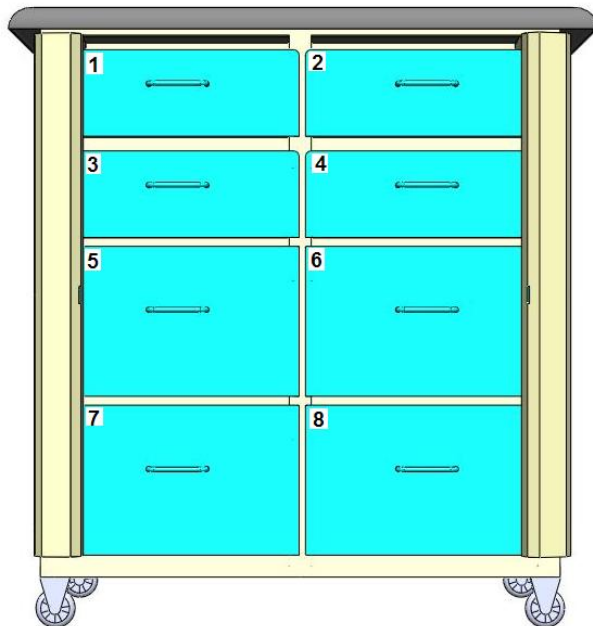
Las gavetas son de dos tamaños diferentes; las 2 superiores de cada fila son de 30X15X50 cm y las 2 inferiores de cada fila de 20X30X50cm. Servirán para guardar los instrumentos de medición dimensional y elementos de motor Renault 12 de 1300 cc utilizados en el desarrollo de cada una de las diferentes practicas. Ver figura 52.

En la tabla 22 observamos el orden para la ubicación de cada uno de los elementos en el banco utilizados en las prácticas.

Tabla 22. Orden de los elementos en las gavetas

GAVETA	ELEMENTOS
1	✓ Instrumentos de medición.
2	✓ Ficha técnica (motor Renault 12 de 1300 cc) ✓ Guía de desarrollo de las prácticas.
3	✓ Bielas.
4	✓ Cojinetes. ✓ Bulones.
5	✓ Camisas.
6	✓ Pistones ✓ Anillos.
7	✓ Cigüeñal.
8	✓ Culata.

Figura 52. Distribución de las gavetas



3.2.4 Sistema de seguridad

Es un sistema para cada columna de gavetas que está sujeto a los paralelos verticales del banco mediante pernos y bisagras tipo piano que se unen a un perfil cuadrado el cual puede girar 180° para estar en dos posiciones abierto o cerrado mediante un seguro que permite abrir o asegurar las gavetas.

3.2.5 Sistema de ruedas.

Son ruedas de 2 ½ in de diámetro seleccionadas para soportar 120 kg, el banco contará con 4 ubicadas en cada esquina en la parte inferior. Estas permiten el desplazamiento del banco para ubicarlo en cualquier lugar del laboratorio de MTA.

5.3 ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO

Para el banco seleccionado según los diseños realizados los elementos utilizados para su construcción se muestran a continuación siendo materiales nuevos de óptima calidad y con las especificaciones necesarias para resistir las cargas para las cuales será utilizado.

- ✓ Lamina CR C- 20 4X2
- ✓ 2 laminas CR C-18 4X8
- ✓ 16 tornillos de ¼ X 1 in
- ✓ 16 tuercas de ¼ in
- ✓ 16 arandelas de ¼ in
- ✓ 2 bisagras tipo piano de 1m
- ✓ 2 rodachines 2 ½ in PG 17A
- ✓ 2 rodachines 2 ½ in PG 17^a con freno
- ✓ 1m² de lamina CR C-16 4X8
- ✓ 1 tubo cuadrado de 1 ½ in CR C-18
- ✓ 1 tubo cuadrado de 1 in CR C-18
- ✓ tubo cuadrado de ½ CR C-20
- ✓ 8 manijas 032-96
- ✓ 8 juegos re rieles extensión de 50cm T.L
- ✓ Soldadura W.A 6013 3/32
- ✓ 2 disco acero de ¼ in
- ✓ 1 disco DWALT 4 ½X ¼

5.4 ERGONOMÍA DEL BANCO

En el proceso de diseño del banco se tuvo presente el concepto de ergonomía, como el proceso de adaptar el trabajo al trabajador. En nuestro caso como adaptar al estudiante al desarrollo de las practicas en el banco de metrología dimensional.

Una de las primeras inquietudes que surgió en el diseño fue, que tipo de postura será la más conveniente para el estudiante durante el desarrollo de las diferentes prácticas. ¿Es mejor que trabaje de pie? ¿Es mejor que trabaje sentado? ¿Cuál de estas posturas es la menos dañina para el estudiante?

Según los estudios realizados a nivel mundial se establece que ninguna de estas posturas es 100 % seguras, pues cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas.

El banco está diseñado para que el estudiante realice las prácticas en postura de pie, debido a que será:

- ✓ Puesto móvil.
- ✓ Las prácticas implican el uso de más de 3 kg de fuerza.
- ✓ Falta de espacio para pies y rodillas.
- ✓ El tiempo duración de las prácticas no es mayor de 2 horas.
- ✓ Realizar trabajo de precisión.

Estas características son con las cuales se tiene que adaptar el banco para seleccionar la posición de trabajo y son prácticamente recomendadas para tomar la posición de pie.

Las medidas del banco son 75X55X90 cm y fueron tomadas teniendo en cuenta la estatura promedio de los colombianos, la postura de pie y que el trabajo a realizar es de precisión.

Para la estatura promedio de los colombianos las medidas ergonómicas las podemos observar en la tabla 11.

Tabla 23. Medidas ergonómicas de estatura promedio de los colombianos.

Su altura en centímetros	Altura de los ojos parado	Altura de los codos parado
168	156	102
Altura del asiento	Altura de los ojos sentado	Altura de los codos sentado
41	117	63

<http://www.muscularmente.com/calculos/ergonomia.html>

De acuerdo a las condiciones anteriores y recomendaciones de Grandjean, la altura óptima de la superficie de trabajo donde el trabajo a realizar es de precisión, debe ser de 5 a 10 cm por abajo del codo, lo cual sirve de soporte reduciendo las cargas estáticas en los hombros. Para trabajo ligero, la altura de la superficie de trabajo debe de ser de 10 a 15 cm por abajo del codo para materiales y herramientas pequeñas. Por lo tanto el banco fue diseñado para estar dentro de las recomendaciones para evitar lesiones ver figura 53.

Figura 53. Medidas posición de pie



5.5 ELEMENTOS CON LOS QUE CONTARA EL BANCO

Los elementos con los que contara el banco son los siguientes:

- ✓ Instrumentos de medición. Ver tabla 24.
- ✓ Elementos del motor Renault 12 de 1300cc. ver tabla 25.
- ✓ Guía para el desarrollo de las prácticas.
- ✓ Datos técnicos motor Renault 12 de 1300cc.
- ✓ Lámpara de 124 V.
- ✓ Lupa.

Estos elementos son los utilizados en la realización de las diferentes prácticas. Cabe resaltar que todos los instrumentos de medición fueron calibrados gracias a la colaboración de la industria TRASEJES COLOMBIA en su laboratorio de calidad.

Tabla 24. Instrumentos de medición

ELEMENTO	MARCA	CANTIDAD
Micrómetro de interiores análogo 0-1 in	Starrett	1
Micrómetro de exteriores análogo 0-1 in	Starrett	1
Micrómetro de roscas exteriores análogo 0-1 in	Starrett	1
Micrómetro de exteriores análogo 0-1 in	Starrett	1
Micrómetro de exteriores análogo 25-50 mm	Starrett	1
Micrómetro de roscas análogo 0-25	Starrett	1
Micrómetro de roscas externas análogo 1-2 in	Starrett	1
Micrómetro de roscas externas análogo 1-2 in	Starrett	1
Caja de patrones cilíndricos	Starrett	1
Reloj comparador	Starrett	1
Profundímetros	Starrett	2
Goniómetro	Starrett	1
Alexómetro		1
Regla métrica		1

Tabla 25. Elementos del motor Renault 12 de 1300 cc.

ELEMENTO	MARCA	CANTIDAD
Cigüeñal	Renault	1
Pistones	Renault	4
Casquetes	Renault	16
Culata	Renault	1
Bielas	Renault	4
Camisas	Renault	4
bulones	Renault	4

5.6 PRÁCTICAS DEL BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL

5.6.1 METODOLOGÍA

La metodología que se empleo ayuda y guía al estudiante con imágenes bien detalladas de los puntos que se están tratando, además se da una explicación concisa de lo que se debe hacer al momento de realizar cualquier tipo de medición.

Por otra parte se detallan especificaciones de seguridad, tales como indumentaria y precauciones que se deben tener en cuenta al momento de trabajar en el laboratorio de maquinas térmicas alternativas y en general en sitios donde se manipulen piezas pesadas.

5.6.2 ESTRUCTURA

El desarrollo global de las prácticas de medición consta de nueve partes fundamentales las cuales dan un soporte claro de enseñanza al estudiante y cumplen satisfactoriamente con las metas preestablecidas, los ítems determinados en la práctica son:

- ✓ Marco teórico.
- ✓ Objetivo general.
- ✓ Objetivos específicos (alcances).
- ✓ Herramientas específicas.
- ✓ Medidas de seguridad generales.
- ✓ Medidas de seguridad específicas.
- ✓ Desarrollo de la práctica.
- ✓ Actividades propuestas.
- ✓ Bibliografía.

Las prácticas se realizaron con base a los elementos principales del motor de combustión interna y a los instrumentos utilizados para una correcta medición de estos. En total se desarrollaron ocho prácticas de las cuales se explica una de ellas a modo de ejemplo y las demás se encuentran en el laboratorio de Maquinas Térmicas Alternativas. Ver anexo G.

- 1. Elementos de medición:** se puede decir que es la practica más importante del banco, en ella se le explica al estudiante el principio de funcionamiento y como se debe medir correctamente con instrumentos como calibrador pie de rey, micrómetro de interiores, exteriores, reloj comparador, alexómetro. Cabe anexar que también se desarrollo un manual de mantenimiento y patronamiento de estos instrumentos de medición el cual se encuentra al final de esta práctica.
- 2. Cilindros:** En esta práctica el estudiante aprende a llevar a cabo las inspecciones que se deben realizar en los cilindros, así como las operaciones de metrología necesarias que se realizan con un alexómetro para determinar los desgastes que han sufrido tales como: Conicidad, ovalamiento u ovalización.
- 3. Cigüeñal:** Se miden los diámetros del muñón y la muñequilla con un micrómetro de exteriores para determinar desgastes como ovalidad y conicidad, además con base a una inspección visual se pueden observar fisuras y ralladuras.
- 4. Culata:** básicamente se explicara el proceso de medición con la regla métrica y con las galgas para verificar la planitud de la culata y así determinar en qué condición se encuentra.
- 5. Pistones:** se esquematiza el proceso de medición para determinar el desgaste en la falda del pistón con un calibrador pie de rey, el diámetro del agujero del bulón con un micrómetro de interiores y se hace una inspección visual para determinar fallas en el pistón.
- 6. Biela:** se desarrolla el proceso de medición y verificación de los diámetros del pie con un micrómetro de interiores y la cabeza de la biela con un alexómetro, además se hace una inspección visual para determinar posibles desgastes en el cuerpo de la biela, y para finalizar se realiza una medición con un calibrador pie de rey para verificar que la biela no esté torcida.
- 7. Bulones:** se realiza la respectiva inspección visual para determinar ralladuras, fisuras, entre otros, por otra parte se mide el bulón en diferentes puntos con un

micrómetro de exteriores para poder determinar el nivel de desgaste de este con respecto al diámetro original establecido por el fabricante.

8. **Cojinetes:** se realiza una inspección visual para diagnosticar fallas como pequeños cráteres, puntos pulidos, ralladuras, bordes gastados. Además se realiza el proceso de medición del casquete para determinar el nivel de desgaste que presenta.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se diseño un laboratorio de metrología dimensional que cumple con los siguientes lineamientos de la NORMA ISO/IEC 17025;2005:

- ✓ Condiciones ambientales (temperatura, humedad, presión, ruido, vibraciones, redes eléctricas, polvo).
- ✓ Calibración de instrumentos.
- ✓ Personal directivo.
- ✓ Distribución en planta

2. El laboratorio de metrología dimensional fue diseñado para que ayude a la formación de los estudiantes de Ingeniería Mecánica en el área de metrología dimensional y más adelante puede prestar un servicio a la industria de la región, que permita:

- ✓ Calibración y mantenimiento de equipos de medición dimensional: Micrómetro de interiores y exteriores, reloj comparador, pie de rey, gramiles, alexómetros.
- ✓ Control dimensional, superficial y forma cumpliendo especificaciones de diseño y calidad en procesos de fabricación.
- ✓ Formación básica en el manejo de instrumentos de medición dimensional y medición con Sistemas por Coordenadas X-Y-Z.

3. De acuerdo a uno de los objetivos planteados del presente trabajo, se construyo un banco de metrología dimensional en el cual el estudiante desarrolla competencias de medición y diagnóstico en los siguientes elementos de un motor de combustión interna.

- ✓ Cilindros
- ✓ Pistones
- ✓ Bielas
- ✓ Cigüeñal
- ✓ Cojinetes
- ✓ Bulones
- ✓ Culata

4. La construcción del banco permite que el estudiante adquiera competencias de medición con los siguientes instrumentos utilizados en la metrología dimensional para MTA:

- ✓ Micrómetros de interiores y exteriores
- ✓ Calibrador pie de rey
- ✓ Alexómetro
- ✓ Regla métrica
- ✓ Galgas de espesores
- ✓ Reloj comparador

5. Se diseñaron 8 prácticas para realizar en el banco de metrología dimensional, para medir y diagnosticar fallas en motores de combustión interna, como:

- ✓ Desgastes en: cigüeñal, camisas, bulones, pistones, cojinetes, bielas.
- ✓ Conicidad en: cilindros, cigüeñal, bielas.
- ✓ Ovalidad en: bielas, cilindros, cigüeñal

6. Se recomienda la construcción del laboratorio de metrología dimensional dentro de las instalaciones de la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, ya que el ingeniero mecánico inevitablemente se verá enfrentado al campo de la metrología dimensional, ya sea simplemente como una herramienta para obtener algún tipo de información o si llegase a verse interesado en un estudio más profundo de los fundamentos de la teoría de la medición.

7. Se recomienda la adquisición de más equipos de medición (comparadores de caratula, micrómetro de profundidades, gramiles, patrones, goniómetros, bloques magnéticos, soportes de granito e instrumentos) para poder medir y diagnosticar más elementos de un motor de combustión interna como:

- ✓ Árbol de levas.
- ✓ Sistema de distribución.
- ✓ Válvulas.
- ✓ Volante.

8. Se recomienda retomar la metrología como cátedra dentro del programa de estudios de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS, ya que el laboratorio diseñado servirá como apoyo para este fin y enmarcarlo dentro del programa de desarrollo estratégico de la escuela.

7 BIBLIOGRAFÍA

ARIAS PAZ, Manuel. Manual de automóviles. Edición 56. Madrid: CIE DOSSAT 2000, 2006. 1107p

CARDENAS GÓMEZ, Humberto. Metrología Industrial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 1989. 166p.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Carlos Metrología. Mc Graw Hill. Segunda edición. 1998

HEYWOOD, John B internal combustion engine fundamentals
Mc Graw Hill publishing Company

JENSEN, Jens. Maquinas Térmicas Alternativas. Bucaramanga: UIS DPTO, de Ingeniería Mecánica, 1983.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC-ISO-IEC 17025. Requisitos Generales de Competencias de Laboratorios de Ensayo y Calibración.

MAY, Ed. Mecánica para motores diesel: Teoría, Mantenimiento y Reparación. México: Mc Graw Hill, 1999. 2T: L

MECANICA DE TALLER. Materiales Metrología I. Cultural de ediciones, S.A. tercera edición 1993.

SIERRA FLOREZ, Mario José; CARVAJAL SALAMANCA, Reynaldo. Estudio para la acreditación de un laboratorio de metrología dimensional Diseño de un laboratorio de metrología legal. Tesis de grado para optar el título de ingeniero mecánico. Universidad Industrial de Santander 1998.

PEZZANO, Pascual A. Tecnología Mecánica; Metrología herramientas, máquinas herramientas. Buenos Aires: Alsina, 1952. 655p

www.sic.gov.co Página WEB de la Superintendencia de industria y comercio

8 ANEXOS

ANEXO A. COTIZACIÓN EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.
 Trv 18 bis N° 38 - 41
 Bogotá, Colombia
 A.A. 9128
 NIT: 860.055.583-9



Señores: UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Cotización: C21DOC-2010-01249
 Fecha: 11 DE OCTUBRE de 2010

Atención: INGLEDUAR GARCIA LOPEZ
 Su Referencia: COTIZACIÓN VIA E-MAIL
 Email: INGLEDUAR.GARCIA.LOPEZ@feduvar1500@hotmail.com

De: Mariana Lopez
 Teléfono: 3 27 61 61 ext. 120 CÉL: 312-4568166
 Fax: 2 88 66 89
 Email: mlopez@eci.com.co

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. \$.	P. Total \$.
		MITUTOYO			
1	517-162	MARMOL DE GRANITO 800 X 400 X 250mm Incluye Soporte para marmol Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$1.985.000,00	\$1.985.000,00
2	517-163	MARMOL DE GRANITO 800 X 600 X 250mm Incluye Soporte para marmol Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$2.645.000,00	\$2.645.000,00
3	950-315	MÉDIDOR DE INCLINACIÓN 360° (90° X 4) Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$1.035.000,00	\$2.070.000,00
4	950-602	NIVEL DE PRECISIÓN 200mm / 0.05mm/m Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$775.900,00	\$1.551.800,00
5	950-603	NIVEL DE PRECISIÓN 200mm / 0.03mm/m Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$936.900,00	\$1.873.800,00
6	293-230	MICROMETRO EXTERIORES DIGITAL 0-25mm / 0.001mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$709.200,00	\$709.200,00
7	293-231	MICROMETRO EXTERIORES DIGITAL 25-50mm / 0.001mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$837.000,00	\$837.000,00
8	293-232	MICROMETRO EXTERIORES DIGITAL 50-75mm / 0.001mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$918.000,00	\$918.000,00
9	293-233	MICROMETRO EXTERIORES DIGITAL 75-100mm / 0.001mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$972.000,00	\$972.000,00
10	340-513	MICROMETRO EXTERIORES TOPES INTERCAMBIABLES Entrega inmediata 6 a 8 semanas	1	\$1.980.000,00	\$1.980.000,00
11	340-514	MICROMETRO EXTERIORES TOPES INTERCAMBIABLES Entrega inmediata 4 a 6 semanas	1	\$2.620.000,00	\$2.620.000,00
12	103-913-31	JUEGO MICROMETRO EXTERIORES 0-150mm Entrega inmediata 4 a 6 semanas	1	\$1.689.300,00	\$1.689.300,00
13	119-102	MICROMETRO EXTERIORES CON DISCOS Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$668.000,00	\$668.000,00
14	369-251	MICROMETRO EXTERIORES DIGITAL Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$810.188,00	\$810.188,00
15	343-253	MICROMETRO EXTERIORES DIGITAL 75-100mm / 0.001mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$1.328.136,00	\$1.328.136,00
16	143-102	MICROMETRO EXTERIORES DIGITAL 25-50mm / 0.001mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$376.163,00	\$376.163,00

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.
 Trv 18 bis N° 38 - 41
 Bogotá, Colombia
 A.A. 9128
 NIT: 860.055.588-9



Señores: UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Cotización: C21DOC-2010-01249
 Fecha: 11 DE OCTUBRE de 2010

Atención: ING. EDUAR GARCIA LOPEZ
 Su Referencia: COTIZACIÓN VIA E-MAIL
 Email: EDUAR.GARCIA.LOPEZ@eduar1583@hotmail.com

De: Mariana Lopez
 Teléfono: 3 27 51 51 ext. 120 CEL: 312-4566166
 Fax: 2 88 55 89
 Email: mlopez@eci.com.co

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. \$.	P. Total \$.
	329-251-10	MICROMETRO PARA PROFUNDIDAD DIGITAL 0-300mm/0-12" Entrega inmediata 4 a 6 semanas	1	\$1.700.000,00	\$1.700.000,00
18	129-116	MICROMETRO PARA PROFUNDIDAD DIGITAL 0-150mm/0.01mm Entrega inmediata 4 a 6 semanas	1	\$450.000,00	\$450.000,00
19	129-153	MICROMETRO PARA PROFUNDIDAD DIGITAL Entrega inmediata 4 a 6 semanas	1	\$511.013,00	\$511.013,00
20	337-201	MICROMETRO INTERIORES TIPO TUBULAR 200-1000mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$2.037.038,00	\$2.037.038,00
21	139-175	MICROMETRO INTERIORES BARRAS EXTENSIÓN 100-1300mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$1.059.038,00	\$1.059.038,00
22	145-185	MICROMETRO INTERIORES TIPO CALIBRADOR 5-30mm/0.01mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$453.600,00	\$453.600,00
23	145-186	MICROMETRO INTERIORES TIPO CALIBRADOR 25-50mm/0.01mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$484.200,00	\$484.200,00
24	345-250	MICROMETRO INTERIORES TIPO CALIBRADOR 5-30mm/0.001mm Entrega estimada de 4 a 6 semanas	1	\$879.638,00	\$879.638,00
25	345-251	MICROMETRO INTERIORES TIPO CALIBRADOR 25-50mm/0.001mm Entrega estimada de 4 a 6 semanas	1	\$937.500,00	\$937.500,00
26	141-205	MICROMETRO INTERIORES 50-2000/0,01mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$324.638,00	\$324.638,00
27	500-501-10	PIE DE REY DIGITAL 0-600mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$1.727.325,00	\$1.727.325,00
28	500-502-10	PIE DE REY DIGITAL 0-1000mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$3.020.850,00	\$3.020.850,00
29	573-625	PIE DE REY DIGITAL Entrega estimada de 14 a 16 semanas 573-125-20 DESCONTINUADO REEMPLAZO 573-625	1	\$923.625,00	\$923.625,00
30	573-661	PIE DE REY DIGITAL Entrega estimada de 14 a 16 semanas 573-161-20 DESCONTINUADO REEMPLAZO 573-661	1	\$1.102.425,00	\$1.102.425,00
31	500-723-10	PIE DE REY DIGITAL PUNTAS EN CARBURO 0-150mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas 500-155-20 DESCONTINUADO REEMPLAZO 500-723-10	1	\$763.875,00	\$763.875,00

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.
 Trv 18 bis N° 38 - 41
 Bogotá, Colombia
 A.A. 9128
 NIT: 860.055.588-9



Señores: UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Cotización: C21DOC-2010-01249
 Fecha: 11 DE OCTUBRE de 2010

Atención: ING. EDUAR GARCIA LOPEZ
 Su Referencia: COTIZACIÓN VIA E-MAIL
 Email: EDUAR.GARCIA.LOPEZ@equi.com

De: Mariana Lopez
 Teléfono: 3 27 51 51 ext. 120 CEL: 312-4566166
 Fax: 2 88 55 89
 Email: mlopez@eci.com.co

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. \$.	P. Total \$.
32	573-134-20	PIE DE REY DIGITAL Entrega estimada de 14 a 16 semanas 573-134-20 DESCONTINUADO REEMPLAZO 573-634	1	\$1.180.538,00	\$1.180.538,00
33	573-646	PIE DE REY DIGITAL Entrega estimada de 14 a 16 semanas 573-146-20 DESCONTINUADO REEMPLAZO 573-646	1	\$1.465.275,00	\$1.465.275,00
34	536-212	PIE DE REY ANALOGO Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$532.988,00	\$532.988,00
35	505-686	PIE DE REY ANALOGO CON RELOJ Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$295.125,00	\$295.125,00
36	530-1045R	PIE DE REY ANALOGO 150mm x 6"/0.05mm x 1/128" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$104.400,00	\$104.400,00
37	530-1145R	PIE DE REY ANALOGO 200mm x 8"/0.05mm x 1/128" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$174.600,00	\$174.600,00
38	530-115	PIE DE REY ANALOGO 300mm x 12"/0.05mm x 1/128" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$357.300,00	\$357.300,00
39	530-3125-10	PIE DE REY ANALOGO 150mm x 6"/0.02mm x 0.02" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$131.400,00	\$131.400,00
40	530-1185-10	PIE DE REY ANALOGO 200mm x 8"/0.02mm x 0.02" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$205.200,00	\$205.200,00
41	530-119	PIE DE REY ANALOGO 300mm x 12"/0.02mm x 0.001" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$357.300,00	\$357.300,00
42	570-312	TRAZADOR DE ALTURAS DIGITAL 0-300mmx 12"/0.01mm x 0.005" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$1.269.900,00	\$1.269.900,00
43	570-313	TRAZADOR DE ALTURAS DIGITAL 0-450mmx 18"/0.01mm x 0.005" Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$1.980.000,00	\$1.980.000,00
44	543-691	COMPARADOR DE CARATULA DIGITAL 0-12.7mm/0,001mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$675.000,00	\$675.000,00
45	543-682	COMPARADOR DE CARATULA DIGITAL 0-12.7mm/0,01mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$366.300,00	\$366.300,00
46	543-4715	COMPARADOR DE CARATULA DIGITAL 0-25mm/0,01mm Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$1.300.000,00	\$2.600.000,00

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.
Trv 18 bis N° 38 - 41
Bogotá, Colombia
A.A. 9128
NIT: 860.055.583-9



Señores: UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Cotización: C21000-2010-01249
Fecha: 11 DE OCTUBRE de 2010

Atención: ING. EDUAR GARCIA LOPEZ
Su Referencia: COTIZACIÓN VIA E-MAIL
Email: EDUAR.GARCIA.LOPEZ.Industria1583@hotmail.com

De: Mariana Lopez
Teléfono: 3 27 51 51 ext. 120 CEL: 312-4566166
Fax: 2 88 55 89
Email: mlopez@eci.com.co

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. \$.	P. Total \$.
47	543-4915	COMPARADOR DE CARATULA DIGITAL 0-50mm/0,01mm Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$1.500.000,00	\$3.000.000,00
48	21180-10	RELOJ COMPARADOR ANALOGO Entrega estimada de 4 a 6 semanas	2	\$386.000,00	\$772.000,00
49	30080-19	RELOJ COMPARADOR ANALOGO 0-50mm/0,01mm Entrega estimada de 4 a 6 semanas	2	\$456.000,00	\$912.000,00
50	30620-19	RELOJ COMPARADOR ANALOGO Entrega estimada de 4 a 6 semanas	2	\$613.425,00	\$1.226.850,00
51	700-118	MICROMETRO PARA PAPEL DIGITAL 0-12,7mm Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$318.000,00	\$318.000,00
52	547-360	MEDIDOR DE ESPESORES DIGITAL Entrega estimada de 4 a 6 semanas	1	\$925.913,00	\$925.913,00
53	209-522	MEDIDOR CON RELOJ PARA INTERIORES Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$2.662.050,00	\$2.662.050,00
54	209-502	MEDIDOR CON RELOJ PARA INTERIORES Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$2.662.050,00	\$2.662.050,00
55	511-170	VERIFICADOR DE DIAMETROS INTERNOS 50-150mm/0,001mm Entrega inmediata, salvo venta previa	1	\$925.000,00	\$925.000,00
56	170-302D-01	MAQUINA PARA CALIBRACIÓN Incluye Computador y Certificado de Calibración emitido por Mitutoyo Japón. Disponibilidad: 14 a 16 semanas	1	\$85.001.000,00	\$85.001.000,00
57	516-942-60	JUEGO DE BLOQUES PATRON Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$5.756.250,00	\$5.756.250,00
58	516-106-60	JUEGO DE BLOQUES PATRON ACERO/GRADO (0)/10P23 Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$1.200.000,00	\$1.200.000,00
59	516-342-60	JUEGO DE BLOQUES PATRON Entrega estimada de 4 a 6 semanas	1	\$12.152.775,00	\$12.152.775,00
60	516-156-60	JUEGO DE BLOQUES PATRON Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$1.825.800,00	\$1.825.800,00
61	515-556	PATRON PARA CALIBRACIÓN CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$8.506.950,00	\$8.506.950,00
62	515-571	PATRON PARA CALIBRACIÓN CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	1	\$5.902.763,00	\$5.902.763,00

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.
 Trv 18 bis N° 38 - 41
 Bogotá, Colombia
 A.A. 9128
 NIT: 860.055.583-9



Señores: UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Cotización: C21DOC-2010-01249
 Fecha: 11 DE OCTUBRE de 2010

Atención: ING. EDUAR GARCIA LOPEZ
 Su Referencia: COTIZACIÓN VIA E-MAIL
 Email: EDUAR.GARCIA.LOPEZ@eduar1583@hotmail.com

De: Mariana Lopez
 Teléfono: 3 27 51 51 ext. 120 CEL: 312-4566166
 Fax: 2 88 55 89
 Email: mlopez@eci.com.co

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. \$.	P. Total \$.
		Entrega estimada de 14 a 16 semanas			
64	181-947	BLOQUES MAGNETICOS Entrega estimada de 4 a 6 semanas	2	\$1.245.000,00	\$2.490.000,00
65	181-908	BLOQUES MAGNETICOS Entrega estimada de 4 a 6 semanas	2	\$1.245.000,00	\$2.490.000,00
68	916-215	ESCUADRA DE PRECISIÓN 200mm x 130mm plana Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$390.000,00	\$780.000,00
69	916-218	ESCUADRA DE PRECISIÓN 400mm x 250mm plana Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$850.000,00	\$1.700.000,00
70	187-902	GONIOMETRO DIGITAL 360º/90 Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$2.500.000,00	\$5.000.000,00
71	187-907	GONIOMETRO ANALOGO 360º/90 REGLA 150mm Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$637.000,00	\$1.274.000,00
72	215-153	SOPORTE DE GRANITO Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$1.000.000,00	\$2.000.000,00
73	7002M	SOPORTE PARA RELOJ COMPARADOR Entrega estimada de 14 a 16 semanas	2	\$390.638,00	\$781.276,00
74	019-109M	SOPORTE PARA RELOJ COMPARADOR Entrega estimada de 14 a 16 semanas	2	\$1.408.125,00	\$2.906.250,00
75	215-151M	SOPORTE DE GRANITO Entrega estimada de 4 a 6 semanas	1	\$593.738,00	\$593.738,00
77	264-504A	MINIPROCESADOR ESTADISTICO DP-1VR Entrega estimada de 14 a 16 semanas	2	\$1.500.000,00	\$3.000.000,00
78	264-012-10	INTERFASE DE COMUNICACIÓN PARA PUERTO USB Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$650.000,00	\$1.300.000,00
79	905409	CABLE DE COMUNICACIÓN 2m Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$75.825,00	\$151.650,00
80	05CZA663	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$188.063,00	\$376.126,00
81	05CZA625	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$188.063,00	\$376.126,00
82	965013	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$129.638,00	\$259.276,00
83	959150	CABLE DE COMUNICACIÓN	2	\$90.863,00	\$181.726,00

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.
 Trv 18 bis Nº 38 - 41
 Bogotá, Colombia
 A.A. 9128
 NIT: 860.055.583-9



Señores: UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Cotización: C21DCC-2010-01249
 Fecha: 11 DE OCTUBRE de 2010

Atención: ING. EDUAR GARCIA LOPEZ
 Su Referencia: COTIZACIÓN VIA E-MAIL
 Email: EDUAR.GARCIA.LOPEZ@edugar1583@hotmail.com

De: Mariana Lopez
 Teléfono: 3 27 51 51 ext. 120 CEL: 312-4566166
 Fax: 2 88 55 89
 Email: mlopez@eci.com.co


Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. \$.	P. Total \$.
		Entrega inmediata, salvo venta previa			
84	905409	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$75.825,00	\$151.650,00
85	985012	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$157.425,00	\$314.850,00
86	905890	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$75.825,00	\$151.650,00
87	905892	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$75.825,00	\$151.650,00
88	905894	CABLE DE COMUNICACIÓN Entrega inmediata, salvo venta previa	2	\$75.825,00	\$151.650,00
90		RUGOSIMETRO DIGITAL PARA LABORATORIO SJ 401 Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$64.236.105,00	\$64.236.105,00
91		RUGOSIMETRO DIGITAL CON IMPRESORA SJ 301 Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$13.611.105,00	\$13.611.105,00
92		RUGOSIMETRO DIGITAL PORTATIL SJ 201 Entrega estimada de 14 a 16 semanas	1	\$6.000.000,00	\$6.000.000,00
TODOS LOS INSTRUMENTOS SON ENTREGADOS CON INSTALACIÓN Y CAPACITACIÓN EN SITIO. ADICIONAL CURSO DE CONCIENTIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN MITUTOYO DE 2 HORAS.					
Condiciones de Venta: A convenir				Subtotal:	\$244.986.509,00
				I.V.A. 16%:	\$39.197.841,44
				Total DDP:	\$284.184.350,44

ANEXO B. ESPECIFICACIONES MAQUINA DE COORDENADAS M443 Y RUGOSIMETROS SJ 401, SJ 301, SJ 201

Máquina de Medir por Coordenadas

Sistema manual de medição por coordenadas
CRYSTA-PLUS M443/M500/M700

Catálogo E4332-19GBR



Compacto, econômico e de fácil operação com a mais avançada tecnologia em medição tridimensional de alta exatidão

Mitutoyo

Crysta-Plus M: Tudo em uma só solução

Alta exatidão e baixo custo

A Crysta-Plus M foi desenvolvida pela Mitutoyo para oferecer ao mercado um sistema de medição tridimensional de baixo custo e fácil de operar, garantindo a exatidão. A configuração de pórtico móvel permite acesso livre à área de medição para simplificar e tornar mais rápida a operação. Todos os modelos são fornecidos com sistema de travas em um toque.

Travas em um toque

Com apenas um toque, cada eixo da MMC pode ser travado individualmente, permitindo mais conforto, velocidade e exatidão na operação de medição.



Compensação Térmica (opcional)

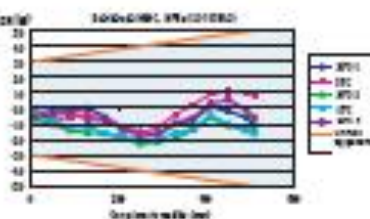
Mesmo em um ambiente onde a temperatura varie de 15° à 30°C a Crysta-Plus M pode realizar medições com a mesma exatidão obtida em ambientes controlados. Isto é possível graças ao sistema de compensação de temperatura que capta as variações térmicas do ambiente e através de um sistema de controle central, corrige as deformações da máquina e da peça considerando o seu coeficiente de expansão térmica, retornando com valores medidos corrigidos para a temperatura de referência 20° C. Com este recurso é possível obter no chão de fábrica resultados que em outros sistemas só serão obtidos em laboratórios sob um rígido controle de temperatura.

Exclusivo sistema de movimentação controlada

Para permitir o uso de dispositivos ópticos (câmeras de vídeo ou microscópios) como sensores de medição e o acesso controlado às características de peças muito pequenas, a Mitutoyo desenvolveu um exclusivo sistema de movimentação onde o operador conta com duas velocidades de avanço. O controle permite ao operador deslocar individualmente cada um dos eixos por todo o curso de medição do sistema, em velocidade rápida ou lenta, sempre mantendo a exatidão do movimento, conferindo qualidade à operação e maior velocidade de resposta ao sistema.

Sistema de iluminação (opcional)

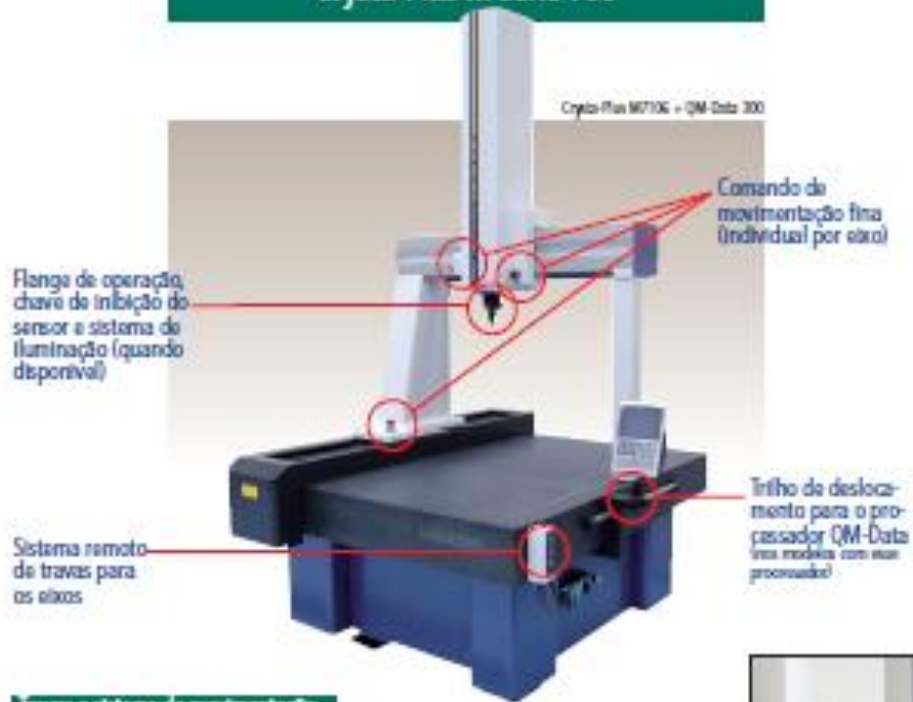
Para facilitar a visualização da área a ser medida e o ajuste de posicionamento da probe, a Crysta-Plus M pode receber um sistema de iluminação a LED na flange. Este sistema cria uma iluminação de alta intensidade dirigida para a área de medição, sem produção de calor e interferência negativa nos resultados.



Mitutoyo

Crysta-Plus M

Crysta-Plus M série 700



Traves e sistema de movimentação controlada individual para cada eixo

A Crysta-Plus M série 700 conta com um controle individual por eixo que permite o controle da movimentação em duas velocidades e o travamento total. Através do painel remoto de travas, o operador pode acionar o sistema para cada um dos eixos e em seguida utilizar o comando de movimentação, que permitirá o avanço do eixo a 18,85 mm/volta na velocidade mais rápida ou 0,99mm/volta no avanço fino. Desta forma é muito mais simples posicionar o sensor de medição exatamente onde se deseja realizar a inspeção.

Manipulo com controle de força constante

Na flange de operação, a Crysta-Plus M conta com um manipulo com sistema de força constante, este dispositivo de absorção de impactos controla o deslocamento e regula a força aplicada ao eixo, mantendo a regularidade na força de medição mesmo quando o sistema estiver em uso por operadores menos experientes. Esta característica aumenta a reprodutibilidade da operação de medição, melhorando os resultados em estudos de R&D.



Qualidade com versatilidade completa

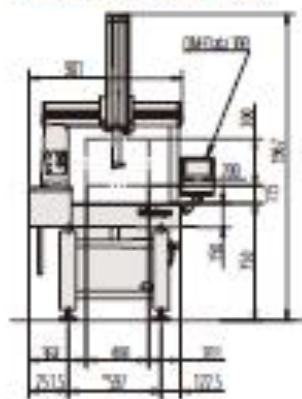
Crysta-Plus M443 com Proces- sador QM-Data 300



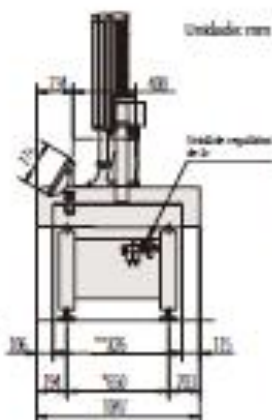
Crysta-Plus M443 com Software



Dimensões (Unidade Principal)



Para a unidade principal 100kg
Para a base de máquina 100kg



** Para a base de 100kg
*** Para a base de 100kg

* As imagens e dimensões mostradas nesta página são um exemplo de configuração do sistema. Consulte o escritório de vendas Mitutoyo mais próximo para detalhes sobre a configuração do sistema.

Crysta-Plus M443	
Para a unidade principal	100kg
Para a base da máquina	100kg

Mitutoyo

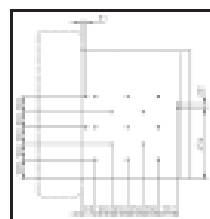
CRYSTA-PLUS M443

Especificações

Item	Crysta-Plus M443
Cano X	400mm
Cano de medição	
Cano Y	400mm
Canos Z	300mm
Resolução	0,0005mm
Exatidão (20°C)	ISO 10360-3
Temperatura ambiente (Sem o sistema de compensação térmica)	Limite de temperatura: + - 20°C
Temperatura ambiente (Com o sistema de compensação térmica)	Limite de temperatura: 15°C à 30°C Variação de temperatura: 2,000; 5,000 (h) Gradiente de temperatura (vertical/horizontal): 1,000/m
Sistema de medição	Escala linear de alta precisão
Sistema das guias	Tapetes de ar em cada eixo
Tratamento de cada eixo	Traco de ar de um toque
Ajuste fino de cada eixo	Quando traceado em todo o curso de medição
Tamanho elétrico	620mm x 800mm
Material	Granito
Mesa de medição	
Tratamento da peça	Inertes mecânicos (M1 a 1,25; 13 posições)
Peso máximo admitido	100kg
Altura máxima da peça	400mm
Método de balanceamento do eixo Z	Contrapeso (ajustável até 1,5kg)
Comprimento	600 mm
Dimensões da máquina	
Profundidade	1,047mm
Altura	1,967mm
Peso da unidade principal	470kg (incluindo a base da máquina)
Air supply	
Pressão	0,20MPa (fonte de ar: 0,5-0,8MPa)
Consumo	500L/min sob condições normais (fonte de ar: 1000L/min)

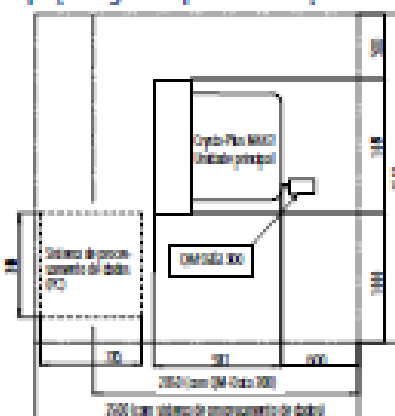
T₁ = Tamanho de medição (mm)

Dimensões (Mesa de Medição)



Espaço sugerido para instalação

Unidade: mm



SurfTest SJ-210

O novo rugosímetro SJ-210 combina alta exatidão e velocidade de medição com várias inovações criando uma classe líder em inspeção de superfície.

- Display colorido com 2,4", incluindo fontes grandes e backlight;
- O display pode mudar de posição verticalmente ou horizontalmente, além de opção para canhotos;
- Julgamento de tolerâncias através de cores, análise por curvas de avaliação e todos os resultados numéricos podem ser apresentados em um dos 16 idiomas disponíveis no equipamento;
- Função de proteção com uso de senhas para usuários;
- Um cartão microSD pode armazenar até 10.000 resultados;
- Função de captura de tela para microSD também disponível, facilita a criação de procedimentos internos;
- Entrada para pedal de acionamento opcional;
- Múltiplas opções de saída, incluindo RS-232C e USB, oferecem maior versatilidade.



Saídas cartão microSD, USB e RS-232C



Gráficos e resultados no display colorido de alta definição



Display com função giratória, melhor visualização das suas medições

Mitutoyo

Medição de Forma

Surftest 31-210



Fácil instalação do sensor



Múltiplas saídas: RS-232C, USB e cartão microSD



Exemplo de aplicação do aparelho sobre superfície plana

Modelo	31-210
Código	178-561-02A
Capacidade de Medição	17,5mm (0,5 pol.)
Medição	360µm (-200µm - +160µm)
Velocidade	0,25; 0,5; 0,75mm/s (0,01; 0,02; 0,03 poleg)
Retorno	1mm/s (0,04 poleg)
Bala Pointa	5µm (200µpoleg)
Sensor	Rango / Resolução
	25µm / 0,002µm (1000µpoleg / 0,08µpoleg)
Curvas	Perfil Primário (P), Rugosidade (R), DE, Mont R
Corpo Principal	Compacto, (Unidade destacável)
Parâmetros de Avaliação	Ra, Rq, Rz, Ry, Rv, Rl, Rzr, Rsk, Rks, Rr, Rpc, Rsm, Rmax*1, Rr1max, S, HSC, Rz0,5*2, Rpp, Rda, Rdq, Rk, Rms, Rmr(L), Rr, Rk, Rpk, Rsk, Mr1, A1, A2, V0, Rpm, TP, htp, R, Rv, AR
Julgamento GOMG	Valor máximo, 10%, desvio padrão
Comp. Avaliação	0,08; 0,25; 0,8; 2,5mm (0,003; 0,01; 0,03µpoleg)
Num. Comp. Avaliação	x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9, x10, arbitrário
Display	Filtro Digital
	20875 / PC75 / Gauss
Idiomas	16 Idiomas
IO	USB, SPC, Impressora, RS-232C, MicroSD
Normas	ISO82, ISO94, ISO11, GD, ANSI, VDA
Resultados no Display	Vertical, Horizontal, Curva, Gráficos, Valores
Bateria Integrada	4hrs com carga completa (aprox. 1000 medições)
LCD	LCD de 2,4" - Corídeo

Tecnologias aplicadas

- Máquinas de Medição por Coordenadas
- Máquinas de Medição por Processamento de Imagem
- Medição de Forma
- Equipamentos de Medição Óptica
- Sistemas de Sensores
- Equipamentos para Troca de Curvas e Sensores
- Sistemas de Medição Linear
- Instrumentos de Medição Manual e Set. de Transferência de Dados

Mitutoyo Sul Americana Ltda.

www.mitutoyo.com.br
 Av. João Carlos de Almeida, 1344
 Lado Aéreo - São Paulo - Brasil
 CEP 04724-902
 Tel: (0511) 5443-4444
 Fax: (0511) 5443-8152

Argentina Branch

www.mitutoyo.com.br
 Av. Mitú, 102000 - C.A. 0140000
 Pcia. Buenos Aires - Argentina
 Tel: (0411) 4756-1444
 Fax: (0411) 4756-8111

Mitutoyo

Verificador de rugosidad "Surftest SJ-301"

- Aparato portátil para análisis de la rugosidad superficial con pantalla de mando táctil e impresora integrada (protegido contra polvo).
- En el display LCD de grandes dimensiones se pueden leer valores de medición y gráficos de cálculo.
- Mediante la termo impresora se pueden imprimir los resultados en diferentes formatos, de forma rápida y bien legible.
- Teclas grandes protegidas contra polvo, para la selección de las funciones de medición y un panel sensitivo, incluido tápiz, para el ajuste de las condiciones de medición facilitan y aceleran el manejo del aparato.
- El SJ-301 almacena hasta 5 condiciones diferentes de medición.
- Los datos de medición pueden ser emitidos a un ordenador externo.
- Cumple con las normas internacionales tales como DIN, ISO, ANSI y JIS.
- Los datos de medición pueden ser almacenados, quedando a disposición, para ser procesados y/o impresos en otro momento.
- Con la utilización de una tarjeta de memoria opcional se pueden almacenar hasta 20 condiciones de medición, juegos de datos de medición y estadísticos.

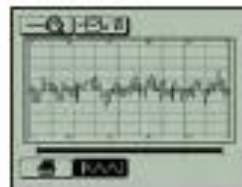
Serie 178



178-952-3 D

Modelo	Nº	Tipo
SJ-301	178-952-3 D	Modelo básico
SJ-301 S	178-939-2 D	Palpado transversal ver página 357
SJ-301 R	178-990 D	Modelo Front Lift (dirigido con elevación y descenso motorizado)

Nota:
Las unidades de serie son compatibles entre sí.



Verificador de rugosidad "Surftest SJ-400"

- **Mediciones de alta precisión – incluso en modelos portátiles**
Una cabeza palpadora de alta resolución con amplio rango de medición y una unidad de avance de elevada rigidez garantizan mediciones de precisión extraordinaria en su clase.
- **Medición/ valoración de escalones y rectitud**
Con la función de medición sin patrón se pueden medir escalones ultrafinos, rectitud y ondulaciones. Las funciones integradas facilitan la valoración de características superficiales en el monitor LCD.
- **Medición de la rugosidad superficial de cilindros – perpendicularmente al eje – incluso con un modelo compacto**
Las funciones de medición sin patrón y de compensación de superficie R, permiten la valoración de la rugosidad superficial de los cilindros.
- **Parámetros de rugosidad, en correspondencia con las normas internacionales**
La serie SJ-400 ofrece 35 diferentes parámetros de rugosidad, que cumplen tanto con las modernas normas ISO, DIN y ANSI como también las normas JIS (1994/1962).
- **Preparación moderna de datos con un programa ampliado de análisis**
Con la serie SJ-400 es posible una preparación de datos, igual que con aparatos de las clases superiores. El sistema se amplía con el programa de análisis de rugosidad superficial SURFFAK SJ y ofrece así funciones para el análisis de datos y confección de informes.
- **Análisis de resultados de cálculo y perfil valorado (sin impresión) directamente en el display**
En el monitor LCD incorporado, de gran tamaño y sensible (touch-panel) se indica de forma visible y clara el resultado de cálculo y el perfil valorado.

Datos técnicas

Sistema de palpado
Rango de medición: 800 µm
Valor de paso: 0,00125 µm
Unidad de avance
Rectitud/ longitud de avance
SJ-401: 0,3 µm/25 mm
SJ-402: 0,5 µm/30 mm

Accesorios estándar

Módulo de transporte para Surftest SJ-401
Surftest SJ-402



Serie 178



Termoimpresora integrada

Con la termoimpresora de alta calidad y rápida se imprimen los resultados de medición. El resultado total puede ser emitido como curva SAC y ADC o en forma de perfil y resultado valorado. Los resultados y perfiles pueden ser obtenidos en forma sencilla y comprensible.



Base de medición de granito (accesorio opcional)



Medición de ranuras profundas



Medición con palpadores orientados hacia arriba



Medición superficial R



ANEXO C. COTIZACIÓN DE EQUIPOS INMOBILIARIOS Y OFICINA



Fabrica de sillas y Muebles
Para oficina, Muebles especiales,
Divisiones modulares,
Reparación y mantenimiento

Bucaramanga, octubre 04 /2.010

Señores:

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
Universidad Industrial de Santander.
Atn. Sr. EDGAR CONTRERAS - EDUAR GARCIA.

correo. Eduar1583@hotmail.com
Tel: 3115347028

Cordial saludo:

En atención a su amable solicitud, estamos cotizando el siguiente trabajo:

PRECIOS SIN INCLUIR IVA

3 Sillas ejecutivas.	\$141.000	\$ 423.000
1 Silla gerente		\$ 410.000
2 sillas Interlocutora. NOVA	\$ 80.000	\$160.000
1 puesto de trabajo, medidas de 1.20 mts x 0.60 cms Con archivador 2x1, pata y falda.		\$ 387.000
1 puesto de trabajo en L, medidas de 1.80 mts x 1.50 mts X 0.60, con archivador 2x1, 2 patas (1 metálica) y falda.		\$ 638.000
1 puesto de trabajo en U, medidas de 2 mts x 3 mts x 2 mts x 0.60, con 4 patas y 3 faldas.		\$ 840.000
2 archivadores aéreos.	\$ 215.000	\$ 430.000
2 archivador 2x1	\$ 222.000	\$ 444.000
3 vitrinas en formica con tres entrepaños.	\$ 646.000	\$ 1.938.000
1 mueble para AZ, medidas de 1.50 de ancho x 2 mts de alto con entrepaños y puerta con chapa.		\$ 820.000

Cra. 15 No 12-24 Tel. 6717592- cel : 3017042818-3002220603
E-mail axialoffice2004@hotmail.com
Bucaramanga-Santander



Fabrica de sillas y Muebles
 Para oficina, Muebles especiales,
 Divisiones modulares,
 Reparación y mantenimiento

1 Cartelera con marco, medidas de 8 cms de espesor x
 0.80 cms de ancho x 0.50 alto.

	\$ 260.000

	\$6.750.000
IVA	\$1.080.000

	\$7.830.000

SILLAS



Silla ejecutiva



silla gerente



silla nova

Puestos de trabajo



Puesto de trabajo de 1.20



puesto de trabajo en L.

Cra. 15 No 12-24 Tel. 6717592- cel : 3017042818-3002220603
 E-mail axialoffice2004@hotmail.com
 Bucaramanga-Santander



Fabrica de sillas y Muebles
Para oficina, Muebles especiales,
Divisiones modulares,
Reparación y mantenimiento

Archivadores



Archivador aéreo



archivador 2x1



Archivador para AZ

Cra. 15 No 12-24 Tel. 6717592- cel : 3017042818-3002220603
E-mail axialoffice2004@hotmail.com
Bucaramanga-Santander



Fabrica de sillas y Muebles
Para oficina, Muebles especiales,
Divisiones modulares,
Reparación y mantenimiento

REFERENCIAS:

Entre nuestros clientes figuran entidades como el BANCO BBVA, BANCO COLPATRIA, BANCO AV VILLAS, EMBOSAN, UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, U.I.S. TRANSPORTES N.T.S, COPSERVIR, ELECTROINDUSTRIAL, COOMEVA y SALUD TOTAL entre otros.

Garantía:	: 1 año
Tiempo de entrega	: 15 días hábiles
Forma de pago	: 50% anticipo y 50% contra entrega

"En espera de sus gratas órdenes"

Cordialmente,

JOSE VICENTE RUIZ
Director Comercial

Cra. 15 No 12-24 Tel. 6717592- cel : 3017042818-3002220603
E-mail axialoffice2004@hotmail.com
Bucaramanga-Santander



Sodimac Colombia S.A.
NIT 800242106-2

COTIZACION DE MERCANCIA

DOCUMENTO NO VALIDO PARA ENTREGA DE MERCANCIA

ALMACEN: BUCARAMANGA DIRECCION: CRA 21 No 45-02 TELEFONO: 018000115150
 NUMERO: 95-657 CIUDAD: BUCARAMANGA FECHA: 19/10/2010
 CLIENTE: EDGAR CONTRERAS DIRECCION CALLE 7 #24-71
 CLIENTE:
 TELEFONO: 3112146681 FAX:
 CEDULA/NIT: 1099203224 E-MAIL:
 ASESOR: FABIAN ALBERTO SUAREZ ARDILA CONTACTO:

OBSERVACIONES:

PRODUCTOS DE LA COTIZACION				
Código	Producto	Precio	Cant	Vir Parcial
140230	*FAX PAPEL TERMICO ID NEGRO PANASONIC	269.900	2	539.800
55630	CARRO PARA CARGA PLEGABLE HOLD ALL	69.900	1	69.900
143260	CONTROL REMOTO 1 FUNCION UNIVERSAL PARA TELEVISION	10.900	2	21.800
160956	MULTIFUNCIONAL HP DESKJET F4480	209.900	2	419.800

Subtotal Productos 7 1.051.300

SERVICIO DE TRANSPORTE				
Código	Producto	Precio	Cant	Vir Parcial
18377	TARIFA TRANSPORTE ZONA 1	21.000	1	21.000

Subtotal Transportes 1 21.000

TOTALES DE LA COTIZACION

Total Bruto	1.072.300			
Su Ahorro es	0	Subtotal	8	1.072.300
		Rte Fuente		0
		Rte ICA		0
		TOTAL	8	1.072.300

Detalle de IVA incluido en la Cotización

Descripción	Base IVA	Valor IVA
IVA 16%	924.397	147.903

Detalle de Rte Fuente incluido en la Cotización

No existe detalle de Rte Fuente

ALTERNATIVAS DE FINANCIACION

TARJETA CMR FALABELLA, RENUEVA CMR, FINANCIAFACIL FENALPAGARE, CHEQUES POSFECHADOS, CUPO EMPRESARIAL, TARJETA ESPECIALISTAS BCSC, PLAN SEPARE, ADEMÁS RECIBIMOS: Bonos Regalo Homecenter, Tarjetas Crédito y Débito, Efectivo, Cheque al día, Tarjeta Comfama Medellín, Codensa Bogotá, Bonos Sodexho Pass canasta, dotación y premium y Bonos Big Pass premium. SOMOS AUTORETENEDORES Resolución No 00931 del 29 de Enero de 2009

GIRAR CHEQUE A NOMBRE DE SODIMAC COLOMBIA S.A.

Esta cotización es válida para la ciudad donde fue realizada

El servicio es nuestra razón de ser, cuéntenos su sugerencia.

Línea de atención al cliente 01 8000 115 150 en Bogotá 30 77 115

servicioalcliente@homecenter.com.co

Apreciado cliente: Los Productos a Pedido no tienen devolución porque han sido fabricados especialmente para usted. .

Solicite información en el Centro de Financiación

La disponibilidad de los Productos estará sujeta a las existencias en el almacén en el momento de la venta.

Los Precios incluidos en esta cotización pueden variar dependiendo de las cantidades cotizadas

Esta cotización es vigente por 15 días a partir de la fecha de generación; vencido este tiempo los precios serán los vigentes al día de la compra.

Los precios del cemento, hierro, cobre, alambres THHN y desnudos tienen vigencia solamente el día en que se emite la cotización y están sujetos a cambio el mismo día sin previo aviso. SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES resolución No.8836/98

Además aproveche nuestros Servicios Adicionales

- * Mezcla técnica de Pinturas
- * Corte y dimensionado de madera y cerámica
- * Alquiler de Herramientas
- * Transporte de Mercancía a domicilio
- * Bonos de regalo
- * Guardería
- * Parquedero Vigilado
- * Lista de Novias

Si el pago se hace en cheque favor girarlo a nombre de **ALMACENES ÉXITO S.A** Nit. 890.900.608-9, no sea aceptan pagos posteriores a la fecha.
NOTA: Almacenes Éxito no hace llegar muestras de los artículos cotizados.

VALIDA POR EL DIA DE HOY

Cualquier inquietud, favor comunicarse al Conmutador 6808888-EXT. 147

Cordialmente,

VENTAS POR MAYOR
CENAIDA PARRA PRADA
CREDITO - VENTAS POR MAYOR
ÉXITO BUCARAMANGA
TEL. 6802105

ANEXO D. CARTA DE SOLICITUD DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Bucaramanga, 30 de septiembre de 2010

Señores
EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A
Transversal 18 No. 38-41
Bogotá- Colombia

Respetados señores:

La escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander en desarrollo de una tesis de grado para la implementación de un laboratorio de metrología dimensional solicita a ustedes una cotización especificando las formas de pago exigidas por su empresa y el tiempo de entrega de los equipos, adjunto listado de los instrumentos que se necesitan para la dotación del laboratorio.

Agradezco su colaboración.

Atentamente.


JORGE LUIS CHACÓN VELASCO
Director proyecto


ALFONSO GARCÍA CASTRO
Director Escuela Ing. Mecánica

ANEXO E. COTIZACIÓN AIRE ACONDICIONADO



Bucaramanga, 26 de junio de 2.010

COTIZACION No. 10 1 566

Señores
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Attn. Msc. ALFONSO GARCIA
Director de escuela
Ciudad

REF: COTIZACION SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO.

Atendiendo a su solicitud estamos presentando a su consideración nuestra propuesta para la compra – venta de un (1) sistema de aire acondicionado tipo paquete condensado por aire marca YORK (para el nuevo laboratorio de metrología dimensional ubicado en la escuela de Ingeniería Mecánica de la universidad Industrial de Santander), instalado en la ciudad de Bucaramanga.

Comprende el suministro de sistemas de aire acondicionado con montaje del equipo y ductería en fibra de vidrio con foil por ambas caras oculto por el respectivo cielo raso del laboratorio más los respectivos difusores y rejillas para suministro y retorno de aire.

Adjunto a la presente encontrará la descripción general de la propuesta, costos, condiciones generales del contrato.

Sin otro particular y esperando haber atendido a su solicitud, quedamos a su disposición para aclarar cualquier inquietud referente al proyecto, de ustedes.

Atentamente,

RAFAEL GOMEZ

Ing. Dpto. de Diseño y Presupuesto.

Elaboró: ING/ R.G.
Aprobó: ING/A.L.S.



CONDICIONES INICIALES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

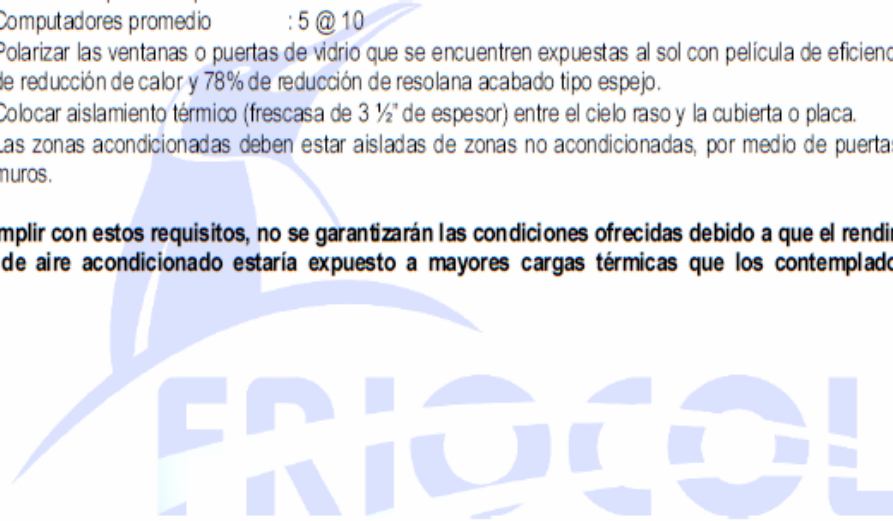
Con el Sistema de Aire Acondicionado estamos garantizando las siguientes condiciones ambientales Internas:

- Temperatura confort de 23 °C +/- 1 °C.
- Humedad relativa entre 50-60%.

Para que lo anterior se dé, el cliente debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Cantidad de personas promedio : 27 como máximo
- Computadores promedio : 5 @ 10
- Polarizar las ventanas o puertas de vidrio que se encuentren expuestas al sol con película de eficiencia del 79% de reducción de calor y 78% de reducción de resolana acabado tipo espejo.
- Colocar aislamiento térmico (frescasa de 3 1/2" de espesor) entre el cielo raso y la cubierta o placa.
- Las zonas acondicionadas deben estar aisladas de zonas no acondicionadas, por medio de puertas, vidrios o muros.

Al no cumplir con estos requisitos, no se garantizarán las condiciones ofrecidas debido a que el rendimiento del sistema de aire acondicionado estaría expuesto a mayores cargas térmicas que los contemplados para el diseño.





DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OFERTA

EQUIPO TIPO PAQUETE CONDENSADO POR AIRE

ITEM 1: UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE

EQUIPO PAQUETE YORK

- Compresor hermético, 220 voltios/ 3 fase / 60 Hz.
- Refrigerante ecológico R-410A.

ITEM 2: DUCTOS Y AISLAMIENTO

- Ducto en lámina de fibra de vidrio con foil por las dos caras.
- Ducto en lámina galvanizada Cal. 24
- Aislamiento en Jumbolon 15 mm.

ITEM 3: REJILLAS Y DIFUSORES

- Difusor de suministro de 4 vías de 8"x8" con damper.
- Difusor de suministro de 3 vías de 8"x8" con damper L-JS3.
- Rejilla de suministro 20"x10" doble aleta con damper.
- Rejilla de retorno de 24" x 18" doble aleta sin damper.

ITEM 4: ACCESORIOS GENERALES PARA EL MONTAJE

- Termostato digital 2 etapas.
- Termo higrómetro digital.
- Soportes de neopreno.
- Base metálica.
- Caja guarda termostato.

ITEM 5: MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO

- Izaje de equipos y puesta en sitio.
- Mano de obra y puesta en funcionamiento.



CONDICIONES DEL CONTRATO

1. VALOR TOTAL DEL CONTRATO:

MARCA YORK 7,5TR	
SUBTOTAL	\$20,575,582
IVA 16%	\$ 3,292,093
TOTAL	\$ 23,867,675

NOTA: Cualquier ubicación del equipo paquete condensado por aire diferente a la tenida en cuenta en el diseño modificara los costos del proyecto.

2. FORMA DE PAGO:

50% Anticipo – 50% Contra entrega.

3. GARANTIAS:

Todos los equipos y accesorios, ofrecidos a instalar, tienen una garantía de un (1) año contra defectos de fabricación.

4. VALIDEZ DE LA OFERTA:

Los precios considerados en esta propuesta tienen una vigencia de ocho (8) días.

5. TIEMPO DE ENTREGA:

El tiempo de entrega estipulado es seis (6) a ocho (8) semanas, siendo necesario coordinar con el programa de la obra civil y eléctrica y después de recibida la orden de compra y el anticipo.

6. HORARIOS DE TRABAJO:

Para el desarrollo del montaje de los equipos de aire acondicionado se estiman horarios de trabajos así:

Lunes a viernes de 7:30 am a 12:00 m y de 2:00 pm a 6:00 p.m.

Sábados de 7:30 am a 1:00 pm.

Horarios diferentes a los establecidos tendrán un recargo adicional a la propuesta.

7. OBRAS A CARGO DEL CONTRATANTE:

- Toda la obra civil necesaria para la instalación de tubería, bases para Unidades, cuarto de máquinas, etc.
- Instalación de todas las acometidas eléctricas hasta cero (0) metros de Unidades acondicionadoras y controles, de acuerdo a las características requeridas por los equipos a instalar.
- Instalación de acueducto de fácil acceso y uso para labores de mantenimiento de las Unidades Acondicionadoras
- Drenaje a cero (0) metros de las Unidades Acondicionadoras en el sitio y forma específica.
- Instalación de puertas tipo persianas en las oficinas para asegurar un buen retorno de aire a la unidad.



CUADRO DE COSTOS
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL TIPO PAQUETE COND. POR AIRE MARCA YORK . REFRIGERANTE R-410
LABORATORIO DE METROLOGIA DIMENSIONAL

DESCRIPCION	CANTIDAD	V. UNIT.	V. TOTAL	V. TOTAL ÍTEM
ÍTEM 1				
EQUIPOS				
Equipo de aire acondicionado tipo Paquete condensado por aire de 7,5 TR Marca YORK Mod. ZF090C00A2AAA5. 220v / 3ph / 60 hz. R-410	1	Un		
TOTAL ÍTEM 1				\$13,439,314
ÍTEM 2				
DUCTOS Y AISLAMIENTO				
Ducto en lámina de fibra de vidrio con foil por las dos caras	54	m ²		
Ducto en lamina gal cal 24 sin pintar	6	m ²		
Aislamiento en jumbolon de 15 mm de espesor	6	m ²		
TOTAL ÍTEM 2				\$3,350,603
ÍTEM 3				
DIFUSORES Y REJILLAS				
Difusor de suministro de cuatro vías de 8" x 8" con damper	4	Un		
Difusor de suministro de tres vías de 8" x 8" con damper L-JS3	1	Un		
Rejilla de suministro 20"x10" doble aleta con damper	3	Un		
Rejilla de retorno 24"x18" doble aleta sin damper	2	Un		
TOTAL ÍTEM 3				\$728,030
ÍTEM 4				
ACCESORIOS GENERALES PARA EL MONTAJE				
Termostato digital 2 etapas	1	Un		
Termo higrómetro digital	1	Un		
Soportes de neopreno	4	Un		
Base metálica	1	Un		
Caja guarda termostato	1	Un		
TOTAL ÍTEM 4				\$532,125
ÍTEM 5				
MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO				
Mano de obra y puesta en funcionamiento	1	Gl		

CARRERA 16 No. 23-35 – TEL.(57)(6) 633 82 62 EXT: 120 – FAX.(57)(6) 633 65 24 – E-MAIL: PRESUPUESTO@FRIOCOL.COM BUCA RAMANGA, COLOMBIA



1 G

TOTAL ÍTEM 5 **\$2,525,510**

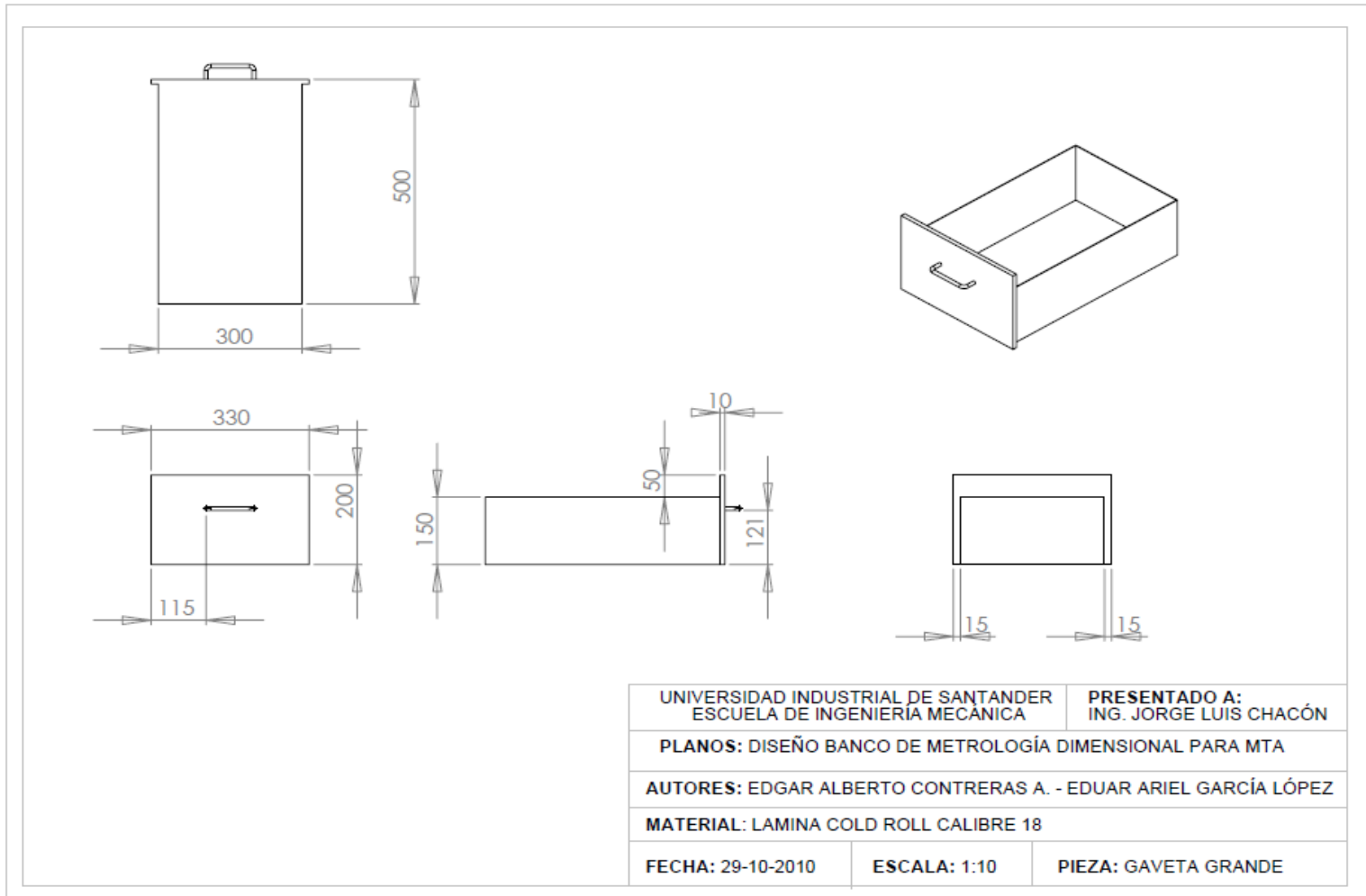
TOTAL ÍTEMS **\$20,575,582**

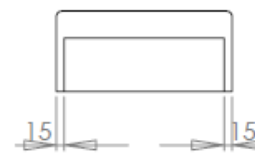
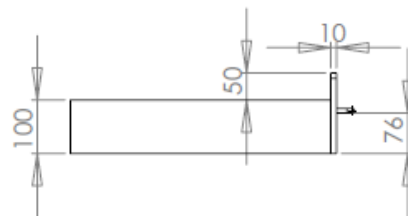
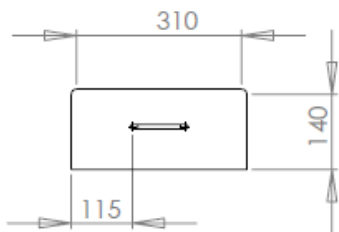
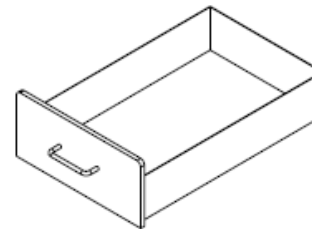
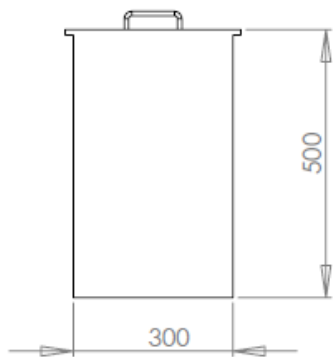
F-134 V01

NOTA : EL VALOR NO INCLUYE EL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - IVA.

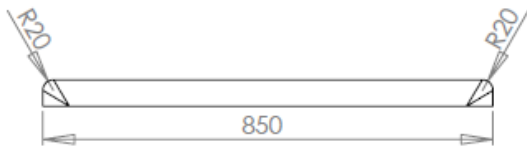
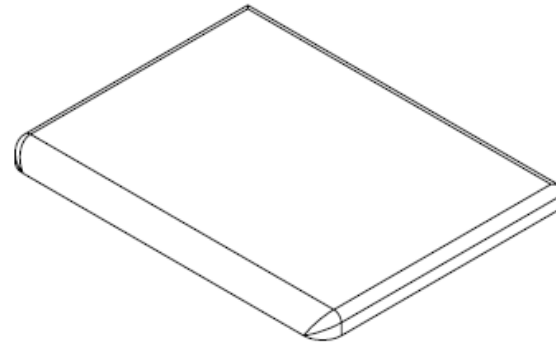
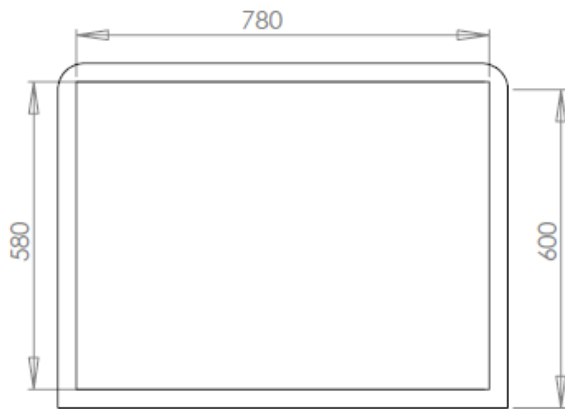


ANEXO F. PLANOS BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL





UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		PRESENTADO A: ING. JORGE LUIS CHACÓN
PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA		
AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ		
MATERIAL: LAMINA COLD ROLL CALIBRE 18		
FECHA: 29-10-2010	ESCALA: 1:10	PIEZA: GAVETA PEQUEÑA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTADO A:
ING. JORGE LUIS CHACÓN

PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA

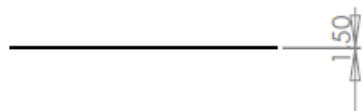
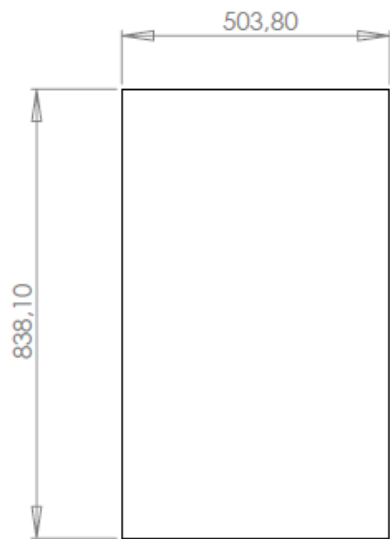
AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ

MATERIAL: LAMINA COLD ROLL CALIBRE 18

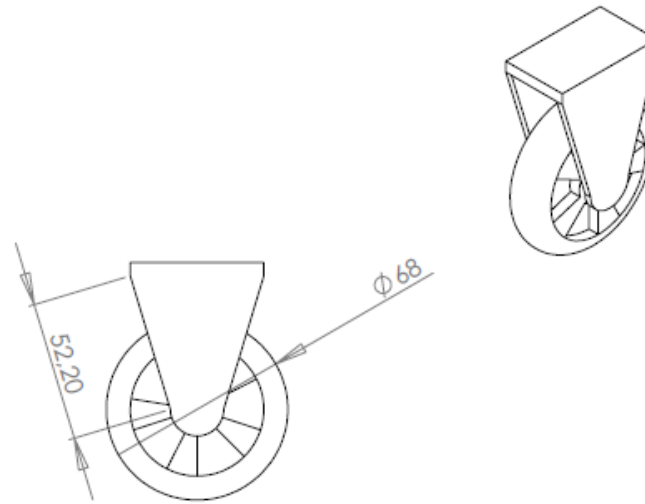
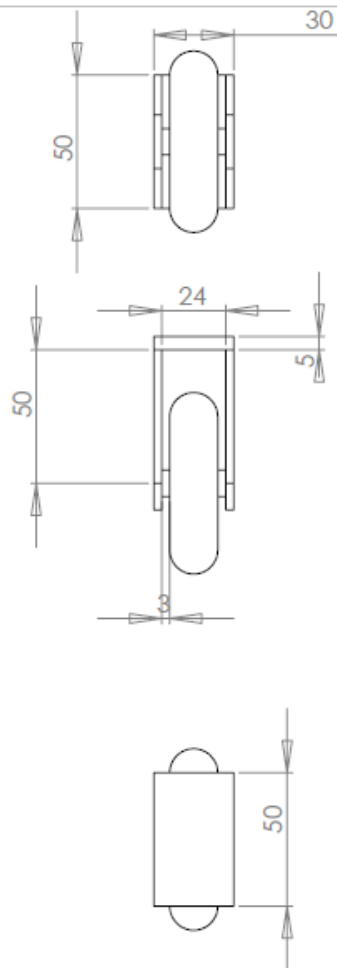
FECHA: 29-10-2010

ESCALA: 1:10

PIEZA: PLATAFORMA DE TRABAJO



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		PRESENTADO A: ING. JORGE LUIS CHACÓN
PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA		
AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ		
MATERIAL: LAMINA COLD ROLL CALIBRE 20		
FECHA: 29-10-2010	ESCALA: 1:10	PIEZA: TAPA LATERAL



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTADO A:
ING. JORGE LUIS CHACÓN

PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA

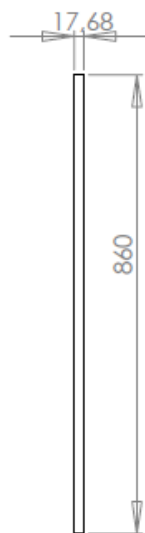
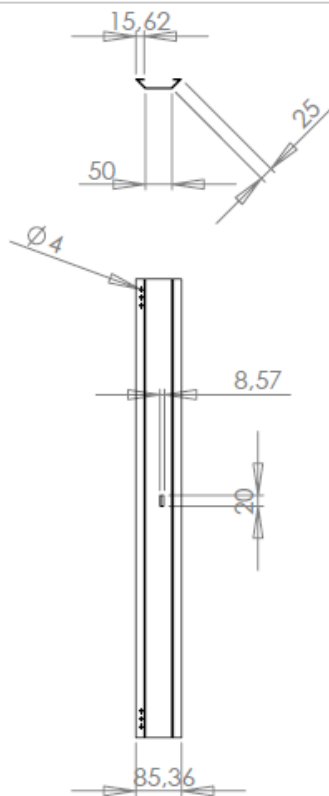
AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ

MATERIAL: PG 17A, DE 2 1/2 IN

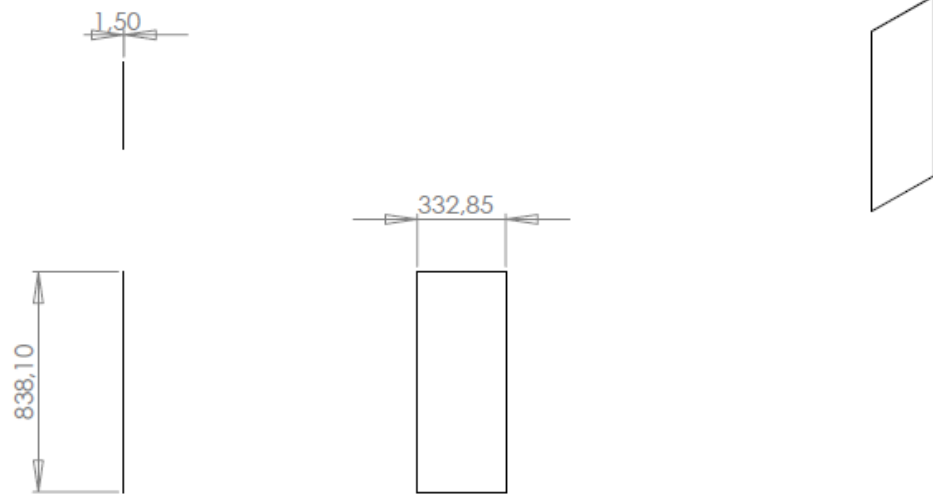
FECHA: 29-10-2010

ESCALA: 1:10

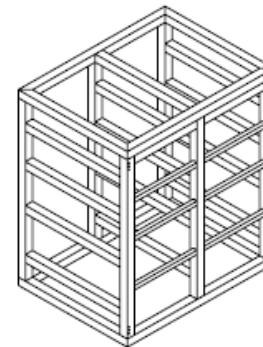
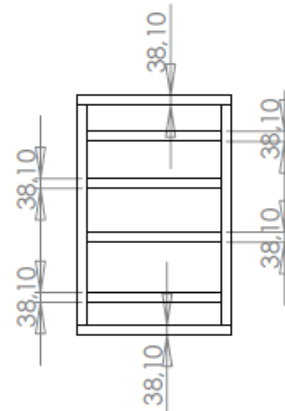
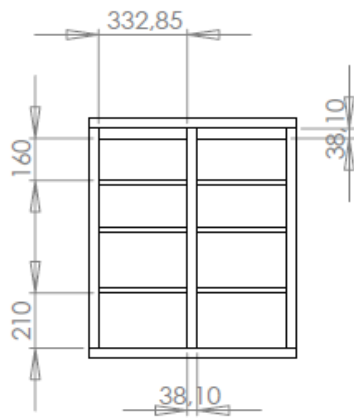
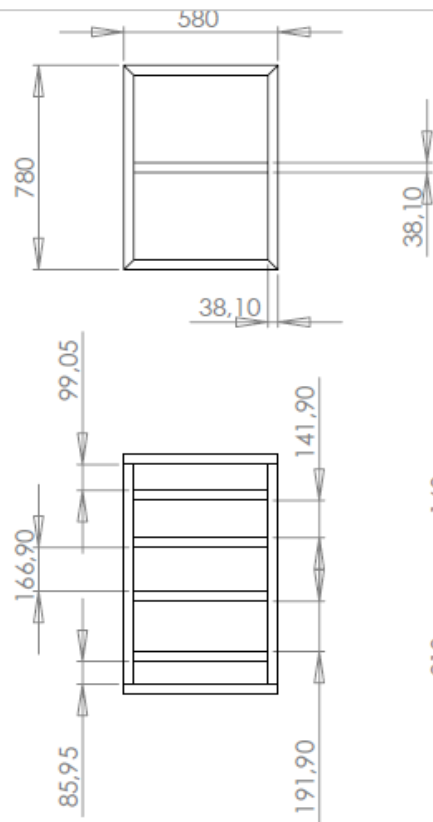
PIEZA: RUEDA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		PRESENTADO A: ING. JORGE LUIS CHACÓN
PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA		
AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ		
MATERIAL: LAMINA COLD ROLL CALIBRE 18		
FECHA: 29-10-2010	ESCALA: 1:10	PIEZA: PERFIL DE SEGURIDAD



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		PRESENTADO A: ING. JORGE LUIS CHACÓN
PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA		
AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ		
MATERIAL: LAMINA COLD ROLL CALIBRE 20		
FECHA: 29-10-2010	ESCALA: 1:10	PIEZA: TAPA POSTERIOR



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTADO A:
ING. JORGE LUIS CHACÓN

PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA

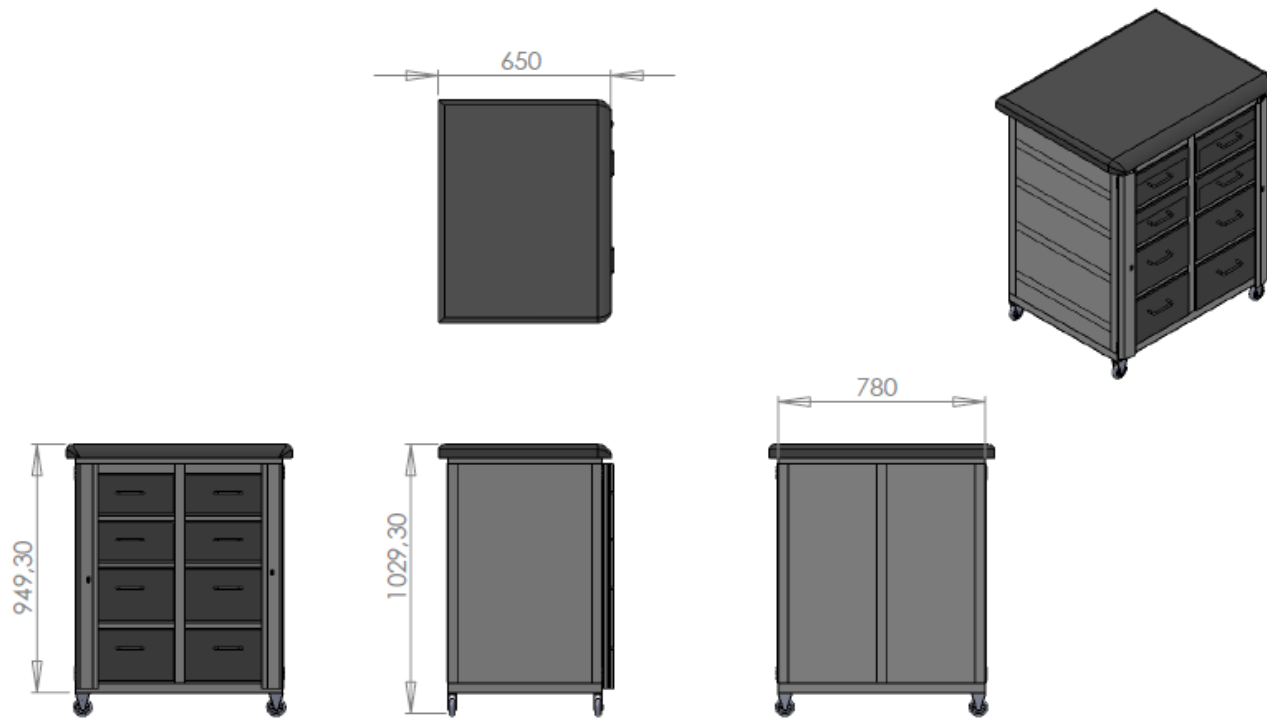
AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ

MATERIAL: T. CUADRADO 1 1/2 IN CR-C18 - T. CUADRADO 3/4 IN CR-C18

FECHA: 29-10-2010

ESCALA: 1:10

PIEZA: ESTRUCTURA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTADO A:
 ING. JORGE LUIS CHACÓN

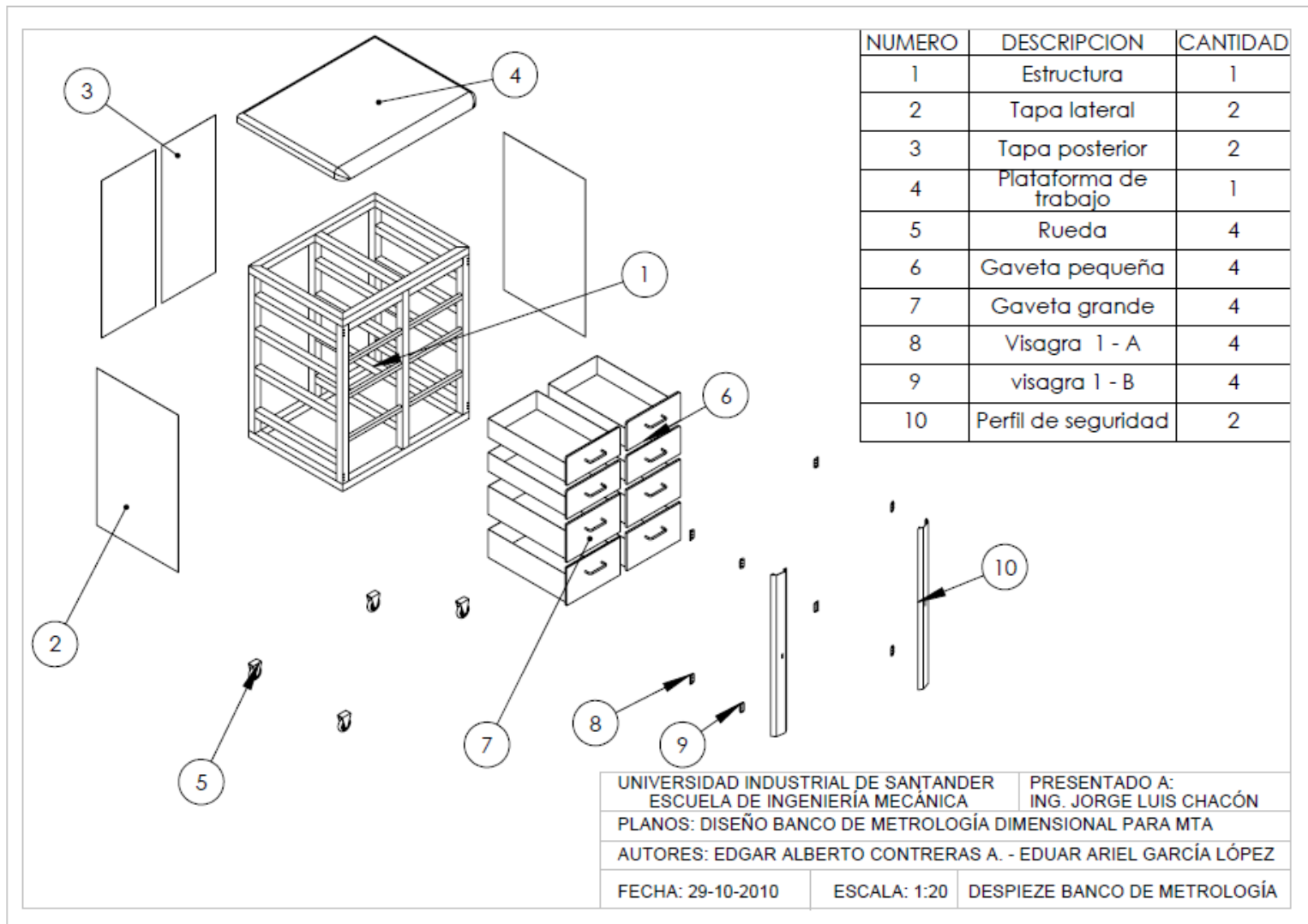
PLANOS: DISEÑO BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA

AUTORES: EDGAR ALBERTO CONTRERAS A. - EDUAR ARIEL GARCÍA LÓPEZ

FECHA: 29-10-2010

ESCALA: 1:10

BANCO DE METROOGÍA DIMENSIONAL



ANEXO G. PRÁCTICA DEL BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA.



LABORATORIO DE MAQUINAS TÉRMICAS ALTERNATIVAS

BANCO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PARA MTA

PRÁCTICA 4

MEDICIÓN DE CILINDROS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2010

MARCO TEÓRICO

BLOQUE

El bloque es el que aloja los elementos fijos como los cilindros y elementos móviles como los pistones del motor, los conductos de líquido refrigerante y otros conductos que hacen parte del sistema de lubricación. En la parte superior de este se aloja la culata y la mayoría de elementos del motor. Por lo general el bloque se construye en aleaciones de hierro o aluminio, siendo estas última de menos peso y permiten mayor rendimiento.

CILINDROS

El cilindro es un elemento del motor de forma cilíndrica, fabricado de un material metálico muy resistente a altas temperaturas, por este se desplazan los pistones en su movimiento alternativo, entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior, las paredes interiores son completamente lisas y en algunos casos cromadas para mayor resistencia al desgaste. En el cilindro se adaptan unas camisas o el mismo cilindro constituye la camisa, la cual es elemento de recambio o modificación en caso de una reparación. De éstas existen dos tipos:

CAMISA SECA

Es un cilindro que se coloca a presión dentro del formado en el bloque, sin existir ningún espacio entre bloque y camisa. En casos de reparación este tipo de camisas permite ser maquinada, teniendo en cuenta que se aumenta el diámetro interior, cierta cantidad de veces, especificadas inicialmente por los fabricantes de motores y al llegar a estos límites debe ser cambiada por una nueva de medida original.

CAMISA HUMEDA

En este caso la camisa reemplaza totalmente al cilindro del bloque y es apoyada en éste únicamente en su parte superior e inferior siendo rodeada en su totalidad por los ductos de refrigeración. Para una reparación simplifica el proceso ya que solo se debe extraer la camisa vieja y reemplazarla por la nueva, la cual se sujeta del bloque en la parte superior por medio de unas bridas, las que presionan evitando cualquier tipo de movimiento.

FALLAS Y DESGASTES EN CILINDROS Y CAMISAS

Rotura longitudinal

La grieta se presenta normalmente en sentido vertical, partiendo del collarín de la camisa hacia arriba. Las roturas de este tipo sobrevienen normalmente por tratamientos descuidados (figura 1). Otra posible causa es un asiento malo defectuoso o sucio entre la camisa y el bloque del cilindro.

Figura 1. Rotura longitudinal



<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05>

Rotura de collarines de camisa

El collarín de la camisa esta desprendido completamente (figura 2). La rotura inicia desde el fondo inferior del collarín y se extiende diagonalmente hacia arriba en un ángulo de unos 30°. Normalmente estos tipos de daños ocurren por momentos de flexión por malos montajes, empleo de juntas diferentes a las prescritas, limpieza deficiente, forma incorrecta de asiento.

Figura 2. Rotura de collarines de camisa



<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05>

Desgaste irregular del cilindro

En los agujeros del cilindro aparece un desgaste irregular con áreas individuales pulidas y brillantes (figura 3). Hay corrosión en el exterior de la camisa que causa la pérdida de redondez del cilindro. Algunas causas son asiento de camisa muy flojo, agujeros deformados en bloque.

Figura 3. Desgaste irregular del cilindro

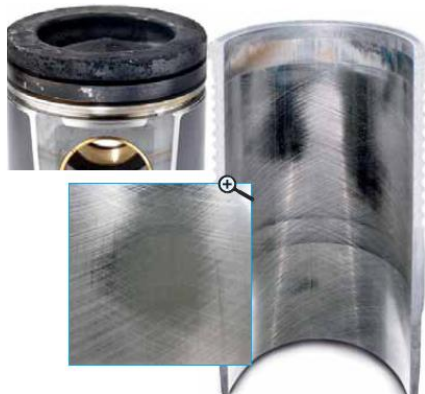


<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05>

Áreas brillantes en el sector superior del cilindro

En la superficie de rodadura del cilindro destacan zonas pulidas muy lustrosas y carentes de estructuras bruñidas y en el pistón no se perciben huellas de notables de desgaste, por lo cual el aumento en el consumo de aceite del motor (figura 4). Algunas causas de las causas pueden ser empleo de aceites no permitidos o de baja calidad, acabado insuficiente del cilindro, formación de una capa dura en la superficie de fuego del cilindro (carbonizado).

Figura 4. Áreas brillantes en el sector superior del cilindro



<http://www.ms-motor-service.com/index.asp?cls=05>

MEDIDAS DE RECTIFICACIÓN DE CILINDROS

Al diagnosticar el estado en que se encuentra el cilindro (es decir medir ovalidad, conicidad) se debe verificar que la ovalidad y la conicidad no sobrepase los valores predeterminados por el fabricante, en caso contrario se debe verificar en qué medida está el diámetro del cilindro y que tan excesivo es el valor. Para ello se toma como referencia el diámetro preconizado por el fabricante (estándar) y se compara con el diámetro medido en el cilindro. Los cilindros originales (nuevos) vienen en medida estándar 0.00mm cuando lo rectifican por primera vez queda en 0.25 mm, la segunda en 0.50 mm y la tercera en 0.75 mm que es la última medida utilizable del mismo (sin embargo en la actualidad en Colombia existen medidas de rectificación de hasta 1.50 mm, pero el fabricante recomienda solo hasta 0.50 mm). Con base en esto se toman decisiones para determinar si el cilindro o la camisa se debe cambiar o se puede rectificar.

Las medidas normalizadas para la rectificación de cilindros están determinadas por la constante necesidad de estandarizar procesos para facilitar la comercialización y distribución de repuestos. Como se mencionaba anteriormente el cilindro viene de fábrica en medida estándar y a medida de que sufra desgastes va disminuyendo su diámetro nominal y por ende tenemos la necesidad de rectificarlo. Estas medidas pueden estar en milímetros o en pulgadas, cuando hablamos de milímetros rectificaremos el cilindro en escalas de 0,25 mm hasta 1,50 mm (el fabricante recomienda únicamente rectificar hasta 0,50 mm), por otra parte cuando hablamos en pulgadas las medidas van en incrementos de 10 hasta 60 milésimas de pulgada. La rectificación del cilindro se hará con respecto al diámetro original (dado por el fabricante), es decir al diámetro original se le resta la medida del diámetro actual y esa diferencia nos da el rango de medida en el cual se encuentra el cilindro, y con base a esto se hace la debida rectificación. Cuando el cilindro sobrepase los límites establecidos de rectificación se debe remplazar por uno nuevo es decir cambiar el bloque, por otra parte si el bloque es de camisas se deberán cambiarlas por nuevas.

OBJETIVO GENERAL

Comprender las operaciones de metrología dimensional necesarias para determinar los desgastes que han sufrido los cilindros del motor.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Al finalizar la práctica, el estudiante estará en la capacidad de:

- ✓ Utilizar la inspección visual para un diagnóstico rápido.
- ✓ Identificar y operar diestramente procesos de verificación e interpretación de mediciones realizadas en cilindros
- ✓ Conocer desgastes comunes que se presentan en los cilindros tales como ovalidad y conicidad.
- ✓ Comparar los valores preconizados por el fabricante y los obtenidos en las mediciones.
- ✓ Tomar decisiones de reparación según los valores de las mediciones e inspección.

HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS

- ✓ Alexómetro.
- ✓ Micrómetro de exteriores.
- ✓ Manual de taller del motor renault 12 de 1300 cc.

MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES

Siempre que realices un trabajo en el taller, debes utilizar equipamiento y ropa apropiados que se adecuen a las medidas de seguridad obligatorias.

Entre otros, algunos de los elementos que tendrás que usar son:

- ✓ Ropa de trabajo: calzado con refuerzos metálicos.
- ✓ Protección para los ojos: gafas de seguridad y máscaras.

- ✓ Protección para los oídos: orejeras y tapones para los oídos.
- ✓ Protección para las manos: guantes de goma y crema protectora.
- ✓ Equipo de protección pulmonar: máscaras y mascarillas de protección respiratoria.

MEDIDAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS

- ✓ Uso adecuado de las herramientas y aparatos de verificación.
- ✓ Limpieza y orden de los instrumentos de verificación.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

En esta práctica se realizara el diagnostico respectivo mediante la inspección visual y la utilización de un alexometro con el cual se medirá el diámetro interno y así determinar el desgaste, ovalización y conicidad que sufren los cilindros.

INSPECCIÓN VISUAL

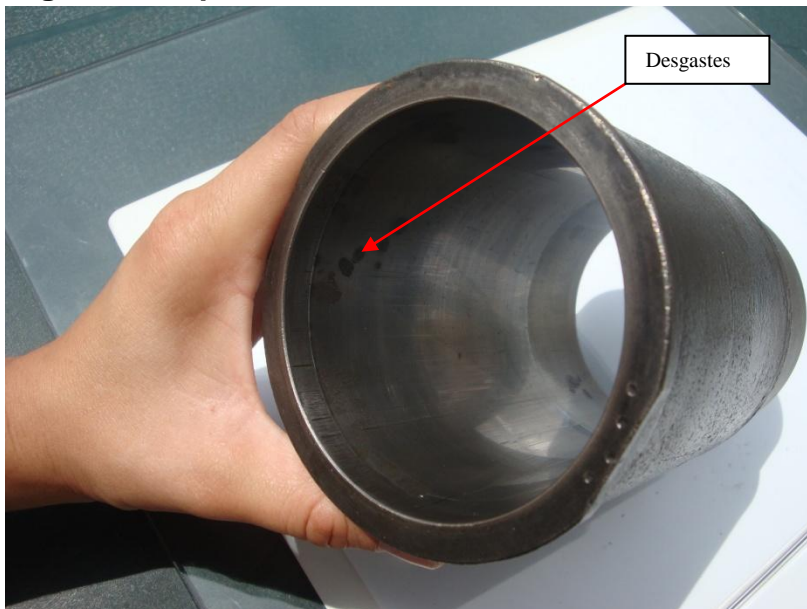
1. Haga una limpieza y luego proceda a realizar una inspección visual para obtener información sobre el estado general de las camisas o los cilindros (figura 5).

Figura 5. Limpieza de cilindros.



2. Utilizar una luz introducida en la parte inferior del cilindro para poder observar mejor las posibles fallas (figura 6).

Figura 6. Inspección visual de cilindros.



3. Comprobar el escalón o reborde superior del cilindro, deslizando los dedos por el interior del cilindro, desde abajo hacia arriba, y, al tacto, notará perfectamente el escalón si existe. Normalmente éste se origina al marcarse el final del desplazamiento del segmento de fuego (figura 7).

Figura 7. Reborde superior en el cilindro.



4. También deberá realizar una inspección visual en el exterior de la camisa, (camisas húmedas) especialmente en el surco donde se coloca el empaque superior (figura 8).

Figura 8. Exterior de camisa húmeda.



PROCESO DE MEDICIÓN

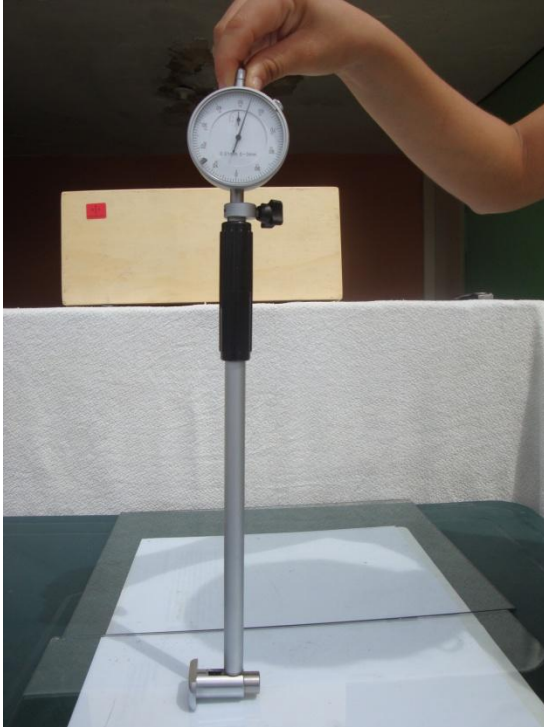
1. Ubique el soporte con el bloque al lado del banco de trabajo de una forma adecuada para realizar las diferentes mediciones (figura 9).

Figura 9. Bloque de cilindros.



2. Emplee el alexómetro provisto de un adaptador adecuado al diámetro del cilindro que va a medir (figura 10.).

Figura 10. Alexómetro.



3. Tomar, en cada cilindro, medidas a tres alturas diferentes (figura 11): la primera a unos 10 mm del plano superior del cilindro, la segunda a la mitad y la tercera a 10 mm del borde inferior del mismo, en sentido longitudinal (A) y otras tres en sentido transversal (B) (figura 12). Anote los resultados en la tabla 1.

Figura 11. Descripción grafica de los puntos de medición.

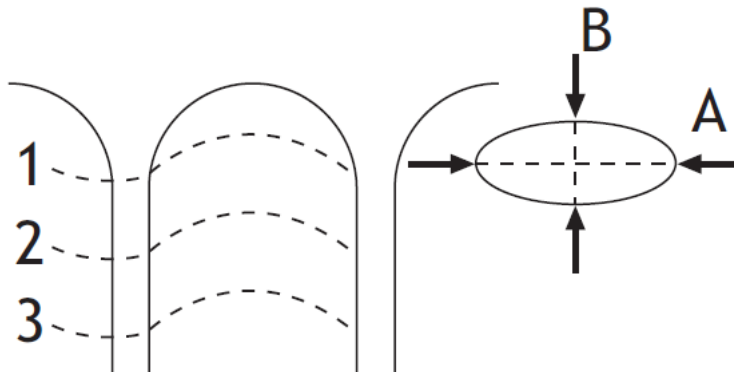


Figura 12. Medida longitudinal y transversal al bloque

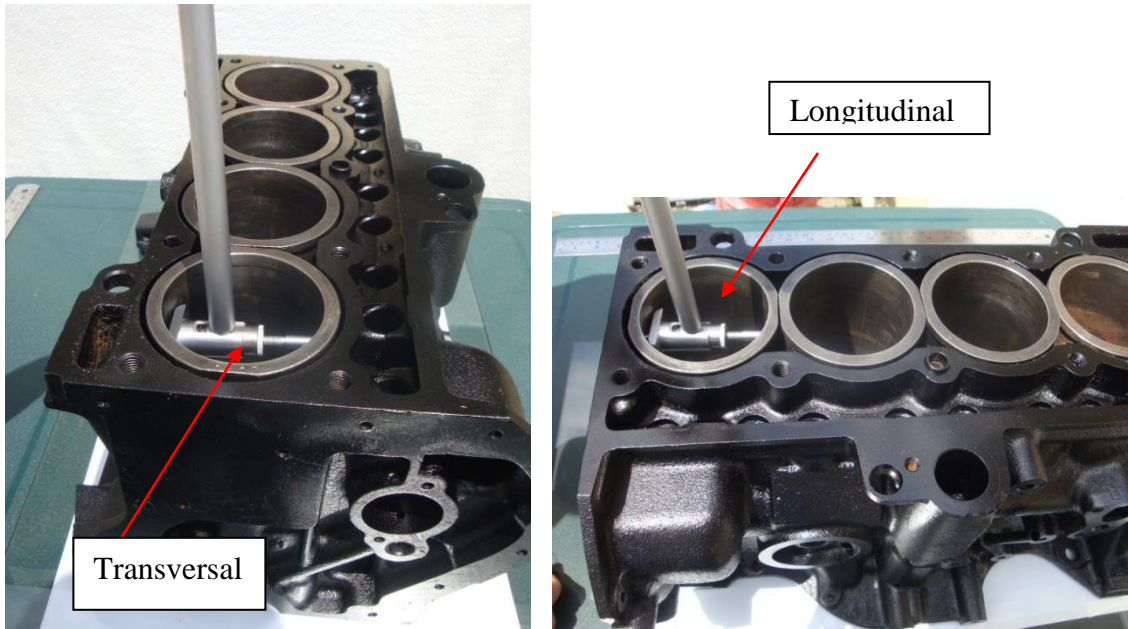
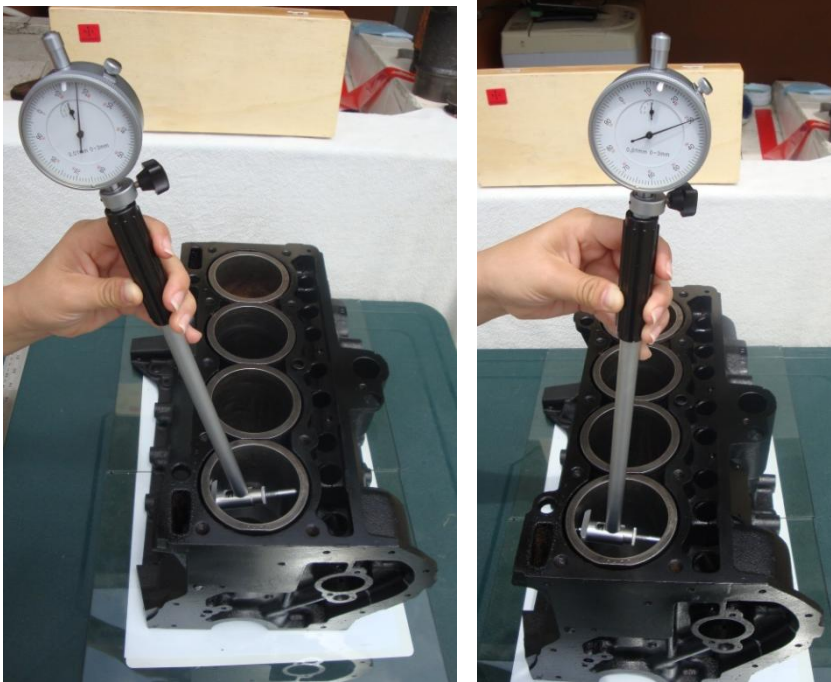


Tabla 1. Tabla de resultados

Diámetro nominal cilindro:												
	Cilindro 1			Cilindro 2			Cilindro 3			Cilindro 4		
	A	B	Oval	A	B	Oval	A	B	Oval	A	B	Oval
1												
2												
3												
Coni												

- Una vez introducido el alexómetro en el cilindro (figura 13), balancéelo hacia uno y otro lado, entonces la aguja del reloj se moverá hacia ambos lados de la esfera: el punto donde cambia de sentido corresponde a la menor lectura, que es el diámetro buscado.

Figura 13. Balanceo del alexómetro



5. seguidamente cuente los trazos que hay después del cero de referencia (figura 14) y súmele el diámetro del cilindro dado por el fabricante. Luego escriba los resultados en la tabla 1.

Figura 14. Balanceo del alexómetro



6. Calcule la ovalización y conicidad para cada uno de los puntos medidos en el cilindro y determine donde se presenta la mayor de cada una de ellas.
 - ✓ La **ovalización** es la diferencia máxima entre el diámetro longitudinal (A) y el diámetro transversal (B) o, lo que es lo mismo, B - A.
 - ✓ La **conicidad** es la diferencia máxima entre los diámetros superior (1) e inferior (3), tomados en el mismo plano vertical.
 - ✓ Los **límites de ovalización y conicidad** los da el fabricante del motor. En caso de no conocerse, deberá tomarse el de 0,05 mm.
7. Para valorar el desgaste sufrido por los cilindros, tome como referencia la medida estándar o diámetro original del cilindro, que lo marca el fabricante.
8. Por último calcule el desgaste máximo del cilindro seleccionando el diámetro mayor de cada una de las mediciones tomadas y restándole el diámetro nominal que se encuentra en el catálogo.

$$\text{Desgaste Máximo} = \text{Diámetro mayor de desgaste} - \text{Diámetro nominal}$$

9. Este procedimiento se debe realizar para cada uno de los cilindros.
10. Finalmente de un diagnóstico del estado en el que se encuentran los cilindros

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. Determinar los desgastes de las camisas del motor Renault 12, que se encuentran en el banco de metrología dimensional y de un diagnóstico del estado en que se encuentran.

BIBLIOGRAFIA

- MECANICA DE TALLER, 4 EDICION, MADRID : CULTURAL DE EDICIONES, 1994
- METROLOGIA INDUSTRIAL / HUMBERTO CÁRDENAS GÓMEZ Y EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
- MANUAL DEL LABORATORIO DE METROLOGIA / HUMBERTO CÁRDENAS GÓMEZ
- TECNOLOGIA MECANICA; METROLOGIA HERRAMIENTAS, MAQUINAS HERRAMIENTAS / PASCUAL A. PEZZANO
- http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumento_de_medici%C3%B3n
- <http://html.rincondelvago.com/motor-de-combustion-interna-alternativa.html>