

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**Carrera de Ingeniería Mecánica**

## **TITULO DEL PROYECTO**

**“IMPLEMENTACION DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS QUE ESTABLECE LA NORMA NTE INEN-ISO/IEC 17 025 CON LA FINALIDAD DE CERTIFICACIÓN Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE LA BOMBA CALORIMÉTRICA ADIABÁTICA DE EL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA ESPE-DECEM”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**LEONARDO DAVID LUNA UNDA**

**DIRECTOR: ING. ANGELO VILLAVICENCIO**

**CODIRECTOR: DR. REINALDO DELGADO**

**Sangolquí, 2013-06-**

# **CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto “**IMPLEMENTACION DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS QUE ESTABLECE LA NORMA NTE INEN-ISO/IEC 17 025 CON LA FINALIDAD DE CERTIFICACIÓN Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE LA BOMBA CALORIMÉTRICA ADIABÁTICA DE EL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA ESPE-DECEM**”, fue realizado en su totalidad por el señor LEONARDO DAVID LUNA UNDA como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO MECÁNICO.

---

**ING. ANGELO VILLAVICENCIO**

**DIRECTOR**

---

**DR. REINALDO DELGADO.**

**CODIRECTOR**

**Sangolquí, 2013-06-**

# **LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO**

**“IMPLEMENTACION DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS QUE ESTABLECE LA NORMA NTE INEN-ISO/IEC 17 025 CON LA FINALIDAD DE CERTIFICACIÓN Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE LA BOMBA CALORIMÉTRICA ADIABÁTICA DE EL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA ESPE-DECEM”**

**ELABORADO POR:**

---

**Leonardo David Luna Unda**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

---

***DIRECTOR***

**Sangolquí, 2013-06-**

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

### AUTORIZACIÓN

**YO, LEONARDO DAVID LUNA UNDA**

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado **“IMPLEMENTACION DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS QUE ESTABLECE LA NORMA NTE INEN-ISO/IEC 17 025 CON LA FINALIDAD DE CERTIFICACIÓN Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE LA BOMBA CALORIMÉTRICA ADIABÁTICA DE EL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA ESPE-DECEM”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Junio del 2013.

---

LEONARDO DAVID LUNA UNDA

C.I.: 100287604-1

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE mi MADRE, por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A la Escuela Superior Politécnica del Ejército y en especial a la Carrera de Ingeniería Mecánica por haberme formado como profesional y como persona.

A todos mis profesores especialmente a mi director y codirector de este proyecto por sus enseñanzas y dedicación.

Al personal del INEN que supo guiarme y ayudarme para plasmar este proyecto.

Muchas gracias

# INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	i
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	ii
AUTORIZACIÓN .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
INDICE DE CONTENIDOS .....	vi
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INDICE DE FIGURAS .....	xii
INDICE DE FÓRMULAS .....	xiv
RESUMEN DE LA TESIS.....	xv
CAPITULO 1 .....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 GENERAL.....	3
1.3.2 ESPECÍFICOS.....	3
1.4 ALCANCE .....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	4
CAPITULO 2 .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ESTUDIO DEL EQUIPO .....	5
2.1.1 TERMÓMETROS.....	5
2.1.2 AMPERÍMETRO .....	11

2.1.3 BALANZA.....	14
2.1.4 TERMISTORES .....	16
2.1.5 CALORÍMETRO.....	18
2.2. NORMAS INEN.....	25
2.3. NORMAS INEN PARA EQUIPOS DE LABORATORIO .....	28
2.4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS .....	34
CAPITULO 3 .....	39
REQUERIMIENTOS TÉCNICOS .....	39
3.1 GENERALIDADES.....	39
3.2 FACTOR HUMANO .....	39
3.3 PLANTA FÍSICA Y CONDICIONES AMBIENTALES .....	40
3.4 MÉTODOS DE ENSAYO .....	40
3.5 EQUIPOS.....	46
3.6 TRAZABILIDAD DE LA MEDICIÓN .....	47
3.7 MUESTREO.....	53
3.8 MANEJO DE LA MUESTRA PARA EL ENSAYO .....	54
3.9 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO.....	54
3.10 INFORME DE RESULTADOS .....	54
3.11 PROCESO ADMINISTRATIVO.....	55
Características .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Descripción .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CAPITULO 4 .....	74
ENSAMBLAJE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	74
4.1 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.....	74
4.2 ASPECTOS BÁSICOS DE ENSAMBLAJE .....	76
4.3 ASPECTOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO .....	78



4.4 PRUEBAS REALIZADAS POR MUESTREO.....	79
4.4.1 TOMA DE DATOS (PRE CERTIFICACIÓN).....	79
4.4.2 TABULACIÓN DE DATOS.....	81
4.4.3 ANÁLISIS DE DATOS .....	82
4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS .....	92
4.6 CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	124
4.7 COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS .....	125
CAPITULO 5 .....	125
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO .....	125
5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	125
Costo del proyecto .....	126
Costos Indirectos .....	126
Costos Directos.....	127
5.2 ANÁLISIS FINANCIERO .....	129
CAPITULO 6 .....	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	130
6.1. CONCLUSIONES .....	130
6.2. RECOMENDACIONES .....	131
Referencias Bibliografía .....	132
Direcciones Electrónicas .....	133
ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1 TABLA DE CORRESPONDENCIA ENTRE CIFRAS SIGNIFICATIVAS E INCERTIDUMBRE FRACCIONAL .....	53
TABLA 3.2 EFECTO DEL CHOQUE DE CORRIENTE DEPENDIENDO DEL AMPERAJE. ....	69
TABLA 4.1 TABULACIÓN DE DATOS DE LOS COMBUSTIBLES: GASOLINA EXTRA, GASOLINA SÚPER, Y EL DIESEL DE LAS COMERCIALIZADORAS PUMA, PETROCOMERCIAL Y TERPEL .....	80
TABLA 4.2 PROMEDIO DE DATOS OBTENIDOS DEL ÁCIDO BENZOICO .....	82
TABLA 4.3 PODER CALÓRICO COMERCIALIZADORA PUMA .....	83
TABLA 4.4 PODER CALÓRICO COMERCIALIZADORA PUMA PETROCOMERCIAL .....	83
TABLA 4.5 PODER CALÓRICO COMERCIALIZADORA TERPEL .....	83
TABLA 4.6 PODER CALÓRICO TEÓRICO (KJ/KG).....	86
TABLA 4.7 ERROR PORCENTUAL COMERCIALIZADORA PUMA .....	88
TABLA 4.8 ERROR PORCENTUAL COMERCIALIZADORA PETROCOMERCIAL .....	88
TABLA 4.9 ERROR PORCENTUAL COMERCIALIZADORA TERPEL .....	88
TABLA 4.10 PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DEL ÁCIDO BENZOICO. ....	92
TABLA 4.11 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.10.....	94
TABLA 4.12 PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DE LA GASOLINA SÚPER; COMERCIALIZADORA PUMA .....	96
TABLA 4.13 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.12.....	97
TABLA 4.14 PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DE LA GASOLINA EXTRA; COMERCIALIZADORA PUMA .....	99
TABLA 4.15 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.14.....	100
TABLA 4.16 TABLA DEL PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DEL DIESEL; COMERCIALIZADORA PUMA .....	102
TABLA 4.17 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.16.....	103
TABLA 4.18 TABLA DEL PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DE LA GASOLINA SÚPER; COMERCIALIZADORA PETROCOMERCIAL .....	105
TABLA 4.19 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.18 .....	106
TABLA 4.20 TABLA DEL PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DE LA GASOLINA EXTRA; COMERCIALIZADORA PETROCOMERCIAL.....	108
TABLA 4.21 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.20 .....	109

TABLA 4.22 TABLA DEL PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DEL DIESEL; COMERCIALIZADORA PETROCOMERCIAL .....	111
TABLA 4.23 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.22 .....	112
TABLA 4.24 TABLA DEL PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DE LA GASOLINA SÚPER; COMERCIALIZADORA TERPEL.....	114
TABLA 4.25 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.24 .....	115
TABLA 4.26 TABLA DEL PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DE LA GASOLINA EXTRA; COMERCIALIZADORA TERPEL .....	117
TABLA 4.27 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.26 .....	118
TABLA 4.28 TABLA DEL PODER CALÓRICO Y ERROR PORCENTUAL DEL DIESEL; COMERCIALIZADORA TERPEL.....	120
TABLA 4.29 RESUMEN DE LOS DATOS DE LA TABLA 4.28 .....	121
TABLA 5.1 COSTOS INDIRECTOS, RUBRO DEL PERSONAL .....	126
TABLA 5.2 COSTOS INDIRECTOS, MISCELÁNEOS .....	126
TABLA 5.3 HONORARIOS A PROFESIONALES .....	127
TABLA 5.4 OTROS COSTO DIRECTOS .....	127
TABLA 5.5 OTROS COSTOS DIRECTOS (CONTINUACIÓN).....	128
TABLA 5.6 REMUNERACIONES A ESTUDIANTES.....	128
TABLA 5.7 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	129
TABLA 5.8 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO .....	129

## INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA SÚPER DE LAS COMERCIALIZADORAS PUMA, PETROCOMERCIAL Y TERPEL .....	84
GRÁFICO 4.2 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA EXTRA DE LAS COMERCIALIZADORAS PUMA, PETROCOMERCIAL Y TERPEL .....	85
GRÁFICO 4.3 PODER CALÓRICO DEL DIESEL DE LAS COMERCIALIZADORAS PUMA, PETROCOMERCIAL Y TERPEL .....	86
GRÁFICO 4.4 ERROR DE LA GASOLINA SÚPER DE LAS COMERCIALIZADORAS PUMA, PETROCOMERCIAL Y TERPEL .....	89
GRÁFICO 4.5 ERROR DE LA GASOLINA EXTRA DE LAS COMERCIALIZADORAS PUMA, PETROCOMERCIAL Y TERPEL .....	90
GRÁFICO 4.6 ERROR DEL DIESEL DE LAS COMERCIALIZADORAS PUMA, PETROCOMERCIAL Y TERPEL .....	91
GRÁFICO 4.7 PODER CALÓRICO DEL ÁCIDO BENZOICO .....	95
GRÁFICO 4.8 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA SÚPER; COMERCIALIZADORA PUMA.....	98
GRÁFICO 4.9 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA EXTRA; COMERCIALIZADORA PUMA .....	101
GRÁFICO 4.10 PODER CALÓRICO DEL DIESEL; COMERCIALIZADORA PUMA .....	104
GRÁFICO 4.11 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA SÚPER; COMERCIALIZADORA PETROCOMERCIAL.....	107
GRÁFICO 4.12 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA EXTRA; COMERCIALIZADORA PETROCOMERCIAL.....	110
GRÁFICO 4.13 PODER CALÓRICO DEL DIESEL; COMERCIALIZADORA PETROCOMERCIAL.....	113
GRÁFICO 4.14 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA SÚPER; COMERCIALIZADORA TERPEL.....	116
GRÁFICO 4. 15 PODER CALÓRICO DE LA GASOLINA EXTRA; COMERCIALIZADORA TERPEL.....	119
GRÁFICO 4. 16 PODER CALÓRICO DEL DIESEL; COMERCIALIZADORA TERPEL .....	122

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 TERMÓMETRO DE MERCURIO.....	5
FIGURA 2. 2 AMPERÍMETRO .....	11
FIGURA 2. 3 AMPERÍMETROS DE BOBINA MÓVIL.....	12
FIGURA 2. 4 AMPERÍMETROS DE HIERRO MÓVIL .....	13
FIGURA 2. 5 BALANZA DIGITAL .....	14
FIGURA 2. 6 TERMISTOR .....	16
FIGURA 2. 7 CALORÍMETRO .....	18
FIGURA 2. 8 CALORÍMETRO ADIABÁTICO .....	19
FIGURA 2. 9 CALORÍMETRO DE REACCIÓN .....	20
FIGURA 2. 10 CALORÍMETRO DE BOMBA .....	22
FIGURA 2. 11 CALORÍMETRO TIPO CALVET-CALORÍMETROS DE ALTA SENSIBILIDAD ...	23
FIGURA 2. 12 CALORÍMETRO DE PRESIÓN CONSTANTE.....	23
FIGURA 2. 13 CALORÍMETRO DIFERENCIAL DE BARRIDO. ....	24
FIGURA 2. 14 CALORÍMETRO DE TITULACIÓN ISOTÉRMICA DE ALTA SENSIBILIDAD.....	25
FIGURA 3.1 CALIBRACIÓN DE UN MANÓMETRO ANALÓGICO Y DE UNA BALANZA DE MASA POR COMPARACIÓN DIRECTA .....	42
FIGURA 3.2 CALIBRACIÓN DE UNA PESA POR SUSTITUCIÓN .....	43
FIGURA 3.3 CALIBRACIÓN DE UNA PESA POR EQUILIBRIO .....	44
FIGURA 3.4 SIMULADOR ELÉCTRICO DE PH (MV) .....	44
FIGURA 3.5 MARCO DE PESAS (REPRODUCCIÓN) .....	45
FIGURA 3.6 PUNTO DE HIELO (PUNTO FIJO) .....	45
FIGURA 3.7 TAZABILIDAD E INCERTIDUMBRE DE UNA MEDICIÓN .....	47
FIGURA 3.8 ILUSTRACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS CONCEPTOS DE PRECISIÓN Y EXACTITUD. ....	49
FIGURA 3.9 ADQUISICIÓN DE SERVICIOS Y SUMINISTROS.....	56
FIGURA 3.10 ESQUEMA DE RECLAMOS .....	57
FIGURA 3.11 CONTROL DE TRABAJOS DE ENSAYO NO-CONFORME .....	58
FIGURA 3. 12 ESQUEMA DE ACCIONES CORRECTIVAS.....	59
FIGURA 3.13 TERMÓMETRO TESTO COMPACT SERIES TERMOPAR TERMÓMETRO DE 2 CANALES, Y CAPACIDAD INALÁMBRICA.....	59

FIGURA 3.14 BALANZA OHAUS ABS CL COMPACTO ESCALA.....	61
FIGURA 3.15 ESQUEMA DE ACCIONES PREVENTIVAS .....	62
FIGURA 3.16 ANÁLISIS DE LA MÁQUINA PARA VER SU ESTADO .....	63
FIGURA 3.17 MANTENIMIENTO DEL TAMBOR DE LA BOMBA ADIABÁTICA. ....	63
FIGURA 3.18 MANTENIMIENTO EN EL SOPORTE DEL TAMBOR, DONDE SE ENCUENTRA LA BOMBA ADIABÁTICA Y VARIOS COMPONENTES DE LA MISMA.....	64
FIGURA 3.19 VERIFICACIÓN DEL MAL ESTADO DE LAS MANGUERAS POR DONDE CIRCULA EL AGUA DE LA BOMBA ADIABÁTICA.....	64
FIGURA 3.20 VERIFICACIÓN DE LA FALTA DE TORNILLOS EN EL VENTILADOR Y OTROS TORNILLOS QUE SE ENCONTRABAN OXIDADOS Y EN MALAS CONDICIONES. ....	65
FIGURA 3.21 CONEXIÓN DE CABLES QUE SE ENCONTRABAN DESCONECTADOS, SE REALIZÓ NUEVAS CONEXIÓN TENIENDO EN CUENTA EL LUGAR QUE CORRESPONDÍA CADA CABLE MEDIANTE UN DIAGRAMA REALIZADO CON ANTERIORIDAD. ....	65
FIGURA 3.22 PÉSIMAS CONDICIONES EN LOS CABLES, QUE HUBIESE CAUSADO UN CORTOCIRCUITO OCACIONANDO UN DAÑO EN LA BOMBA, SE REALIZÓ EL CAMBIO DE ALGUNOS CABLES DETERIORADOS. ....	66
FIGURA 3.23 LIMPIEZA EN LA PLACA DE METAL EN LA CUAL SE ENCUENTRAN LOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA ADIABÁTICA YA QUE SE ENCONTRABA OXIDADA Y EN MALAS CONDICIONES. ....	66
FIGURA 3.24 CIRCUITOS DESCONECTADOS DEBIDO AL TIEMPO DE USO QUE TENÍA LA BOMBA ADIABÁTICA, EN ALGUNOS CASOS A SU MAL USO EN LAS PRÁCTICAS. ....	67
FIGURA 3.25 FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA ADIABÁTICA, LO CUAL NO MOSTRÓ NINGUNA DEFICIENCIA.....	67
FIGURA 3.26 ESQUEMA DE LA REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN .....	71
FIGURA 4.1 ESQUEMA DE LA BOMBA ADIABÁTICA .....	74
FIGURA 4.2 ESQUEMA DE LAS PARTES DE LA BOMBA ADIABÁTICA .....	76

## INDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA (3.1).....	48
FÓRMULA (3.2).....	50
FÓRMULA (3.3).....	51
FÓRMULA (3.4).....	52
FÓRMULA (3.5).....	52
FÓRMULA (4.1).....	75
FÓRMULA (4.2).....	75
FÓRMULA (4.3).....	75

## RESUMEN DE LA TESIS

Se implementó los requerimientos técnicos que establece la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 para la certificación de la bomba calorimétrica adiabática correspondiente al laboratorio de conversión de energía de la escuela Politécnica del Ejército

Los requisitos técnicos es la parte más sensible y en la cual se requiere mayor precisión ya que vamos a tratar el tema de medición del potencial calórico de los diferentes combustibles como son: Gasolina Súper; gasolina extra y el Diesel; en la que intervienen muchos factores que determinan la exactitud y confiabilidad de los ensayos y calibraciones realizadas.

Dentro de lo que son los requisitos técnicos se trató temas como factores humanos, instalaciones y condiciones ambientales, métodos de validación, equipos, muestreos entre otros, ya que la extensión de estos contribuyen a la incertidumbre total de las medición que difieren considerablemente entre tipos de ensayos y entre tipos de calibración y que el laboratorio debe tomar en cuenta varios factores al desarrollar los métodos y procedimientos de ensayos y calibración.

Se realizó en la Bomba Calorimétrica Adiabática las respectivas acciones correctivas y preventivas, en las acciones correctivas se reemplazó balanza y termómetros, en las acciones preventivas se verificó los elementos que forman parte de la Bomba calorimétrica adiabática los cuales fueron reemplazados y corregidos para lograr su óptimo funcionamiento y medir con precisión y exactitud el potencial calórico.

Una vez que se verifico el correcto funcionamiento de la bomba calorimétrica adiabática se realizó la toma de los datos con los equipos calibrados en el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) como establece la norma, como es el caso de la balanza y los termómetros digitales, ya que



son los patrones en las medidas que se desea analizar en la medición del potencial calórico de las comercializadoras: Puma, Petromercial y Terpel.

Para determinar el error se lo realizó con los datos obtenidos experimentalmente en el laboratorio de conversión de energía, con los datos del potencial calórico que fueron adquiridos en los Laboratorios de Hidrocarburos de Petroproducción de la Gasolina Súper, Gasolina Extra y el Diesel.

Mediante un análisis estadístico de los resultados se verifico el comportamiento de los termómetros para ver su exactitud y confiabilidad en las medidas.

Como resultados se cumplió con los requisitos técnicos que establece la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 para la Bomba Calorimétrica Adiabática y mediante la tabulación y análisis de los datos de las comercializadoras Puma; Petrocomercial y Terpel, los resultados obtenidos fueron óptimos para el rendimiento del motor.

# CAPITULO 1

## GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

#### **Necesidad insatisfecha:**

El Laboratorio de conversión de Energía no posee en su gran mayoría con equipos que estén calibrados y listos para su óptimo funcionamiento para la prestación de servicios

#### **Problema a resolver:**

La implementación de la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 para la Bomba calorimétrica adiabática con fines de prestación de servicios y su óptimo funcionamiento.

#### **Situación Actual**

La Bomba calorimétrica adiabática no se encuentra calibrada actualmente por lo cual se hace indispensable la implementación de la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 de calibración.

#### **Descripción**

Al realizar el análisis de la Bomba calorimétrica adiabática se ha determinado que es necesario la calibración de todo el equipo para su respectivo funcionamiento regida a la norma técnica ecuatoriana referente a laboratorios de calibración y ensayo NTE INEN-ISO/IEC 17 025.

Luego de realizado un estudio del equipo se determinó trabajar en los requisitos técnicos, debido a la importancia y la precisión que se requiere, porque vamos a tratar el tema de medición del potencial calórico de los

combustibles en la que intervienen muchos factores que determinan la exactitud y confiabilidad de los ensayos y/o calibraciones realizadas por el laboratorio.

En este proyecto se va a tratar temas como factores humanos, instalaciones y condiciones ambientales, métodos de validación, equipos y muestreos entre otros ya que la extensión de estos contribuyen a la incertidumbre total de las medición que difieren considerablemente entre tipos de ensayos y tipos de calibración y que el laboratorio debe tomar en cuenta estos factores al desarrollar los métodos y procedimientos de ensayos y calibración.

### **Fases del Desarrollo**

- Investigación y marco teórico.
- Requerimientos técnicos para la implementación de la norma 17 025.
- Realizar una lista de las herramientas, equipos y materiales necesarios para el cumplimiento de los requisitos técnicos de la norma.
- Realizar la simulación previa del equipo
- Adquisición de elementos necesario para que el equipo cumpla los requerimientos técnicos.
- Ensamblaje de partes del sistema
- Verificación y realización de pruebas del equipo.
- Materialización del proyecto

## **1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA**

La implementación de los requisitos técnicos que establece la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 para la Bomba calorimétrica adiabática, con el fin de prestación de servicios y su óptimo funcionamiento

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 GENERAL**

- Implementar los requisitos técnicos expresados en la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 para la Bomba Calorimétrica Adiabática, con el fin que la ESPE preste servicios interna y externamente.

### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- Aplicar la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 en el equipo mencionado para lograr su calibración.
- Verificar los elementos de la máquina que se encuentren deteriorados y reemplazarlos por los componentes necesarios para lograr su óptimo funcionamiento y poder medir el potencial calórico con precisión y exactitud.
- Desarrollar un software en el cual se registre los datos tomados y se ejecute el cálculo del potencial calórico de los combustibles con el fin de realizar una comparación entre valores referenciales tabulados con los valores medidos experimentalmente para establecer el grado de exactitud y precisión del ensayo.

## **1.4 ALCANCE**

Disponer en el laboratorio de un equipo que cumpla con los requisitos técnicos que establezca la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 y permita realizar ensayos de medición de potencial calórico con exactitud, precisión y confiabilidad.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Es indispensable la necesidad de calibrar la bomba calorimétrica adiabática para lograr la prestación de servicios dentro y fuera de la institución en lo que se refiere al ensayo de medición del potencial calorífico de los combustibles más comunes en nuestro medio como son: la gasolina extra, gasolina súper y el diesel de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel con resultados exactos y confiables.

Para lo cual se llevara a cabo investigaciones dentro del ámbito de medición del potencial calórico de los combustibles ya que en la actualidad existen combustibles de los cuales no se conoce esta propiedad termo-física.

Con esta necesidad que tiene el laboratorio de Termodinámica se realizó una investigación en los laboratorios del INEN ubicados en la autopista Rumiñahui en el puente número cinco, en la cual se ha podido establecer los requisitos técnicos que se necesitan para poder implementar la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 en la Bomba calorimétrica adiabática .

## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ESTUDIO DEL EQUIPO

##### 2.1.1 TERMÓMETROS



**Figura 2. 1** Termómetro de mercurio

El termómetro (del griego θερμός (termo) el cuál significa "caliente" y metro, "medir") es un instrumento de medición de temperatura. Desde su invención ha evolucionado mucho, principalmente a partir del desarrollo de los termómetros electrónicos digitales.

Inicialmente se fabricaron aprovechando el fenómeno de la dilatación, por lo que se prefería el uso de materiales con elevado coeficiente de dilatación, de modo que, al aumentar la temperatura, su estiramiento era fácilmente visible. El metal base que se utilizaba en este tipo de termómetros ha sido el mercurio, encerrado en un tubo de vidrio que incorporaba una escala graduada.

El creador del primer termoscopio fue Galileo Galilei; éste podría considerarse el predecesor del termómetro. Consistía en un tubo de vidrio terminado en una esfera cerrada; el extremo abierto se sumergía boca abajo dentro de una mezcla de alcohol y agua, mientras la esfera quedaba en la parte superior. Al calentar el líquido, éste subía por el tubo.

La incorporación, entre 1611 y 1613, de una escala numérica al instrumento de Galileo se atribuye tanto a Francesco Sagredo como a Santorio Santorio aunque es aceptada la autoría de éste último en la aparición del termómetro.

Los termómetros digitales son aquellos que, valiéndose de dispositivos transductores como los mencionados, utilizan luego circuitos electrónicos para convertir en números las pequeñas variaciones de tensión obtenidas, mostrando finalmente la temperatura en un visualizador.

### **Características**

Los termómetros digitales incorporan integrados que tienen la capacidad de percibir las variaciones de temperatura de manera lineal.

El termistor es un dispositivo que varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura. Algunos termómetros hacen uso de circuitos integrados que contienen un termistor, como el LM35, el cual puede configurarse para funcionar en las escalas Celsius o Fahrenheit. Estos circuitos pueden consultarse en las hojas de datos de cada integrado.

### **Funcionamiento**

Las pequeñas variaciones entregadas por el transductor de temperatura deben ser acopladas para su posterior procesamiento. Puede utilizarse algún convertidor análogo - digital, para convertir el valor de voltaje a un número binario.

Posteriormente se deberá acoplar una etapa de multiplexado con la cual pueda desplegarse la temperatura en algún display.

## **Fundamentos**

La temperatura es probablemente es la magnitud más medida en cada proceso industrial, además de ser una de las magnitudes que predominan como magnitud dependiente en la mayoría de los procesos. Por mencionar algunas magnitudes tenemos la viscosidad, la densidad, el volumen, etc., que dependen considerablemente de la temperatura. En la actualidad las mediciones de temperatura son fáciles de realizar debido a la gran diversidad de sensores que existen. La selección del sensor depende de la aplicación, pero no su selección no debe de limitar el conocimiento del uso adecuado y/o las verificaciones necesarias a estos para estar dentro de sus tolerancias permitidas y obtener mediciones adecuadas.

Dentro de los sensores de temperatura que regularmente se utilizan para los sistemas de medición de temperatura tenemos los termómetros de líquido en vidrio, termopares, termómetros de resistencia de platino, etc.

A finales del siglo XVI Galileo construyó un instrumento sensible a la variación de temperatura. Se trataba de un tubo de vidrio terminado en un bulbo grande; tras calentarlo, sumergía el tubo por su extremo abierto en agua, de modo que, al enfriarse, el nivel de aquella subía un poco. Así, la columna de agua variaba de longitud cuando el aire del interior del bulbo se calentaba o enfriaba. Ese primitivo termoscopio no llevaba escala alguna, por lo que no era un termómetro propiamente dicho presentaba el problema de que la altura del líquido dependía también de la presión atmosférica.

## **Comportamiento**

Colocado el termómetro en el ambiente cuya temperatura se desea medir, y una vez alcanzada la misma temperatura por el líquido en el que flotan las esferas y por el líquido contenido en éstas, se observa el siguiente



comportamiento. Cuando la temperatura del agua del termómetro es menor de 17°C, las esferas flotan todas ellas separadas del fondo. Si la temperatura del líquido va aumentando, al alcanzarse los 19° C la esfera más baja desciende hasta el fondo. Si la temperatura sigue aumentando, la correspondiente esfera desciende hasta alcanzar a la anterior. Cuando la temperatura del líquido del termómetro es mayor de 27°C, las esferas se hunden todas hasta tocar el fondo la más baja. La temperatura en grados Celsius corresponde al valor de la plaquita de la esfera más baja que todavía se encuentra en la parte superior del tubo.

### **Precisión**

Obviamente, la precisión de este termómetro no es mucha, no solamente por los 2°C de diferencia entre dos plaquitas consecutivas sino, además por la necesaria estabilización de la temperatura, las imprecisiones en la medida de masas y volúmenes, etc. Aun así constituye un curioso e ingenioso sistema de determinación de la temperatura asociado a una importante propiedad que es la variación de la densidad de un líquido con la temperatura.

En 1611, el médico veneciano Santorre Santorio puso una escala a aquel instrumento, que marcaba la altura del líquido al colocar el bulbo en agua con hielo y después en la llama de una vela, y dividió el intervalo en partes iguales. Ese sería el primer termómetro, aunque la palabra no sería utilizada hasta 1624, cuando lo hizo el jesuita Jean Leurechon en su tratado *Du thermomètre, ou instrument pour mesurer les degrez de chaleur ou de froidure, qui sont en l'air*.

Los primeros termómetros basados en la dilatación de líquidos nacieron a mediados del siglo XVII. El gran Duque de Toscana, Fernando II de Medici, ideó por entonces uno consistente en un tubo con el extremo superior cerrado y el inferior terminado en un bulbo lleno de aguardiente coloreado. Ese líquido era más sensible que el agua a la dilatación, y tenía la ventaja de no congelarse tan fácilmente. Si el tubo era largo se enrollaba en forma de hélice, lo que confirió su aspecto característico a los llamados termómetros florentinos.

Por entonces, los físicos ya eran conscientes de la constancia de temperatura durante los cambios de estado del agua, algo que de hecho acabaría convirtiéndose en la base para establecer escalas de temperatura comunes a todos los termómetros. Igualmente, se sabía que la temperatura del cuerpo humano se alteraba en las enfermedades. Ello animó a Newton a proponer en 1701 una escala donde el cero sería la congelación del agua y el 12 la temperatura del cuerpo de “un inglés sano”.

En 1714, el físico Gabriel Fahrenheit reemplazó las mezclas alcohólicas del termómetro florentino por mercurio, lo que le permitía medir temperaturas superiores, y propuso reflejar con el cero la más baja que pudo conseguir en una mezcla de hielo, agua y sal. Así mismo, puso el grado 96 como referencia del calor del cuerpo humano, ya que era la temperatura que reflejaba cuando se colocaba en la boca o bajo el brazo. En esta escala, la temperatura de congelación del agua es 32 y la de ebullición 212. Por su parte, en 1742, Anders Celsius propuso el cero para la ebullición del agua y 100 para la congelación. El año siguiente Jean-Pierre Christin señaló la conveniencia de invertir esos puntos. La escala resultante, que se llamó centígrada tras la Revolución Francesa, es conocida como Celsius desde 1948 y es la más habitualmente usada por nosotros.

## **ESCALAS DE TEMPERATURA Y MODELOS ESPECIALES**

La escala más usada en la mayoría de los países es la escala centígrada, denominación usual renombrada como Celsius en 1948, en honor a Anders Celsius (1701 - 1744).

Otras escalas usadas en la fabricación de termómetros son:

- Fahrenheit, una unidad de temperatura propuesta por Gabriel Fahrenheit en 1724.
- Réaumur, en desuso.
- Kelvin o temperatura absoluta, usada casi exclusivamente en laboratorios, la cual se corresponde con una propiedad intrínseca de la materia.

Existen de todas formas otras escalas utilizadas pero en menor medida: Fahrenheit, Réaumur (actualmente en desuso) y Kelvin o también conocida como temperatura absoluta, este tipo de escala se utiliza específicamente en laboratorios, los termómetros de laboratorio suelen fabricarse con dos o más escalas. Además de los termómetros digitales o de vidrios, existen más gamas que se utilizan en la actualidad; el termómetro de resistencia es uno de ellos. El mismo está formado por un alambre de platino y cuya resistencia eléctrica va variando a medida que la temperatura lo hace. Podemos mencionar también al pirómetro, estos son termómetros que se utilizan exclusivamente para medir las altas temperaturas. Luego debemos nombrar al termopar, un artefacto empleado para medir temperaturas con un sistema basado en la fuerza electromotriz, la cual se genera cuando se calienta la soldadura de dos metales distintos. Por último, dentro de la gama más conocida y utilizada de termómetros, tenemos el termómetro de lámina bimetálica, el mismo está constituido por dos láminas de metales cuyos coeficientes de dilatación son muy distintos, se emplea principalmente como sensor de temperatura en el termohigrógrafo.

Además de los termómetros convencionales que nombramos, antes existían lo que se denominaban termómetros especiales, entre ellos encontramos el termómetro globo, que se emplea para medir la temperatura radiante y está formado por mercurio que posee el bulbo dentro de una esfera hueca de metal pintada de negro. El objetivo de la esfera es absorber la radiación de los objetos que están alrededor y que son más calientes que el aire, emitiendo una radiación hacia los más fríos. Esto da como resultado una medición que considera el efecto de radiación. Sus usos se relacionan con la comprobación de la comodidad de los individuos.

## 2.1.2 AMPERÍMETRO



**Figura 2. 2** Amperímetro

Un amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico. Un micro amperímetro está calibrado en millonésimas de amperio y un miliamperímetro en milésimas de amperio.

Si hablamos en términos básicos, el amperímetro es un simple galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente) con una resistencia en paralelo, llamada electrónica. Disponiendo de una gama de resistencias shunt, podemos disponer de un amperímetro con varios rangos o intervalos de medición. Los amperímetros tienen una resistencia interna muy pequeña, por debajo de 1 ohmio, con la finalidad de que su presencia no disminuya la corriente a medir cuando se conecta a un circuito eléctrico.

El aparato descrito corresponde al diseño original, ya que en la actualidad los amperímetros utilizan un convertor analógico/digital para la medida de la caída de tensión en un resistor por el que circula la corriente a medir. La lectura del convertor es leída por un microprocesador que realiza los cálculos para presentar en un display numérico el valor de la corriente eléctrica circulante.

Para medir la corriente que circula por un circuito tenemos que conectar el amperímetro en serie con la fuente de alimentación y con el receptor de corriente. Así, toda la corriente que circula entre esos dos puntos va a pasar antes por el amperímetro. Estos aparatos tienen una bobina móvil que está

fabricada con un hilo muy fino (aproximadamente 0,05 mm de diámetro) y cuyas espiras, por donde va a pasar la corriente que queremos medir, tienen un tamaño muy reducido. Por todo esto, podemos decir que la intensidad de corriente, que va a poder medir un amperímetro cuyo sistema de medida sea magnetoeléctrico, va a estar limitada por las características físicas de los elementos que componen dicho aparato.

Para efectuar la medida es necesario que la intensidad de la corriente circule por el amperímetro, por lo que éste debe colocarse en serie, para que sea atravesado por dicha corriente. El amperímetro debe poseer una resistencia interna lo más pequeña posible con la finalidad de evitar una caída de tensión apreciable (al ser muy pequeña permitirá un mayor paso de electrones para su correcta medida). Para ello, en el caso de instrumentos basados en los efectos electromagnéticos de la corriente eléctrica, están dotados de bobinas de hilo grueso y con pocas espiras.

### **Amperímetros de bobina móvil:**



**Figura 2. 3** Amperímetros de bobina móvil

Está formado como su nombre indica, por una bobina circular de hilo conductor colocada sobre un pivote colocado sobre el centro de la misma, de

forma que puedan girar sobre él. Todo el conjunto está situado dentro del campo magnético de un imán fijo. Al circular una corriente eléctrica por la bobina, en esta se creará una fuerza magnética de manera tal que se producirá un fenómeno de atracción o repulsión con respecto al imán, y la bobina girará sobre el pivote. El movimiento de la bobina está controlado por unos resortes que sirven también para la entrada y salida de la corriente a través de ellos.

El amperímetro de bobina móvil puede usarse solamente con corriente continua, ya que la corriente alterna haría mover la bobina rápidamente en ambos sentidos.

#### **Amperímetros de hierro móvil:**



**Figura 2. 4** Amperímetros de hierro móvil

Al igual que el anterior descrito, está formado por una bobina por la que circula la corriente que produce el campo magnético. Pero, en este caso, la bobina es fija y no hay imán fijo que cause su giro. En su lugar, se fija un trozo de hierro a la bobina y otro unido a una aguja móvil sobre un pivote. Cuando circula corriente por la bobina, ambos trozos de hierro se transforman en imanes por el efecto magnético de la corriente y mutuamente se repelen, sin importar el sentido de dicha corriente. En este caso se utiliza un resorte para controlar el movimiento de la aguja.

La magnitud de la fuerza de repulsión y por consiguiente la amplitud del movimiento de la aguja dependen de la cantidad de corriente que circula por la bobina.

En este modelo de amperímetro no importa el sentido de la corriente que circula, por lo tanto, puede usarse para corriente continua y corriente alterna indistintamente.

### **Ampliación del fondo de escala de un amperímetro:**

Se dijo anteriormente que el alcance de todo instrumento puede ser ampliado. En el caso del amperímetro se emplea, a tal fin, un dispositivo llamado “shunt” (en inglés, derivación)

Este permite que sólo atraviese la bobina móvil del instrumento, aquella corriente que el mismo puede tolerar.

Un shunt está conformado por una resistencia de precisión de valor óhmico menor que el presentado por la bobina móvil del instrumento, permitiendo, de esta forma, que la otra porción de corriente no tolerada, pase a través de él.

Las características del shunt dependen del rango de medida que se necesite y que viene determinado en la escala del amperímetro, por lo tanto, para cambiar la escala de medida de un instrumento, bastaría cambiar el shunt ya que la bobina sería la misma.

### **2.1.3 BALANZA**



**Figura 2. 5** Balanza digital

La balanza digital es un instrumento de medición se caracteriza por dos rasgos fundamentales: su gran rango de pesaje y su capacidad para obtener el peso con una precisión.

La balanza (del latín: bis, dos, lanx, plato) es una palanca de primer género de brazos iguales que mediante el establecimiento de una situación de equilibrio entre los pesos de dos cuerpos permite medir masas. Al igual que una romana, o una báscula, es un instrumento de medición que permite medir la masa de un objeto.

Para realizar las mediciones se utilizan patrones de masa cuyo grado de exactitud depende de la precisión del instrumento. Al igual que en una romana, pero a diferencia de una báscula o un dinamómetro, los resultados de las mediciones no varían con la magnitud de la aceleración de la gravedad.

El rango de medida y precisión de una balanza puede variar desde varios kilogramos (con precisión de gramos), en balanzas industriales y comerciales; hasta unos gramos (con precisión de miligramos) en balanzas de laboratorio.

### **Uso de la balanza**

Las balanzas se utilizan para pesar los alimentos que se venden a granel, al peso: carne, pescado, frutas, etc. Con igual finalidad puede utilizarse en los hogares para pesar los alimentos que componen una receta. También se emplean en los laboratorios para pesar pequeñas cantidades de masa de reactivos para realizar análisis químicos o biológicos. Estas balanzas destacan por su gran precisión. Muchas aplicaciones han quedado obsoletas debido a la aparición de las básculas electrónicas.



## Balanza analítica

La balanza analítica es un instrumento utilizado en el laboratorio, que sirve para medir la masa. Su característica más importante es que poseen muy poca incertidumbre, lo que las hace ideales para utilizarse en mediciones muy precisas.

Las balanzas analíticas generalmente son digitales, y algunas pueden desplegar la información en distintos sistemas de unidades. Por ejemplo, se puede mostrar la masa de una sustancia en gramos, con una incertidumbre de 0,00001g. (0,01 mg)

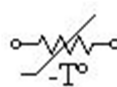
### 2.1.4 TERMISTORES



**Figura 2. 6** Termistor

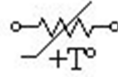
El término termistor proviene de Thermally Sensitive Resistor. Existen dos tipos de termistor:

- NTC (Negative Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura negativo



No se dispone de una resolución más alta.

- PTC (Positive Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura positivo

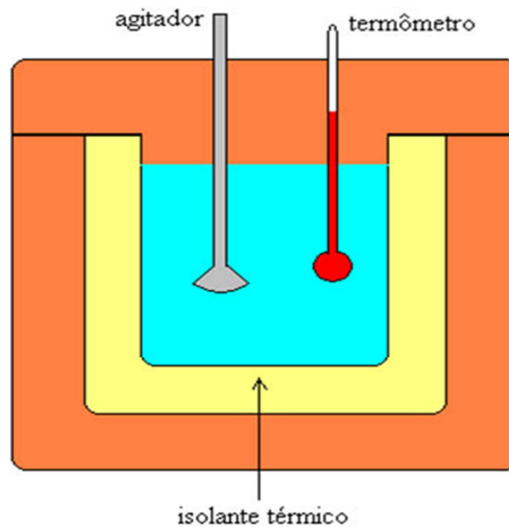


No se dispone de una resolución más alta.

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia de un semiconductor con la temperatura, debido a la variación de la concentración de portadores. Para los termistores NTC, al aumentar la temperatura, aumentará también la concentración de portadores, por lo que la resistencia será menor, de ahí que el coeficiente sea negativo. Para los termistores PTC, en el caso de un semiconductor con un dopado muy intenso, éste adquirirá propiedades metálicas, tomando un coeficiente positivo en un margen de temperatura limitado. Usualmente, los termistores se fabrican a partir de óxidos semiconductores, tales como el óxido férrico, el óxido de níquel, o el óxido de cobalto.

Sin embargo, a diferencia de los sensores RTD, la variación de la resistencia con la temperatura es no lineal. Para un termistor NTC, la característica es hiperbólica. Para pequeños incrementos de temperatura, se darán grandes incrementos de resistencia.

## 2.1.5 CALORÍMETRO



**Figura 2. 7** Calorímetro

El calorímetro es un sistema aislado en el que se intercambia calor entre los cuerpos de medición.

Es un instrumento que sirve para medir las cantidades de calor suministrada o recibidas por un cuerpo. Es un objeto utilizado para la calorimetría, o el proceso de medir el calor de las reacciones químicas o cambios físicos, así como la capacidad de calor. Calorímetros de barrido diferencial, micro calorímetros calorímetros isotérmicos, de valoración y calorímetros de aceleradas tasas, se encuentran entre los tipos más comunes. Un calorímetro sencillo sólo consta de un termómetro conectado a un contenedor de metal lleno de agua suspendido sobre una cámara de combustión.

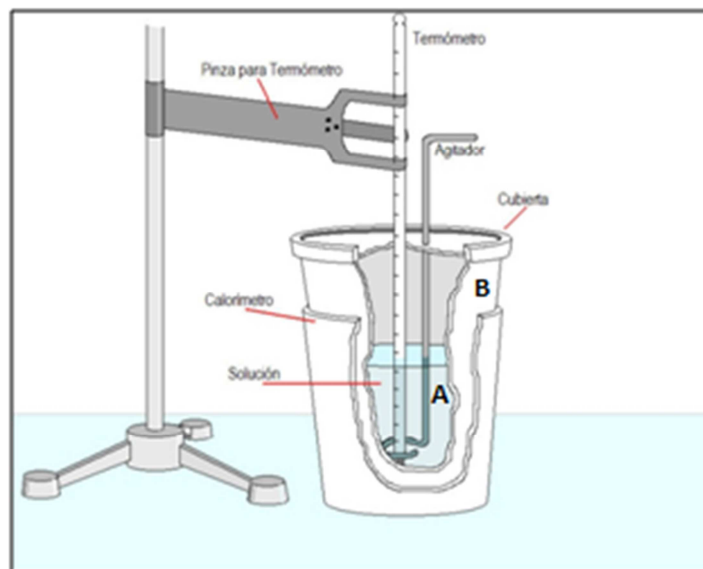
Existen los siguientes tipos de calorímetros:

- **Calorímetros adiabáticos**
- **Calorímetros de reacción**
- **Calorímetros de bomba**
- **Tipo Calvet-calorímetros**

- De presión constante del calorímetro
- Calorímetro diferencial de barrido
- Calorímetro de titulación isotérmica

### Calorímetros adiabáticos

Un calorímetro adiabático es un calorímetro utilizado para examinar una reacción fuera de control. Dado que el calorímetro se ejecuta en un entorno adiabático, cualquier calor generado por la muestra de material bajo ensayo provoca que la muestra aumente la temperatura, alimentando la reacción.

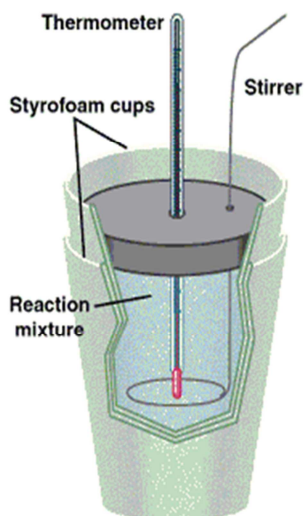


**Figura 2. 8** Calorímetro adiabático

### Calorímetros de reacción

Es un calorímetro en el que una reacción química se inicia dentro de un recipiente cerrado aislado. La reacción se calienta y se miden la cantidad total de calor que se obtiene mediante la integración de flujo de calor en función del tiempo. Este es el estándar utilizado en la industria para medir caliente, ya que los procesos industriales están diseñados para funcionar a temperaturas constantes. Calorimetría de reacción también se puede utilizar para determinar la tasa máxima de liberación de calor para la ingeniería de procesos químicos y para el seguimiento de la cinética de las reacciones globales.

## Constant-Pressure Calorimeter



**Figura 2. 9** Calorímetro de Reacción

Hay cuatro métodos principales para medir el calor en calorímetro de reacción:

### •Calorimetría de flujo de calor

La camisa de refrigeración / calefacción controla ya sea la temperatura del proceso o la temperatura de la camisa. El calor se mide mediante el control de la diferencia de temperatura entre el fluido de transferencia de calor y el fluido del proceso. Además volúmenes de llenado (es decir, área mojada), calor específico, coeficiente de transferencia de calor tiene que ser determinada para llegar a un valor correcto. Es posible con este tipo de calorímetro hacer las reacciones a reflujo, aunque la precisión no es tan buena.

### •Calorímetro de balance de calor

La camisa de refrigeración / calefacción controla la temperatura del proceso. El calor se mide mediante el control del calor ganado o perdido por el fluido de transferencia térmica.

## •Compensación de Energía

Compensación de energía utiliza un calentador colocado dentro del recipiente para mantener una temperatura constante.

## •Flujo constante

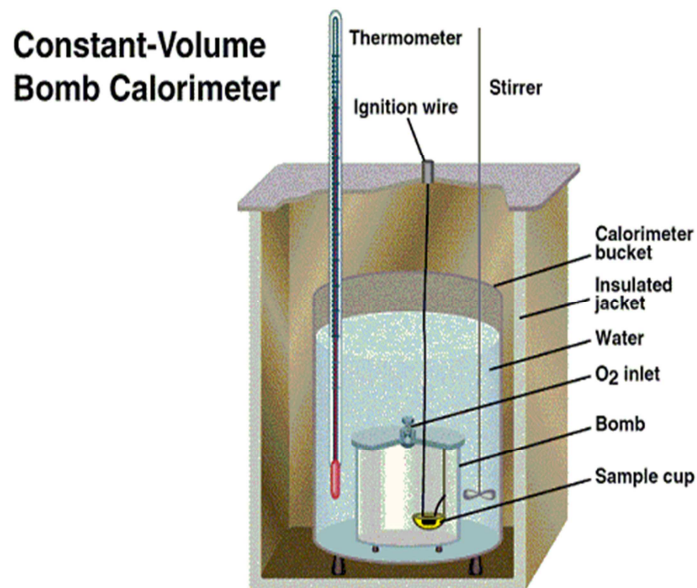
Calorimetría flujo constante (o COFLUX como a menudo se denomina) se deriva de calorimetría de balance de calor y utiliza mecanismos especializados de control para mantener un flujo de calor constante (o flujo) a través de la pared del vaso.

## Calorímetros de bomba

Una bomba calorimétrica es un tipo de calorímetro de volumen constante utilizado en la medición del calor de combustión de una reacción particular.

Los calorímetros de bomba tienen que soportar la presión dentro del calorímetro grande como la reacción que se está midiendo. La energía eléctrica se utiliza para encender el combustible, como el combustible se quema, se calienta el aire circundante, que se expande y se escapa a través de un tubo que conduce el aire fuera del calorímetro.

Cuando el aire se escapa a través del tubo de cobre también se calentará el agua fuera del tubo. La temperatura del agua permite calcular el contenido calórico del combustible.



**Figura 2. 10** Calorímetro de Bomba

Básicamente, una bomba calorimétrica consiste en un vaso pequeño para contener la muestra, el oxígeno, una bomba de acero inoxidable, agua, un agitador, un termómetro, la Dewar o recipiente aislante (para evitar el flujo de calor desde el calorímetro a los alrededores) y circuito de encendido conectado a la bomba. Mediante el uso de acero inoxidable para la bomba, la reacción se producirá sin cambio de volumen.

### **Tipo Calvet-calorímetros**

La detección se basa en un sensor de flujómetro tridimensional. El flujómetro consiste en un anillo de varios termopares en serie. La termopila correspondiente de alta conductividad térmica rodea el espacio experimental dentro del bloque calorimétrico. La disposición radial de las termopilas garantiza una integración casi completa del calor.

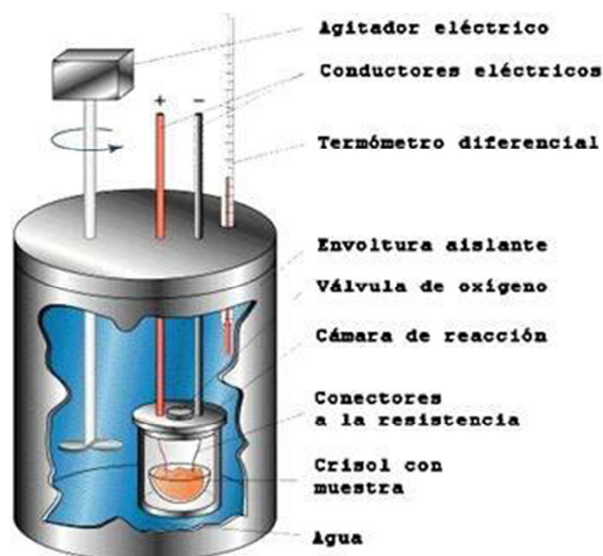


**Figura 2. 11** Calorímetro tipo Calvet-calorímetros de alta sensibilidad

En esta configuración, la sensibilidad del calorímetro no se ve afectada por el crisol, el tipo de purgueras, o la velocidad de flujo. La principal ventaja de la configuración es el aumento de tamaño del recipiente experimental y por consiguiente el tamaño de la muestra, sin afectar a la precisión de la medición colorimétrica.

La calibración de los detectores calorimétricos es un parámetro clave y tiene que ser realizada con mucho cuidado.

### De presión constante del calorímetro



**Figura 2. 12** Calorímetro de presión constante



Un calorímetro de presión constante mide el cambio de entalpía de una reacción que ocurre en una solución, durante el cual la presión atmosférica se mantiene constante.

### **Calorímetro diferencial de barrido**

En un calorímetro diferencial de barrido (DSC), de flujo de calor en una muestra, generalmente contenida en un pequeño aluminio o cápsula (pan) se mide diferencialmente, es decir, por comparación con el flujo en un molde de referencia vacío.



**Figura 2. 13** Calorímetro diferencial de barrido.

El calor fluye en los dos platillos por conducción. El flujo de calor en la muestra es mayor debido a su capacidad calorífica  $C_p$ .

Esto tiene una serie de ventajas. Se facilita la medición directa de la capacidad de calor en una medición, incluso en un (cuasi) condiciones isotérmicas. Se permite la medición simultánea de los efectos del calor que son reversible y no irreversible en la escala de tiempo de la oscilación (dé marcha atrás y no revertir-el flujo de calor, respectivamente). Se aumenta la sensibilidad de la medición de la capacidad de calor, lo que permite exploraciones en una velocidad de calentamiento subyacente lento.

## Calorímetro de titulación isotérmica

En un calorímetro de titulación isotérmica cuando el calor de reacción se usa para seguir un experimento de valoración.



**Figura 2. 14** Calorímetro de titulación isotérmica de alta sensibilidad

Esto permite la determinación del punto medio (estequiometría) (N) de una reacción, así como su entalpía ( $\Delta H$ ), entropía ( $\Delta S$ ) y de la preocupación principal de la afinidad de unión ( $K_a$ )

La técnica está ganando importancia particular en el campo de la bioquímica, ya que facilita la determinación de la unión del sustrato para enzimas. La técnica se utiliza comúnmente en la industria farmacéutica para caracterizar los candidatos potenciales de la droga.

## **2.2. NORMAS INEN**

### **Que es el INEN?**

Es el organismo oficial de la República del Ecuador para la normalización, la certificación y la metrología.

Es una entidad adscrita al Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad, MICIP, y fue creada en 1970-08-28

mediante Decreto Supremo No.357 publicado en el Registro Oficial No.54 de 1970-09-07.

Este decreto fue reformado según el artículo 30 de la ley No.12 de Comercio Exterior e Inversiones, LEXI, de 1997-05-26 y publicada en el Registro Oficial No.82 de 1997-06-09 y según el cual, este organismo se constituye en una entidad con personería jurídica de derecho privado con finalidad social y pública.

Organismo técnico nacional, referente y reconocido por la sociedad ecuatoriana como competente en la ejecución de los procesos establecidos en el Sistema Ecuatoriano de la Calidad; que satisface la demanda nacional en los campos de la Normalización, Reglamentación Técnica, Procedimientos de Evaluación de la Conformidad, Metrología y Certificación de la Conformidad; que contribuye al mejoramiento de la competitividad, de la salud y seguridad del consumidor, la conservación del medio ambiente y promueve la cultura de la calidad para alcanzar un comercio justo.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

- Cumplir las competencias de organismo técnico nacional, en materia de reglamentación, normalización y metrología, establecidos en las normativas constitucional y legal vigentes, así como en tratados, acuerdos y convenios internacionales.

### **Objetivos Estratégicos:**

- Cumplir con las competencias de reglamentación, normalización y metrología.
- Formular en sus áreas de competencia, luego de los análisis técnicos respectivos, las propuestas de normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad, los planes de trabajo, así como las propuestas de las normas y procedimientos metrológicos.

- Promover programas orientados al mejoramiento de la calidad y apoyar, de considerarlo necesario, las actividades de promoción ejecutadas por terceros.
- Preparar el plan nacional de normalización que apoye la elaboración de reglamentos técnicos para productos.
- Organizar y dirigir las redes o subsistemas nacionales en materia de normalización, reglamentación técnica y de metrología.
- Prestar servicios técnicos en las áreas de su competencia.
- Previa acreditación, certificación y/o designación, actuar como organismo de evaluación de la conformidad a nivel nacional.
- Homologar, adaptar o adoptar normas internacionales

### **Qué es una norma?**

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

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

Tiene valor indicativo y de guía, actualmente su uso se va extendiendo y hay un gran interés en seguir las normas existentes porque desde el punto de vista económico reduce costos, tiempo y trabajo. Por eso, las normas que presentemos, del campo de la información y documentación, son de gran utilidad porque dan respuesta al reto de las nuevas tecnologías.

### **Tipografía de normas**

Las normas pueden ser cuantitativas (normas de dimensión) y cualitativas (las 9000 de calidad)

Los campos de aplicación son amplios y en el ámbito de la información científica y técnica es también muy importante.

### **2.3. NORMAS INEN PARA EQUIPOS DE LABORATORIO**

ISO (Organización Internacional de Normalización) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) forman el sistema especializado para la normalización mundial. Los organismos nacionales miembros de ISO e IEC participan en el desarrollo de las Normas Internacionales a través de comités técnicos establecidos por la organización respectiva, para tratar con campos particulares de la actividad técnica. Los comités técnicos de ISO e IEC colaboran en campos de interés mutuo. Otras organizaciones internacionales, públicas y privadas, vinculadas a ISO e IEC, también participan en el trabajo. En el campo de la evaluación de la conformidad, el Comité de ISO para la evaluación de la conformidad (CASCO) es responsable del desarrollo de Normas y Guías Internacionales.

Las Normas Internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC.

Los Proyectos de Normas Internacionales se circulan a los organismos nacionales para votación. La publicación como Norma Internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos nacionales con derecho a voto.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO e IEC no se responsabilizan por la identificación de ningún derecho de patente.

La Norma ISO/IEC 17025 fue preparada por ISO/CASCO, Comité de evaluación de la conformidad.

Esta segunda edición anula y reemplaza a la primera edición (ISO/IEC 17025:1999), la cual ha sido revisada técnicamente.

La primera edición (1999) de esta Norma Internacional fue producto de la amplia experiencia adquirida en la implementación de la Guía ISO/IEC 25 y de la Norma EN 45001, a las que reemplazó. Contiene todos los requisitos que tienen que cumplir los laboratorios de ensayo y de calibración si desean demostrar que poseen un sistema de gestión, son técnicamente competentes y son capaces de generar resultados técnicamente válidos.

La primera edición hacía referencia a las Normas ISO 9001:1994 e ISO 9002:1994. Dichas normas han sido reemplazadas por la Norma ISO 9001:2000, lo que hizo necesario alinear la Norma ISO/IEC 17025. En esta segunda edición se han modificado o agregado apartados sólo en la medida que fue necesario a la luz de la Norma ISO 9001:2000.

Es conveniente que los organismos de acreditación que reconocen la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración se basen en esta Norma Internacional para sus acreditaciones.

El creciente uso de los sistemas de gestión ha producido un aumento de la necesidad de asegurar que los laboratorios que forman parte de organizaciones mayores o que ofrecen otros servicios, puedan funcionar de acuerdo con un sistema de gestión de la calidad que se considera que cumple la Norma ISO 9001 así como esta Norma Internacional. Por ello, se ha tenido el cuidado de incorporar todos aquellos requisitos de la Norma ISO 9001 que son pertinentes al alcance de los servicios de ensayo y de calibración cubiertos por el sistema de gestión del laboratorio.

Los laboratorios de ensayo y de calibración que cumplen esta Norma Internacional funcionarán, por lo tanto, también de acuerdo con la Norma ISO 9001.

La conformidad del sistema de gestión de la calidad implementado por el laboratorio, con los requisitos de la Norma ISO 9001, no constituye por sí sola una prueba de la competencia del laboratorio para producir datos y resultados técnicamente válidos. Por otro lado, la conformidad demostrada con esta Norma Internacional tampoco significa que el sistema de gestión de la calidad

implementado por el laboratorio cumple todos los requisitos de la Norma ISO 9001.

La aceptación de los resultados de ensayo y de calibración entre países debería resultar más fácil si los laboratorios cumplen esta Norma Internacional y obtienen la acreditación de organismos que han firmado acuerdos de reconocimiento mutuo con organismos equivalentes que utilizan esta Norma Internacional en otros países.

El uso de esta Norma Internacional facilitará la cooperación entre los laboratorios y otros organismos y ayudará al intercambio de información y experiencia, así como a la armonización de normas y procedimientos.

### **¿Qué es el laboratorio nacional de metrología INEN?**

El Instituto Ecuatoriano de Normalización, es una entidad de servicio público, fundada el 28 de agosto de 1970. La parte operativa de la Institución está constituida de cuatro procesos:

1. Normalización Técnica
2. Verificación
3. Certificación
4. Servicios Tecnológicos:

#### **Laboratorio Nacional de Metrología**

#### **Laboratorio de Ensayos Analíticos**

#### **Laboratorio de Ensayos Físicos y Mecánico**

## **LABORATORIO NACIONAL DE METROLOGÍA**

El Laboratorio Nacional de Metrología, fue fundado el 22 de marzo de 1973, realiza sus actividades como parte del proceso de Servicios Tecnológicos.

Una de las principales funciones que realiza este Laboratorio es la de calibrar equipos de pesar y medir, actividad que se encuentra facultada por la Ley del Sistema Ecuatoriano de la calidad publicada en el suplemento del registro Oficial N°- 26 en el 2007-02-22 en su artículo 35 designa al INEN como la entidad responsable de Metrología en el país y como tal actúa en calidad de Organismo Nacional competente.

Esta Ley se constituye en el fundamento Legal para realizar las actividades metrológicas, como resultado de la calibración se emiten Certificados de Calibración para patrones instrumentos, elementos, máquinas y/o aparatos de pesar y medir en las magnitudes de Masa, Longitud, Volumen, temperatura, Presión y Fuerza que tienen validez oficial y reconocimiento Nacional.

Las calibraciones que se realizan son las de más alto nivel metrológico en el país, para lo que cuenta con:

- Personal calificado y entrenado internacionalmente
- Patrones con trazabilidad

El presente documento es una oferta de servicios de calibración del Laboratorio Nacional de Metrología del INEN, dirigida al sector, oficial, comercial, educacional e industrial del Ecuador, en el que se describen por magnitudes los instrumentos, los rangos, las incertidumbres con las que el Laboratorio está en capacidad de ofrecer sus servicios; también se señalan los patrones, las Normas técnicas Nacionales o Internacionales utilizadas en el proceso de calibración.

El Laboratorio Nacional de Metrología certifica o no, respectivamente, la aptitud para el uso de los instrumentos mediante la emisión de:



- Certificados de Calibración para los instrumentos que cumplen con los requisitos de algún documento normativo
- Informes Técnicos de Calibración para los instrumentos que no cumplen con los requisitos de algún documento normativo

### **Objeto y campo de aplicación**

Esta Norma Internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.

Esta Norma Internacional es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos o calibraciones. Éstas pueden ser, por ejemplo, los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, y los laboratorios en los que los ensayos o las calibraciones forman parte de la inspección y la certificación de productos.

Esta Norma Internacional es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades de ensayo o de calibración. Cuando un laboratorio no realiza una o varias de las actividades contempladas en esta Norma Internacional, tales como el muestreo o el diseño y desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de los apartados correspondientes no se aplican.

Las notas que se incluyen proporcionan aclaraciones del texto, ejemplos y orientación. No contienen requisitos y no forman parte integral de esta Norma Internacional.

Esta Norma Internacional es para que la utilicen los laboratorios cuando desarrollan los sistemas de gestión para sus actividades de la calidad, administrativas y técnicas. También puede ser utilizada por los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias y los organismos de acreditación cuando confirman o reconocen la competencia de los laboratorios.

Esta Norma Internacional no está destinada a ser utilizada como la base para la certificación de los laboratorios.

**NOTA 1** El término “sistema de gestión” en esta Norma Internacional, designa los sistemas de la calidad, administrativos y técnicos, que rigen las actividades de un laboratorio.

**NOTA 2** La certificación de un sistema de gestión a veces también se denomina registro.

El cumplimiento de los requisitos reglamentarios y de seguridad, relacionados con el funcionamiento de los laboratorios, no está cubierto por esta Norma Internacional.

Si los laboratorios de ensayos y de calibración cumplen los requisitos de esta Norma Internacional, actuarán bajo un sistema de gestión de la calidad para sus actividades de ensayo y de calibración que también cumplirá los principios de la Norma ISO 9001. Esta Norma Internacional cubre requisitos para la competencia técnica que no están cubiertos por la Norma ISO 9001.

**NOTA 1** Podría ser necesario explicar o interpretar ciertos requisitos de esta Norma Internacional a fin de asegurarse de que los requisitos se aplicarán de manera coherente.

**NOTA 2** Si un laboratorio desea ser acreditado para todas o para parte de sus actividades de ensayo y de calibración, debería seleccionar un organismo de acreditación que funcione de acuerdo con la Norma ISO/IEC 17011.

## 2.4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Los requisitos técnicos se dirigen a aquellos factores, que en el caso de un laboratorio, contribuyen a la exactitud, fiabilidad y validez de los ensayos y calibraciones que realiza. Estos factores son:

- Factor humano.
- Locales y condiciones ambientales.
- Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos.
- Equipos.
- Trazabilidad de las medidas.
- Muestreos.
- Manipulación de las muestras de ensayos y calibraciones.
- Aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos y calibraciones.
- Informes de los resultados.

A continuación resumiremos brevemente las exigencias normativas para cada uno de los factores

### **Factor Humano**

Se debe contar con personal competente para el manejo de determinados equipos, realización de ensayos, evaluación de resultados, aprobación de informes y certificados de ensayo y de calibración.

Se deben plantear objetivos en educación y programarse la formación en función de las necesidades detectadas.

Plantear los diferentes puestos de trabajo y las funciones y responsabilidades para cada uno de ellos.

- **Locales y condiciones ambientales.**

Las instalaciones donde se realicen los ensayos, incluidas las condiciones ambientales, luz y fuentes de energía, deben permitir realizarlos de un modo adecuado.

Se deben adoptar medidas de mantenimiento y conservación del laboratorio y en caso necesario se elaborarán procedimientos para tal efecto.

- **Métodos de ensayo y calibración y validación de los métodos.**

Se deben emplear los métodos y los procedimientos más indicados para cada ensayo. Se debe garantizar el muestreo, la manipulación, el transporte, la preparación, y todas aquellas fases que conformen la operación de ensayo o calibración precisa.

Se debe ser riguroso en la selección de método cuando el cliente no lo especifique, se seleccionarán métodos publicados en normas internacionales, nacionales, o en revistas o por fabricantes de prestigio.

Los métodos empleados han debido ser previamente validados. El cliente debe ser informado del método a elegir.

La incorporación de métodos de ensayos y calibración desarrollados por el laboratorio para su propio uso debe ser de un modo planificado y contar con personal debidamente calificado y provisto con los recursos adecuados.

En caso de emplear métodos no normalizados, deben ser acordados con el cliente incluyendo unas especificaciones y la finalidad del mismo.

En todo caso el método desarrollado debe haber sido validado convenientemente antes de su uso.

La validación consiste en la confirmación mediante examen y la demostración de evidencias objetivas que demuestren el cumplimiento de ciertos requisitos para el uso específico previsto. Es decir es comprobar que una actividad es apta para el fin hacia el que va orientada, en este caso un método que debe ser por ello validado.

Un laboratorio que realiza sus propias calibraciones y/o ensayos, debe contar con un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medida para todas las calibraciones y tipos de calibraciones.

En caso de emplear, como suele ser habitual, equipos informáticos o automatizados para la obtención y procesamiento de datos en los ensayos y/o calibraciones, han de asegurarse que:

- El software empleado estará documentado y será validado para su uso.
- Debe asegurarse la protección de datos.
- Mantenimiento de los ordenadores y equipos automatizados.

- **Equipos**

El laboratorio debe contar con todos los equipos y medios necesarios para la adecuada realización de los ensayos y/o calibraciones.

En caso de subcontratar equipos debe asegurarse por otros medios los adecuados mantenimientos y estado de los mismos.

Deben desarrollarse programas de calibración para valores claves sobre los instrumentos cuyo efecto sea significativo en el desarrollo de las actividades.

- **Trazabilidad de las medidas.**

El laboratorio contará con un programa y procedimiento para la calibración de sus propios equipos, tanto para los que emplea en calibración como los de ensayo.

Se debe desarrollar un procedimiento para la calibración de patrones de referencia.

- **Muestreo.**

Se elaborará un plan de muestreo y un procedimiento que debe estar disponible en el lugar donde se desarrolle el muestreo.

Los planes de muestreo deben basarse en métodos estadísticos apropiados.

Debe asegurarse la validez de los resultados.

- **Manipulación de objetos de ensayo y calibración.**

Se dispondrá de una metodología para identificar los objetos de ensayo y/o calibración.

La identificación debe permanecer a lo largo del tiempo que exista el laboratorio.

La identificación debe ser unívoca, de tal forma que nunca se confundan objetos ni tanto físicamente como cuando se haga referencia a ellos en registros u otros documentos.

- **Aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos y calibraciones.**

El laboratorio dispondrá de un procedimiento de control de calidad para corroborar la validez de los ensayos y/o calibraciones realizados.

Los resultados obtenidos deberán registrarse y a través de un análisis de los mismos pueden detectarse tendencias, para ello en la medida de lo posible se emplearán técnicas estadísticas.

- **Informes de los resultados.**

Se deben emitir informes de los ensayos y de los certificados de calibración.

Los resultados deben notificarse y contener toda la información requerida por los clientes y necesaria para la interpretación de los resultados del ensayo y/o calibración requerido, con el método empleado.

Los informes de ensayo/certificados de calibración deben contener:

- Un título.
- Nombre y dirección del laboratorio.
- Identificación única del informe de ensayo o el certificado de calibración.
- Nombre y dirección del cliente.
- Identificación del método utilizado.
- Descripción, estado e identificación, sin confusión del objeto u objetos sometidos a ensayo/calibración.
- Fecha de la recepción del objeto a calibrar y la fecha de realización de cada ensayo.
- Referencia al plan de muestreo y a los procedimientos utilizados por el laboratorio.
- Resultados del ensayo o de la calibración, junto con las unidades de medida, cuando proceda.
- Nombre (s), cargo (s) y firma (s) o identificación equivalente de la (s) persona (s) autorizada el informe de ensayo o el certificado de calibración.

## CAPITULO 3

### REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

#### 3.1 GENERALIDADES.

Los requisitos técnicos que se van a implementar en la bomba calorimétrica adiabática correspondiente al laboratorio de conversión y energía de la Escuela Politécnica del Ejercito previo a su certificación, se dirigen a aquellos factores que contribuyen al muestreo, ensayo y validez de los ensayos y calibraciones que se realiza. Estos factores son:

- Factor humano.
- Planta física y condiciones ambientales.
- Métodos de ensayo.
- Equipos.
- Trazabilidad de la medición.
- Muestreos.
- Manejo de la muestra para el ensayo.
- Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos
- Informe de los resultados

#### 3.2 FACTOR HUMANO

La dirección del laboratorio para el manejo de la bomba Calorimétrica adiabática debe asegurar la competencia de todo aquel que opera el equipo, ejecuta ensayos, evalúa los resultados.

La dirección la de institución como es la **Escuela politécnica del Ejército** debe formular las metas con respecto a la formación y habilidades del personal del laboratorio. Cuando se utilice personal de otra área que no sea de nuestra área de energías, este deberá ser supervisado para que trabaje de acuerdo con el sistema del laboratorio.



El personal asignado para la medición del potencial calórico de los combustibles como es el caso de gasolina súper, gasolina extra y diesel, debe contar con la autorización correspondiente.

### **3.3 PLANTA FÍSICA Y CONDICIONES AMBIENTALES**

Las condiciones ambientales y facilidades de servicios cumplen con los establecidos en la norma, en el cual deben permitir un correcto desenvolvimiento de las labores de ensayo. Mantener la limpieza, separar los ambientes si fuese necesario. Las instalaciones donde se realicen los ensayos es el caso del laboratorio de conversión y energía de la **Escuela Politécnica Del Ejército** se debe tomar en cuenta las condiciones ambientales, luz y fuentes de Energía, deben permitir realizarlos de un modo adecuado. Asegurando que las condiciones ambientales no invaliden los resultados o afecten adversamente la calidad requerida de cualquier medición.

Debe haber una separación eficaz entre las áreas cercanas en las cuales se realizan actividades incompatibles para que no produzca ningún error. Se controlara el acceso y uso de las áreas que afecten la calidad de los ensayos.

### **3.4 MÉTODOS DE ENSAYO**

La **Escuela Politécnica del Ejército**, a través del laboratorio utiliza métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos del **potencial calórico** dentro de su alcance para lo que incluye; muestreo, manejo, almacenamiento y preparación de los combustibles a ser ensayados y cuando fuese apropiado, una estimación de la incertidumbre de los equipos de medición así como las técnicas de estadística para el análisis de datos.

El laboratorio debe tener instrucciones sobre el uso y funcionamiento del equipo y datos de referencia pertinentes al trabajo que se va a realizar y estos deberán mantenerse vigentes y estar fácilmente disponibles al personal.

## **Selección de Métodos.**

El laboratorio debe usar métodos de ensayos, incluyendo métodos de muestreo, los cuales cumplan con las necesidades del usuario y que sean apropiados para los ensayos que se realiza.

Cuando el usuario no especifica el método a utilizar se debe seleccionar el método apropiado, informándolo cuando algún método propuesto por este considere el laboratorio inapropiado o desactualizado.

## **Método de calibración**

Se entiende por calibración al conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre las señales producidas por un instrumento analítico y los correspondientes valores de concentración o masa del juego de patrones de calibrado.

La calibración establece la relación entre el equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto a calibración y el patrón, esta relación se obtiene al tomar las indicaciones del equipo y del patrón y relacionarlas con: error, corrección o linealidad, con su respectiva incertidumbre. El equipo o el patrón pueden darnos esa indicación mediante mediciones directas, indirectas, o bien realizar, representar o reproducir un valor.

Por lo cual podemos decir que los métodos de calibración se derivan de los métodos de medición, los principales métodos de calibración se listan a continuación:

- Comparación directa
- Transferencia,
- Sustitución,
- Equilibrio,
- Escalamiento(subdivisión),
- Relación.

Estos métodos de calibración suelen combinarse con el método en que el patrón realiza la magnitud o el mensurando:

Primario (gravimétrico, hidrostático, coulombimétrico),

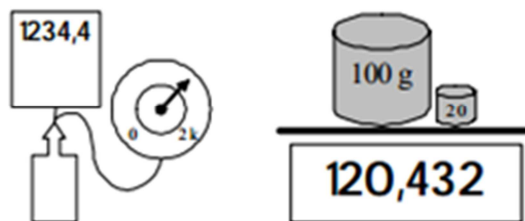
- Secundario,
- Simulación,
- Reproducción,
- Puntos fijos.

A continuación se describen brevemente, los métodos de calibración más comunes, utilizados en metrología técnica e industrial:

### Calibración por comparación directa

En este método se comparan directa e instantáneamente los valores proporcionadas por el equipo (instrumento de medición o medida materializada) bajo calibración, contra los valores proporcionados por un patrón.

Ejemplos:



**Figura 3.1** Calibración de un manómetro analógico y de una balanza de masa por comparación directa

- a) Calibración de un manómetro ordinario secundario contra un manómetro patrón digital (Fig. 3.1),
- b) Calibración de una balanza digital con un marco de pesas patrón (Fig. 3.1).

### Calibración por transferencia

En este método se comparan los valores proporcionados por el equipo (instrumento de medición o medida materializada) bajo calibración, contra los

valores proporcionados por un patrón (valor de referencia), a través de un patrón de transferencia, incluso en diferente tiempo y lugar.

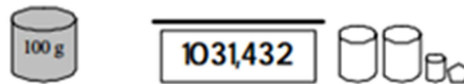
Ejemplos:

- a) Comparación de puntos fijos contra otros patrones primarios mediante patrones de transferencia de alta exactitud,
- b) Calibración de generadores de magnitudes eléctricas, contra referencia fijas mediante multímetros de alta exactitud.

### **Calibración por sustitución**

Este método utiliza un equipo auxiliar (comparador), con el que se mide inicialmente al patrón y luego al equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto a calibración.

Ejemplos:



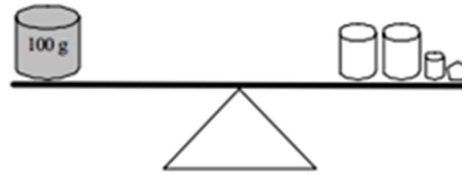
**Figura 3.2** Calibración de una pesa por sustitución

- a) Sustitución simple (calibración de masas, AB) (Fig. 3.2),
- b) Sustitución doble (calibración de masas, ABBA) (Fig. 3.2),
- c) Sustituciones sucesivas (calibración de básculas de alto alcance > 5

### **Calibración por equilibrio**

Este método utiliza un detector de nulos, el cual permite comprobar la igualdad entre el patrón y el equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto de la calibración.

Ejemplos:



**Figura 3.3** Calibración de una pesa por equilibrio

- a) Calibración de pesas en comparador de dos platillos (Fig. 3.3),
- b) Calibración de resistores, capacitores e inductores patrón en puentes RLC,
- c) Calibración de balanzas de presión por el método de flotación cruzada,
- d) Calibración de manómetros de mercurio contra columna de líquido por equilibrio de fuerzas.

### **Calibración por simulación**

Este método simula el mensurando o la magnitud del instrumento de medición sujeto a calibración en base a modelos de relación de respuesta contra estímulo

Ejemplos:



**Figura 3.4** Simulador eléctrico de pH (mV)

- a) Simulación eléctrica en la calibración de indicadores (no medidores) de: temperatura (TC y RTD), potenciómetros para pH (Fig.3.4), lazos de medición o control (4 a 20 m A, 1 a 5 V, 0 a 10 V, etc.), vibraciones, conductividad, humedad de madera, resistividad, etc.,
- b) Simulación de fuerza en la calibración de básculas de alto alcance (> 5 t),

c) Simulación por presión diferencial para la calibración de transmisores de flujo o velocidad.

### Calibración por reproducción

En este caso el patrón utilizado en la calibración reproduce a la magnitud.

Ejemplos:



**Figura 3.5** Marco de pesas (Reproducción)

a) Pesas (Fig. 3.5), b) Volumen, c) Resistores eléctricos, d) Bloques patrón, e) Generadores de señal, f) Materiales de referencia (MR).

### Calibración por puntos fijos

En este caso el patrón utilizado en la calibración realiza una constante fundamental o derivada mediante la reproducción de fenómenos físicos o químicos.

Ejemplos:



**Figura 3.6** Punto de hielo (Punto fijo)

a) Puntos fijos de sales saturados para humedad relativa,  
b) Puntos fijos (triple, solidificación, fusión) de la ITS-90 para temperatura,

- c) Puntos fijos secundarios (fusión hielo (Fig.3.6), evaporación del agua) para temperatura,
- d) Puntos fijos de presión.

## **SELECCIÓN DE METODO**

Para lo cual para la calibración de los termómetros se utilizó patrones trazables a la unidad de temperatura termodinámica del sistema internacional de medida SI a través de sensores patrón pertinente al INEN

En la calibración de la balanza se utilizó pesas patrones de trabajo trazables al patrón nacional de masa, por lo cual para la calibración de los termómetros y balanza se seleccionó la **calibración por comparación directa**

### **Control de los datos.**

Los cálculos y la transferencia de los datos deben estar sujetos a una verificación apropiada sin que ocurra ninguna alteración de datos.

Se debe contar con las instrucciones, manuales y datos de referencia actualizados.

## **3.5 EQUIPOS**

Los equipos deben ser calibrados y verificados para establecer que estos cumplen los requisitos especificados en el ensayo y la norma.

Los equipos deben ser operados o supervisado por personal autorizado. El laboratorio si cuenta con todos los equipos y medios necesarios para la adecuada realización de los ensayos.

### 3.6 TRAZABILIDAD DE LA MEDICIÓN

El equipo que se va a utilizar para el ensayo tiene un efecto significativo sobre la exactitud o validez de los resultados, debe ser calibrado antes de ser puesto en servicio.



Figura 3.7 Trazabilidad e incertidumbre de una medición

Todo material de referencia debe, en lo posible, estar trazado a las unidades de medición del SI.

**Estimación de la Incertidumbre en las mediciones** Según la definición del vocabulario internacional de metrología la incertidumbre de medida o medición es:

“Parámetro no-negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.”

Que en otras palabras, se refiere a que la incertidumbre de medida es un intervalo (Parámetro) que adopta solo valores positivos (no considerar el símbolo “±” que en ocasiones se utiliza) y que representa la forma en que los datos obtenidos para una magnitud (que es la propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia que se puede expresar mediante un número y una referencia) de interés (llamada mensurando) se distribuyen o dispersan. En términos muy pedestres, la incertidumbre de medida se puede definir como la “duda” que se



tiene sobre la veracidad de un valor que se determina (o mide). Como no es posible saber cuál es el valor verdadero de una magnitud, lo único que nos queda es definir un intervalo en cuál es más probable encontrarlo.

Y su fórmula es la siguiente.

$$u(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} .$$

**Fórmula (3.1)**

### **Fuentes de Incertidumbre**

Todas las mediciones tienen asociada una incertidumbre que puede deberse a los siguientes factores:

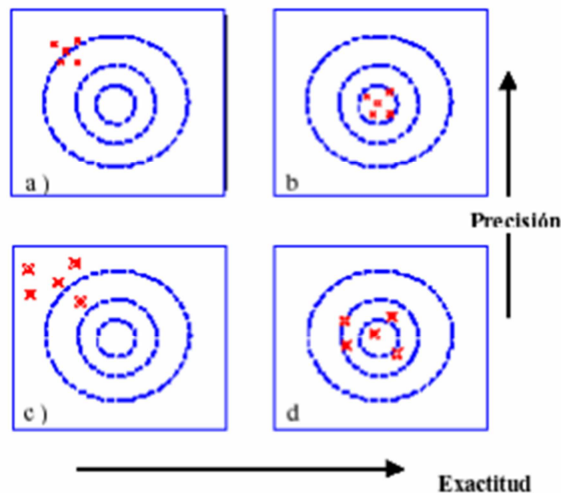
- la naturaleza de la magnitud que se mide,
- el instrumento de medición,
- el observador,
- las condiciones externas.

Cada uno de estos factores constituye por separado una fuente de incertidumbre y contribuye en mayor o menor grado a la incertidumbre total de la medida.

**Errores accidentales o aleatorios** que aparecen cuando mediciones repetidas de la misma variable dan valores diferentes, con igual probabilidad de estar por arriba o por debajo del valor real. Cuando la dispersión de las medidas es pequeña se dice que la medida es precisa.

**Errores sistemáticos** que son una desviación constante de todas las medidas ya sea siempre hacia arriba o siempre hacia abajo del valor real y son producidos, por ejemplo, por la falta de calibración del instrumento de medición.

La medida ideal es aquella que tiene un 100% de exactitud y un 100% de precisión.



**Figura 3.8** Ilustración esquemática de los conceptos de precisión y exactitud.

### **Incertidumbre en medidas reproducibles**

Cuando al realizar una serie de medidas de una misma magnitud se obtienen los mismos resultados, no se puede concluir que la incertidumbre sea cero; lo que sucede es que los errores quedan ocultos ya que son menores que la incertidumbre asociada al aparato de medición. En este caso, puede establecerse un criterio simple y útil: cuando las medidas son reproducibles, se asigna una incertidumbre igual a la mitad de la división más pequeña del instrumento, la cual se conoce como resolución.

Por ejemplo, al medir con un instrumento graduado en mililitros repetidas veces el volumen de un recipiente se obtiene siempre 48.0 ml, la incertidumbre será 0.5 ml.

Lo que significa que la medición está entre 47.5 a 48.5 ml, a éste se le conoce como intervalo de confianza de la medición y su tamaño es el doble de la incertidumbre. Esto generalmente se aplica cuando se trata de aparatos de medición tales como reglas, transportadores, balanzas, probetas, manómetros, termómetros, etc.

## **Incertidumbre en medidas no-reproducibles**

Cuando se hacen repeticiones de una medida y estas resultan diferentes, con valores  $x_1, x_2, \dots, x_N$ , surgen las preguntas:

¿Cuál es el valor que se reporta?

¿Qué incertidumbre se asigna al valor reportado?

La respuesta a estas preguntas se obtiene a partir del estudio estadístico de las mediciones, el cual debe arrojar cuál es la tendencia central de las medidas y su dispersión. Una introducción al tema del tratamiento de datos se presenta a continuación:

### **Medidas de tendencia central**

La medida más común de la tendencia central de una muestra o conjunto de mediciones está dada por el promedio o media aritmética. Sin embargo, algunas veces este valor no basta y es necesario calcular otras variables estadísticas que ayuden a analizar el resultado de una medición.

**El promedio o media**  $\bar{x}$  de  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$  está dado por una muestra o conjunto de mediciones

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N)}{N} = \frac{\sum x_i}{N}$$

**Fórmula (3.2)**

En matemáticas y estadística, la media aritmética (también llamada promedio o simplemente media) de un conjunto finito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos objeto de estudio que parte del principio de la esperanza matemática o valor esperado, se obtiene a

partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos. Cuando el conjunto es una muestra aleatoria recibe el nombre de media muestral siendo uno de los principales estadísticos muestrales.

**La desviación estándar** de la muestra está dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

**Fórmula (3.3)**

La desviación estándar es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población). Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población. La desviación estándar es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución. Así, la desviación estándar mide el grado de dispersión o variabilidad. En primer lugar, midiendo la diferencia entre cada valor del conjunto de datos y la media del conjunto de datos. Luego, sumando todas estas diferencias individuales para dar el total de todas las diferencias. Por último, dividiendo el resultado por el número total de observaciones (normalmente representado por la letra "N") para llegar a un promedio de las distancias entre cada observación individual y la media. Este promedio de las distancias es la desviación estándar y de esta manera representa dispersión.

### **Coeficiente de variación**

En estadística, cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el **coeficiente de variación**.

Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar. Por otro lado presenta

problemas ya que a diferencia de la desviación típica este coeficiente es variable ante cambios de origen. Por ello es importante que todos los valores sean positivos y su media dé, por tanto, un valor positivo. A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable. Suele representarse por medio de las siglas **C.V.**

Exigimos que:  $\bar{x} > 0$

Se calcula:

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

**Fórmula (3.4)**

## **Error**

Un error en estadística es la diferencia entre el valor de un estimador y el del parámetro correspondiente. Existen varias causas para producir estos errores. Según la causa son clasificados en errores de muestreo y de no muestreo.

El error de no muestreo puede ocurrir en cualquier encuesta, sea un censo o una muestra. Estos errores comprenden errores sistemáticos y equivocaciones.

---

**Fórmula (3.5)**

### Cifras significativas e incertidumbre fraccional.

La incertidumbre fraccional está directamente relacionada con las cifras significativas. Considérese, por ejemplo, los números 10 y 9900 con dos cifras significativas. El 10 con dos cifras significativas significa

$$10 \pm 0.5 = 10 \pm 5\%$$

El número 9900 con dos cifras significativas significa

$$9900 \pm 50 = 9900 \pm 0.5 \%$$

Lo anterior muestra que, cuando se tiene dos cifras significativas, la incertidumbre fraccional está comprendida entre el 5% y el 0.5%.

La tabla muestra la relación entre el número de cifras significativas y la incertidumbre fraccional correspondiente

**Tabla 3.1** Tabla de correspondencia entre cifras significativas e incertidumbre fraccional

<b>Correspondencia entre cifras significativas e incertidumbre fraccional</b>	
<b>Número de cifras Significativas</b>	<b>Incertidumbre fraccional correspondiente</b>
1	5% - 50%
2	0.5% - 5%
3	0.05% - 0.5%
4	0.005% - 0.05%

### 3.7 MUESTREO

El laboratorio tiene un plan de muestreo y procedimientos para los ensayos. Los planes de muestreo deben estar basados en métodos estadísticos apropiados.

El laboratorio tiene procedimientos para registrar los datos pertinentes este es el caso de hojas destinadas por el laboratorio de conversión de energía y

las operaciones relacionadas al muestreo que forma parte del ensayo que fue llevada a cabo.

### **3.8 MANEJO DE LA MUESTRA PARA EL ENSAYO**

El laboratorio tiene procedimientos para manejo, protección, almacenamiento, de las muestras para el ensayo de la medición del potencial calórico.

El laboratorio también cuenta con una manipulación de los objetos a ensayar manteniendo las estipulaciones necesarias. Las instalaciones y facilidades de ensayo deben ser apropiadas para no perturbar las muestras manteniendo su integridad.

La identificación debe ser unívoca, de tal forma que nunca se confundan objetos ni tanto físicamente como cuando se haga referencia a ellos en registros u otros documentos

### **3.9 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO**

Los datos resultantes deben ser registrados de tal manera que se pueden detectar tendencias.

Los resultados obtenidos deberán registrarse en tablas, para luego realizar un análisis de los mismos, para que se pueda detectar tendencias, para ello se emplearán técnicas estadísticas.

### **3.10 INFORME DE RESULTADOS**

Los resultados de cada ensayo o serie de ensayos realizados en el laboratorio, deben ser informados con exactitud, de manera clara, y objetiva.

Los informes de ensayo deben tener una identificación clara del laboratorio y del usuario, y el objeto del trabajo. Las fechas de los distintos

trabajos que se realicen. Las personas que han participado. Las condiciones bajo las cuales se realizaron los trabajos.

### **3.11 PROCESO ADMINISTRATIVO**

La norma ISO 17025 establece una serie de requisitos que deben cumplir las entidades que realicen ensayos, incluyendo el muestreo.

- Organización
- Sistema de Gestión de la Calidad.
- Control de los Documentos
- Adquisición de servicios y suministros
- Servicio al Cliente
- Reclamos
- Control de Trabajos de Ensayo No-Conforme
- Acciones Correctivas
- Acciones Preventivas
- Control de Registros
- Revisión por la Dirección

#### **Organización**

Se debe definir la responsabilidad del laboratorio así como del personal clave en las tareas de ensayo. El personal del laboratorio debe estar libre de presiones que puedan desviar las operaciones y resultados, respetuosas de la confidencialidad de los mismos, así como facilitar la comunicación entre ellos. Contar con un personal directivo de autoridad suficiente para el manejo de la máquina.

#### **Sistema de Gestión de la Calidad.**

El laboratorio posee un sistema de calidad apropiado al alcance de sus actividades para realizar los respectivos ensayos. El laboratorio debe documentar, procedimientos en la medida necesaria para asegurar la calidad de



los resultados de ensayo. La documentación del sistema debe ser comunicada y ser entendida e implementada por el personal que corresponda.

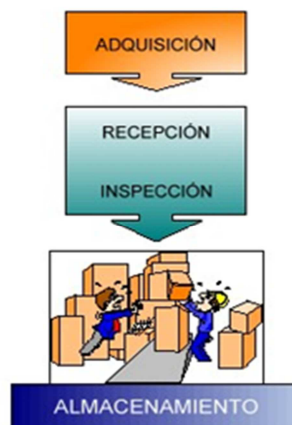
### **Control de los Documentos**

El laboratorio tiene procedimientos para controlar todos los documentos (generados internamente o de fuentes externas).

Los documentos deben ser revisados y, cuando sea necesario, modificados para asegurar la continua adecuación y cumplimiento con los requisitos aplicables; Los cambios efectuados en los documentos deben ser revisados y aprobados por el mismo que efectuó la revisión y aprobación original, a menos que se especifique otra cosa.

### **Adquisición de servicios y suministros**

Se cuenta con procedimientos para las compras, registrándose la documentación desde las órdenes de compra.



**Figura 3.9** Adquisición de servicios y suministros

Se debe establecer el modo de organizar las compras y las operaciones de recepción de los pedidos solicitados, para asegurar que aquello que es solicitado se recibe en condiciones óptimas para ser empleado en las mediciones de los ensayos.

## Servicio al Cliente

El laboratorio debe brindar cooperación a sus usuarios para aclarar las consultas del usuario y para que puedan ver por sí mismos el desempeño del laboratorio en relación con el trabajo ejecutado.

## Reclamos

Reclamar es oponerse a algo de palabra o por escrito, expresando una queja o disconformidad



**Figura 3.10** Esquema de Reclamos

- Los reclamos recibidos deben ser objeto de análisis y se tomarán todas las medidas oportunas para que no vuelvan a suceder.
- Se deben mantener registros de todas las quejas y de las investigaciones y acciones correctivas tomadas por el laboratorio.

## Control de Trabajos de Ensayo No-Conforme

Este requisito se refiere a la necesidad de contar con una metodología para detectar, tratar y resolver las incidencias que se pueda producir en el desarrollo normal de las actividades. Deben adoptarse medidas correctivas

cuando las no conformidades dejan de ser puntuales o cuando el grado de importancia se considera relevante.



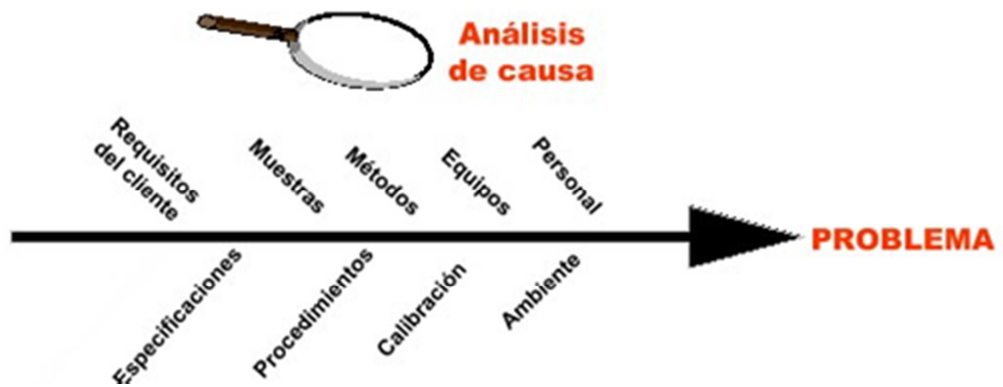
**Figura 3.11** Control de Trabajos de Ensayo No-Conforme

Deben existir responsables para poner en práctica las soluciones. Es responsabilidad de quien detecte la no conformidad, notificar al responsable del proceso para llevar a cabo el presente procedimiento.

- Si el trabajo no conforme afecta el resultado final del ensayo, se debe detener el trabajo, realizar las mejoras a las no conformidades y luego reanudar el trabajo.
- Cuando se corrija el trabajo de ensayo no conforme, se debe someter a una verificación para mostrar su conformidad con los requisitos exigidos.
- Se debe seguir el procedimiento de acciones correctivas, acciones preventivas y de mejora, cuando la evaluación indique que podría volver a ocurrir trabajos no conformes

### **Acciones Correctivas**

Se asignó implementar acciones correctivas cuando se identificó en el trabajo desviaciones con respecto a procedimientos del sistema de calidad o de las operaciones. Los procedimientos deben asegurar que cuando sea necesario, se notifique al usuario la devolución del informe y se defina la responsabilidad para autorizar la reanudación del trabajo.



**Figura 3. 12** Esquema de acciones Correctivas

Cuando la identificación de no conformidades o desviaciones en las medidas cause dudas acerca del cumplimiento de la máquina el laboratorio debe analizar las causas, establecer acciones correctivas, y hacerles el seguimiento respectivo.

En la bomba calorimétrica adiabática, se realizó el cambio de termómetros y balanza para tener una mayor precisión en los datos y disminuir su error en el cálculo del potencial calórico de los combustibles, los termómetros y la balanza tienen las siguientes características:

**Figura 3.13** Termómetro TESTO Compact Series Termopar Termómetro de 2 canales, y capacidad inalámbrica



## Características

- Utiliza termopares K solo tipo
- Tipo de producto: Termómetro Termopar
- Precisión.  $\pm 0,3$  ° F-40to 1652 ° F (-40 a 900 ° C),  $\pm 0.5\%$  del vm (rango restante)
- Resolución: 0,1 ° -58 hasta 1832 ° F (-50 a 1000 ° C), por ejemplo > F (199 ° C), 1,0 ° rango restante
- Temperatura mínima (° F): -58
- Temperatura mínima (° C): -50
- Temperatura máxima (° F): 1832
- Temperatura máxima (° C): 1000
- Intervalo de temperatura: -58 a 1832 ° F (-50 a 1000 ° C)
- Pantalla: LCD de 4 dígitos con luz de fondo
- Cumplimiento con la CE: Sí
- Dimensiones: 2,5 x 7 W en H x 1.5 D
- Indicador de batería baja: Sí
- Duración de la batería: 200 horas
- Alimentación: una pila de 9V
- Marca: Testo
- Modelo: 05609250
- Número de pieza: AO-37486-15
- Cantidad del paquete: CADA

## Descripción

Estos medidores de buena capacidad en la medición y a las ves fiables permiten trabajar en entornos difíciles. La construcción robusta de los termómetros le protege contra golpes. Estos medidores tienen un rango impresionante de sondas opcionales (medidor no vienen con una sonda) que pueden medir la temperatura en cuestión de segundos. Además de las sondas estándar con cable, este medidor se puede actualizar fácilmente en cualquier momento para sondas inalámbricas para utilizar hasta una distancia de 20 metros. Este medidor visualiza simultáneamente los valores de cada sonda y calcula la diferencia de temperatura entre cada sonda conectada.

**Figura 3.14** Balanza Ohaus ABS CL compacto Escala



### **Características**

- Fácil de usar tiene dos botones con intuitiva interfaz hombre-máquina
- La CL ha sido diseñado con una protección superior RF para obtener resultados precisos y estables.
- Carcasa ABS, ABS pan
- Acepta múltiples unidades de pesaje

### **Descripción**

Diseñado para su uso en un laboratorio o en el aula. La balanza Ohaus CL Compact tiene una escala de peso ligero, portátil perfectamente adecuado para uso en aplicaciones de uso industrial. Las aplicaciones pueden incluir el control de calidad, formulación, toma de muestras del suelo

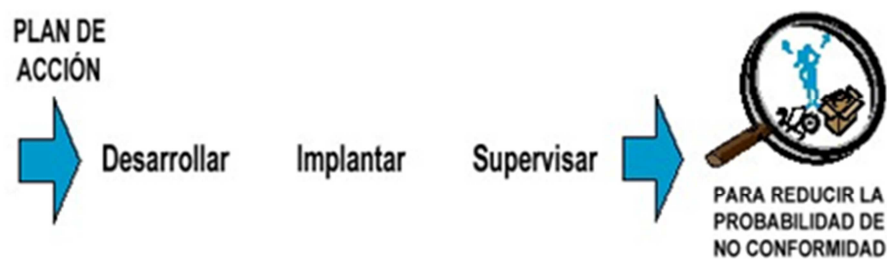
Fácil de usar tiene dos botones con intuitiva interfaz hombre-máquina, tiene una precisión de 0,1 gramos, LCD de alta definición, múltiples unidades de peso y modo de aplicación

La CL ha sido diseñado con una gran plataforma de peso y puede manejar adecuadamente las muestras grandes.

## Acciones Preventivas

Se anticipan a la causa, y pretenden eliminarla antes de su existencia. Evitan los problemas identificando los riesgos. Cualquier acción que disminuya un riesgo es una acción preventiva.

La acción preventiva es un proceso proactivo para identificar oportunidades de mejoramiento más que una reacción a la identificación de problemas o reclamos. Deben incluir el inicio de dichas acciones y la aplicación de controles para asegurar que son efectivas.



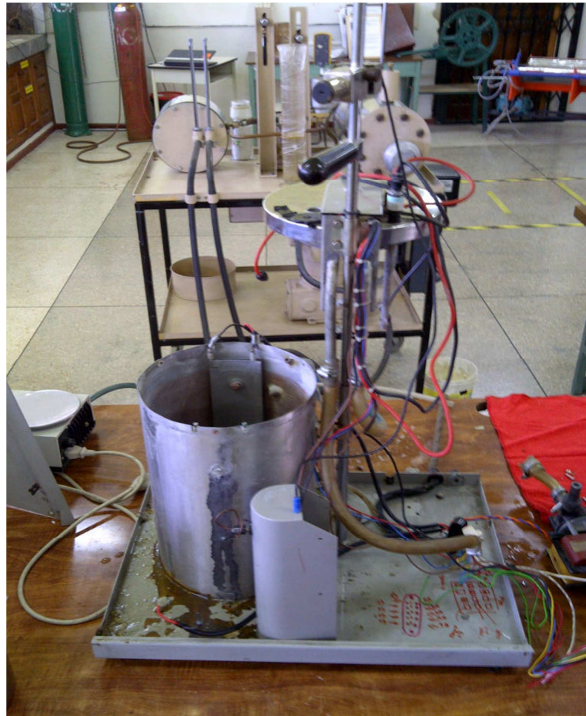
**Figura 3.15** Esquema de Acciones Preventivas

Se realizó acciones preventivas para verificar el estado de la bomba calorimétrica adiabática, con el fin de obtener su óptimo funcionamiento.

### **Reparación, Mantenimiento y funcionamiento de la Bomba Calorimétrica Adiabática**

Se realizó reparaciones y un mantenimiento total en la bomba calorimétrica adiabática, para lograr su óptimo funcionamiento y así lograr el objetivo planteado anteriormente para su certificación.

**Figura 3.16** Análisis de la máquina para ver su estado

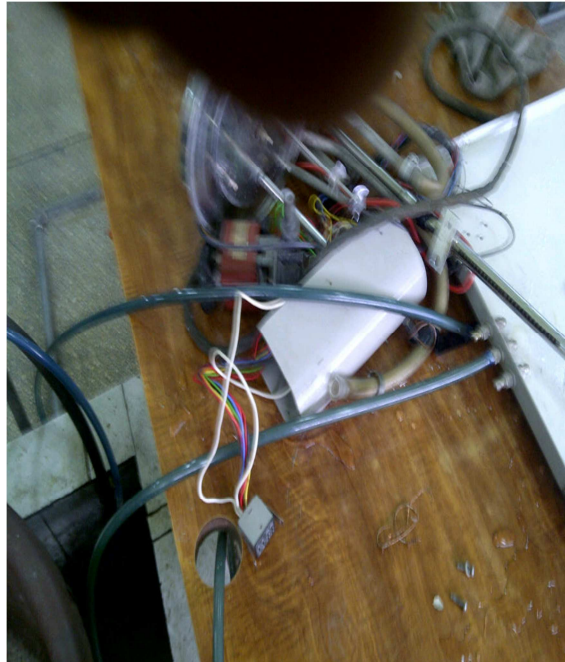


**Figura 3.17** Mantenimiento del tambor de la Bomba Adiabática.





**Figura 3.18** Mantenimiento en el soporte del tambor, donde se encuentra la bomba adiabática y varios componentes de la misma.



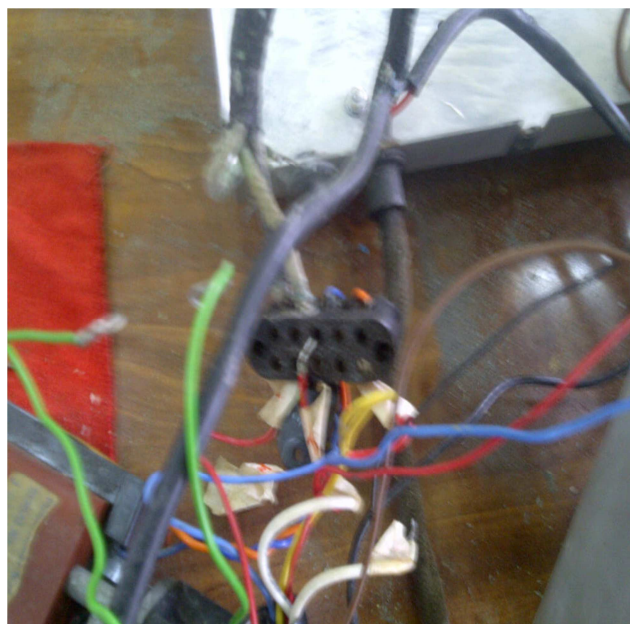
**Figura 3.19** Verificación del mal estado de las mangueras por donde circula el agua de la bomba adiabática



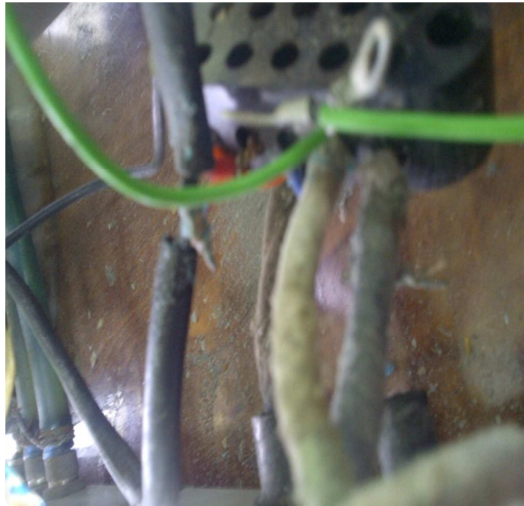
**Figura 3.20** Verificación de la falta de tornillos en el ventilador y otros tornillos que se encontraban oxidados y en malas condiciones.



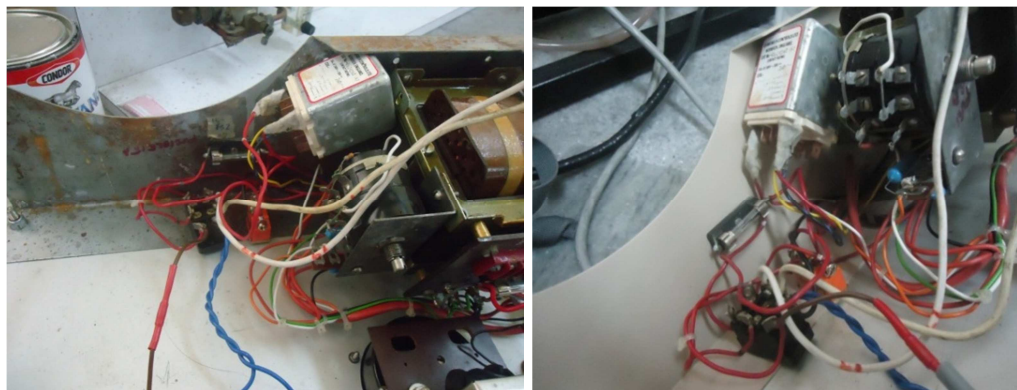
**Figura 3.21** Conexión de cables que se encontraban desconectados, se realizó nuevas conexión teniendo en cuenta el lugar que correspondía cada cable mediante un diagrama realizado con anterioridad.



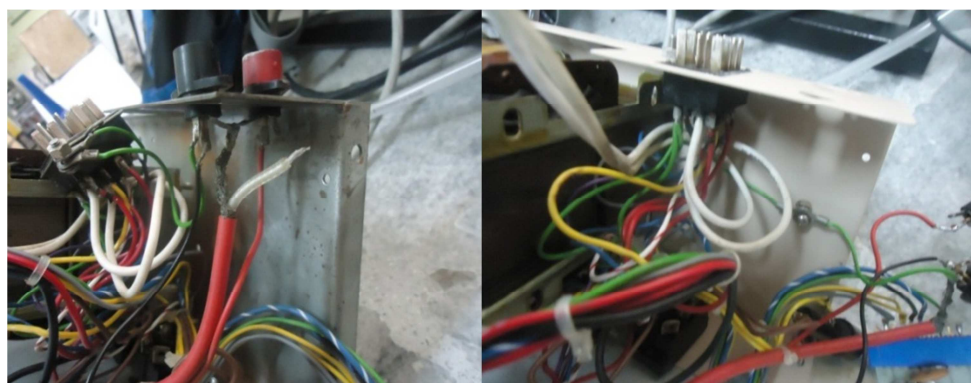
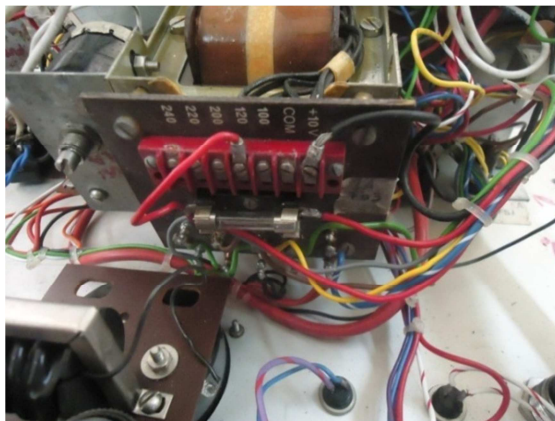
**Figura 3.22** Pésimas condiciones en los cables, que hubiese causado un cortocircuito ocasionando un daño en la bomba, se realizó el cambio de algunos cables deteriorados.



**Figura 3.23** Limpieza en la placa de metal en la cual se encuentran los dispositivos eléctricos de funcionamiento de la Bomba Adiabática ya que se encontraba oxidada y en malas condiciones.



**Figura 3.24** Circuitos desconectados debido al tiempo de uso que tenía la Bomba Adiabática, en algunos casos a su mal uso en las prácticas.



**Figura 3.25** Funcionamiento de la Bomba Adiabática, lo cual no mostró ninguna deficiencia.



## **Identificación de peligros, evaluación de riesgos y control de riesgo**

Las medidas para la gestión en riesgos deberían reflejar el principio de la eliminación del peligro cuando sea posible, seguido por la reducción de riesgos ya sea disminuyendo la probabilidad de ocurrencia o la severidad potencial de lesiones o daños, o la adopción de elementos de protección personal (**EPP**) como último recurso.

Se entiende como riesgo mecánico aquellos ocasionados con el uso de máquinas y herramientas mecánicas, los riesgos con las máquinas y las lesiones ocasionadas por las mismas se deben en general a una falta de comprensión de los riesgos que estas presentan.

### **Riesgos Eléctricos.**

La mayoría de las personas piensan que los bajos voltajes no les afectan, lo cual es erróneo ya que la gravedad de la descarga eléctrica no solo depende del voltaje sino que de los siguientes factores:

- La cantidad de corriente que circule por el cuerpo depende de las diferencias de resistencia que presente el cuerpo humano, por lo cual a menor resistencia la acción de la corriente en amperios será mayor.
- El camino que recorre la corriente que circula por el cuerpo, la misma que ocasiona daños en tejidos vivos.
- Duración de la permanencia del cuerpo formando un circuito, mientras mayor sea el tiempo de permanencia mayor será el daño.

Refiriéndonos al efecto fisiológico del choque eléctrico que depende más de la corriente (amperios) que pasa por el cuerpo, que del voltaje, por lo cual cualquier corriente superior a 10 miliamperios (0.1 amp.) puede causar contracciones musculares dolorosas y que en corrientes de 0.05 a 0.1 amp. Según el recorrido ha causado la muerte instantánea.

**Tabla 3.2** Efecto del choque de corriente dependiendo del amperaje.

<b>EFEECTO</b>	<b>RANGO DE CORRIENTE (amp.)</b>
Sensación mediana Umbral de percepción.	0.001 hasta 0.01
Dificultades respiratorias. Parálisis muscular Parálisis parcial Dolor.	0.01 hasta 0.1
Muerte	0.1 hasta 0.2
Quemaduras severas Paro respiratorio.	0.2 hasta 1.0

Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico, MARKS

### **Normas de Seguridad a seguir con instalaciones eléctricas.**

Las normas de seguridad son las siguientes:

- Si cae una herramienta metálica tener precaución al retirarla.
- Cuando se trabaje en tableros o breakers asegurarse que no restablezcan la energía accidentalmente.
- Nunca toque un equipo eléctrico estando parado sobre pisos metálicos, concreto húmedo u otra superficie conductoras
- No manejar equipos eléctricos con ropas o zapatos húmedos.
- Utilice personal autorizado e instrumentos apropiados para probar circuitos eléctricos.
- Use equipo de protección o herramientas aisladas al trabajar cerca de circuitos eléctricos.

- No cambiar fusibles de los equipos sin saber de qué capacidad son.

### **Normas para Control y Almacenamiento de Químicos.**

Es importante describir las actividades relacionadas con la recepción, revisión, almacenamiento y consumo o salida de los químicos y reactivos de los anaqueles del Laboratorio.

- Cuando lleguen los químicos y reactivos el encargado por el laboratorio de receptorlos deberá cotejar su contenido con el de la relación que lo acompaña.
- Cada químico o reactivo deberá ser etiquetado con su fecha de recepción antes de ser colocado en los anaqueles.
- Cada químico deberán almacenarse en un lugar asignado, el cual debe no tener una humedad superior al 80%, la temperatura puede ser variable ya que depende de las especificaciones técnicas del químico, hay que evitar mezclarlos, cada tipo tendrá su espacio que estará asignados por números.
- Dado que lo químicos y reactivo tienen fechas de caducidad hay que cumplir “entra primero, sale primero”, las remesas recientes deben colocarse detrás de las existente respectivamente.
- Los químicos almacenados deben mantenerse siempre limpios y ordenados

### **Control de Registros**

La Laboratorio cuenta y maneja procedimientos para identificar, recolectar, ordenar, archivar, almacenar y mantener un sistema de registros, en forma segura y confidencial.

Control de registros de protocolo, es un documento que especifica los resultados obtenidos o que comprueba que ciertas actividades fueron realizadas (en cualquier medio: documento escrito o copia electrónica)

Cada error debe ser tachado y no borrado y el valor correcto debe ser anotado a su lado. Todas las modificaciones de protocolos deben ser firmadas o rubricadas por la persona que hace las correcciones, en este caso el laboratorista.

### Revisión por la Dirección

Ello debe estar acompañado por una revisión periódica por parte de la dirección ejecutiva del mismo en este caso es el jefe del laboratorio.



**Figura 3.26** Esquema de la revisión por la dirección

La gerencia ejecutiva del laboratorio debe efectuar revisiones periódicamente con el fin de que no existan problemas en el funcionamiento de la máquina, de acuerdo con un procedimiento predeterminado, una revisión del sistema de calidad del laboratorio y de las actividades de ensayo o calibración que se están realizando a fin de asegurar que continúan siendo apropiadas y efectivas e introducir cualquier cambio o mejoramiento necesario.

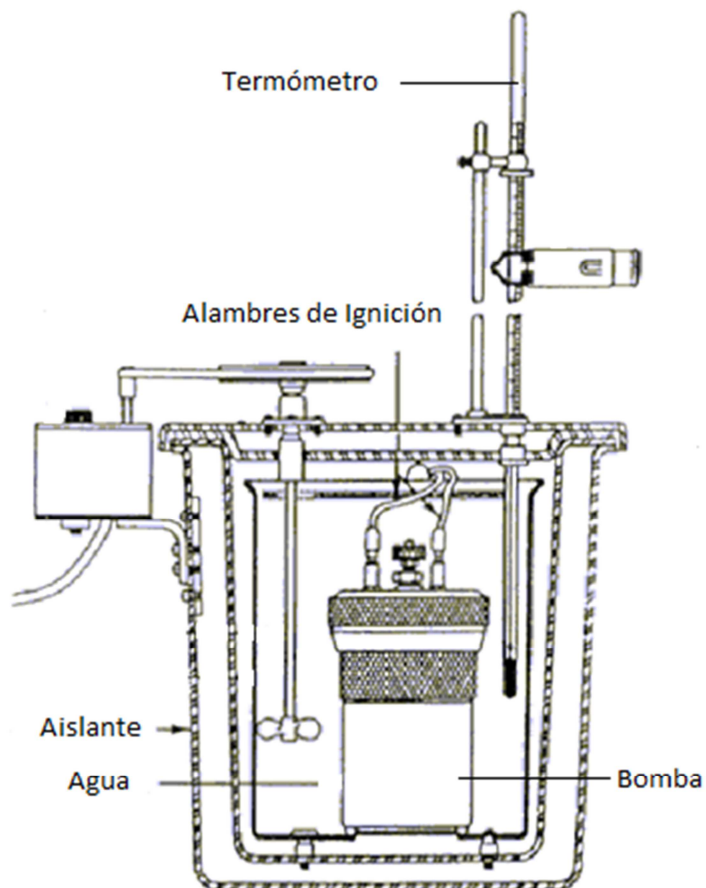
El equipo como es este caso la bomba calorimétrica adiabática, debe ser calibrado en un período típico, es una vez cada 12 meses.



## CAPITULO 4

### ENSAMBLAJE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

#### 4.1 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO



**Figura 4.1** Esquema de la Bomba Adiabática

Una bomba calorimétrica es un recipiente de paredes metálicas resistentes, que se puede cerrar herméticamente, y donde se introduce una muestra de masa conocida de la sustancia, mezclada con oxígeno a una presión de varios psi, después de eliminar el aire, para garantizar la total combustión de la muestra. La bomba va instalada en un calorímetro de agua, perfectamente termostático, y la combustión se inicia mediante ignición con un conductor eléctrico en cortocircuito. El calor desprendido se mide por la elevación de la temperatura del agua del calorímetro, tras realizar los ajustes necesarios para relacionar esta variación de temperatura con el calor desprendido en el proceso.

El potencial calorífico se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Valor calórico de la Muestra} = \frac{\text{Energía total Liberada}}{\text{Peso del Combustible}}$$

**Fórmula (4.1)**

En donde:

$$\text{Energía total liberada} = \text{Elevación de T} * \text{Capacidad calorica del aparato}$$

**Fórmula (4.2)**

$$\text{Capacidad Calórica total del aparato} = \frac{\text{Valor Calórico del Acido Benzoico}}{\text{Peso del Combustible}}$$

**Fórmula (4.3)**

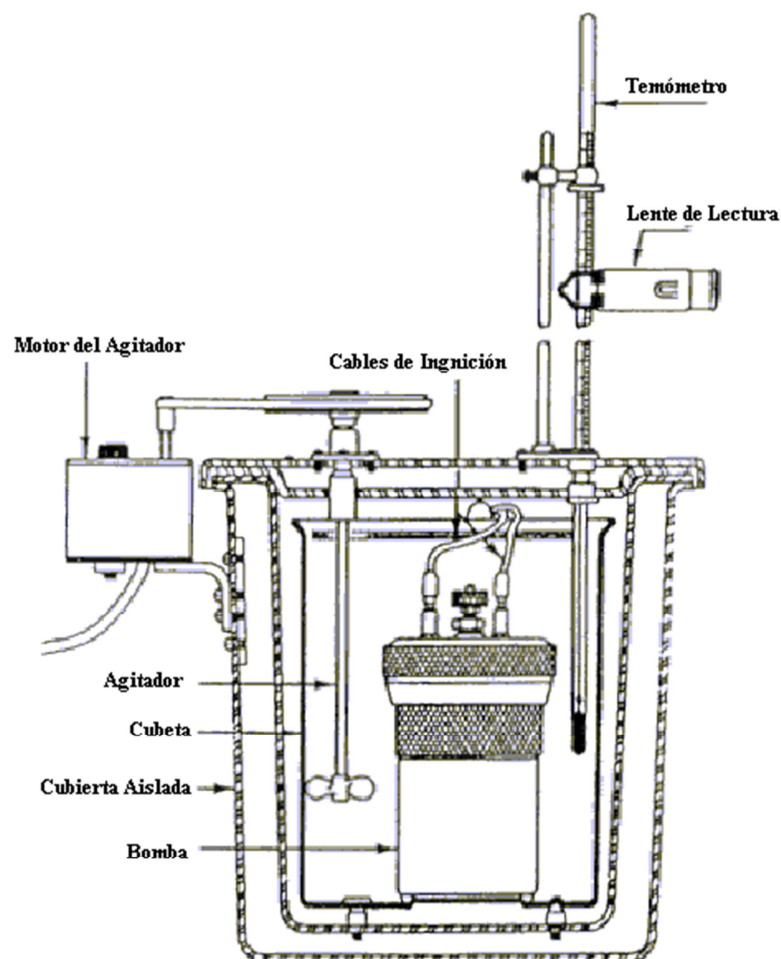
#### **Funcionamiento del esquema interno de la bomba adiabática.**

- **Termómetro principal.-** Mide la temperatura del agua que rodea al calorímetro.
- **Termómetro secundario.-** Este permite conocer la temperatura del agua que se encuentra en la camisa interna de la bomba.
- **Resistencia y termistor.-** La bomba esta provista de un circuito interno que permite que al cerrar el circuito los termistores se enciendan y ayuden a nivelar la temperaturas de los dos termómetros.
- **Camisa.-** está compuesta o hecha en acero inoxidable y su principio es contener agua a 21 °C
- **Paredes externas de la bomba.-** Estas paredes están fabricadas de acero inoxidable, y el momento de realizarse el cierre hermético del recipiente interno y la tapa que contiene a los termómetros, ayuda a que se produzca el nivelamiento adecuado de la temperatura del sistema.
- **Carcasa metálica.-** la carcasa metálica está hecha de acero inoxidable, sobre su panel frontal se ubican los mandos de encendido, cierre del circuito, y termistor.

- **Calorímetro.-** este es un vaso hermético de acero en donde se realiza la combustión tanto de la pastilla de ácido benzoico y los combustibles, tiene en su tapa dos conectores eléctricos, los cuales al cerrarse el circuito ayudan a transmitir la corriente eléctrica. En su parte interna está el porta muestra, donde se montan el alambre de conducción eléctrica y el hilo que al entran en contacto con el oxígeno y la corriente, se produce la combustión de las muestras.

## 4.2 ASPECTOS BÁSICOS DE ENSAMBLAJE

Los aspectos básicos de ensamblaje de la bomba calorimétrica adiabática es el siguiente:



**Figura 4.2** Esquema de las partes de la bomba adiabática

- Acondicionar la máquina, preparando una pastilla de Ácido Benzoico en condiciones normales, es decir, su peso exacto de 1 gramo.
- Preparar la balanza digital, poniéndola en funcionamiento y colocando 1 gramo de Acido Benzoico.
- Preparar el porta muestra, limpiándolo de cualquier impureza, e introducir la pastilla antes preparada.
- Colocar 1 gr. de ácido en la prensa y elaborar la pastilla.
- Montar la pastilla en el porta muestra del calorímetro.
- Colgar un pedazo de piola en el alambre, el cual debe topar la pastilla o la muestra que vaya a ser experimentada.
- Colocar alambre entre los dos terminales de los termistores de la tapa del cilindro de la bomba adiabática, para cerrar el circuito de la resistencia.
- Procedemos a limpiar el cilindro adiabático para colocar una gota de agua.
- Cerramos la bomba adiabática de ser posible de forma hermética
- Inyectamos 15 psi de oxígeno durante 40 segundos en el cilindro
- Introducimos el vaso calorimétrico en un recipiente porta muestras con agua el cual debe estar a 21°C de forma exacta, de manera que se cubra la tapa del cilindro.
- Introducimos el recipiente en una camisa que contiene agua destilada con bicarbonato. Entre el balde y la camisa queda un espacio pequeño, el cual debe ser llenado con agua a 21°C.
- Colocamos dos termómetros, el primero va a la camisa de agua destilada. El segundo internamente, es decir, sumergido en el recipiente.
- Encendemos la máquina: calentador y ventilador.
- Esperamos que las temperaturas de los 2 termómetros se nivelen
- Cerramos el circuito el cual hace que se realice la combustión en el vaso calorimétrico.
- Cuando la temperatura llega a su punto más alto y comienza a bajar, procedemos a la toma de datos de las muestras.
- Aplicando el mismo procedimiento iniciamos el estudio del potencial calórico de la gasolina extra, súper y el diesel, pero en vez del ácido benzoico, colocamos la muestra de los combustibles.

- Realizamos la construcción de la tabla de muestras, especificando nombres de gasolineras, tipos de combustibles (Diesel, Súper, Extra), su temperatura inicial, temperatura final, peso en gramos, y su potencial Calorífico.

### **4.3 ASPECTOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO**

La bomba calorimétrica es un dispositivo utilizado para determinar el potencial calorífico de un combustible cuando éste se quema a volumen constante, introduciendo cierta cantidad de combustible y oxígeno (presurizado) al interior de una bomba de oxígeno con el fin de propiciar la combustión.

La bomba se coloca en el interior de un recipiente que contiene agua, de tal forma que ésta reciba el calor que libera el combustible. El proceso se realiza al interior de una camisa adiabática (para evitar flujo del calor hacia los alrededores).

A continuación se explica de manera resumida su funcionamiento. El combustible cuyo potencial calorífico se desea determinar se coloca en un crisol para combustible (si el combustible es sólido, deberá colocarse en forma de pastilla) dentro de la bomba calorimétrica. Adicionalmente se agrega el oxígeno necesario para la combustión.

La bomba calorimétrica se rodea de una camisa de agua que absorberá el calor liberado por el combustible. Todo esto se realiza dentro de una camisa adiabática para evitar fuga de calor que afecte el proceso. Sin embargo, el calor que absorbe el agua no es el potencial calorífico del combustible, debido a diversos factores, entre los cuales pueden nombrarse: absorción de calor por la propia bomba, liberación de calor del alambre que provoca el encendido del combustible, liberación de calor por la formación de ácido nítrico y sulfúrico, entre otros.

En resumen el calor transferido al agua es diferente al potencial calorífico del combustible debido a múltiples factores que se deben tener en cuenta al momento de los cálculos y se destacan:

- El calor liberado por el alambre de ignición.
- El calor absorbido por la bomba.

#### **4.4 PRUEBAS REALIZADAS POR MUESTREO.**

##### **4.4.1 TOMA DE DATOS (PRE CERTIFICACIÓN)**

##### **BOMBA CALORIMÉTRICA ADIABÁTICA**

**Fecha:**

- **2013-01-17**

**Instrumentos:**

- Balanza
- Termómetros
- Termocuplas tipo k
- Calorímetro
- Pastillas de ácido Benzoico

**Condiciones ambientales**

- Temperatura( $20 \pm 5$ )°C
- Presión Atmosférica(733 a 1010) hPa
- Humedad rel( $55 \pm 10$ )%

Los datos a tomar son los siguientes:

**Tabla 4.1** Tabulación de datos de los combustibles: gasolina extra, gasolina súper, y el diesel de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel

<b>ÁCIDO BENZOICO.</b>			
<b>1</b>	Valor Calorífico del Ácido Benzoico	<b>J/gr</b>	
<b>2</b>	Peso del Ácido Benzoico quemado	<b>gr</b>	
<b>3</b>	Energía Liberada por el Ácido, ( 1 x 2 )	<b>J</b>	
<b>4</b>	Temperatura Inicial	<b>°C</b>	
<b>5</b>	Temperatura Final	<b>°C</b>	
<b>6</b>	Elevación de Temperatura, ( 5 - 4 )	<b>°C</b>	
<b>7</b>	Capacidad Calorífica Total del aparato, ( 3 / 6 )	<b>J/°C</b>	
	<b>MUESTRA DE COMBUSTIBLE:</b>		
<b>8</b>	Peso del porta muestra	<b>gr</b>	
<b>9</b>	Peso del porta muestra más Combustible	<b>gr</b>	
<b>10</b>	Peso del combustible, ( 9 - 8 )	<b>gr</b>	
<b>11</b>	Temperatura Inicial	<b>°C</b>	
<b>12</b>	Temperatura Final	<b>°C</b>	
<b>13</b>	Elevación de la Temperatura, (12-11 )	<b>°C</b>	
<b>14</b>	Energía Total Liberada, (13x7 )	<b>J</b>	
<b>15</b>	Valor Calorífico de la Muestra, ( 14 / 10 )	<b>J/gr</b>	

## 4.4.2 TABULACIÓN DE DATOS

### BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA

#### Tabla de Valores Teóricos

Anexo A

#### Acido benzoico

Anexo B

#### Gasolinera Puma

Anexo C

#### Gasolinera Petrocomercial

Anexo D

#### Gasolinera Terpel

Anexo E



#### 4.4.3 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se los ha realizado para determinar la exactitud y precisión de los equipos calibrados, ya que el método utilizado es un método de comparación con patrones certificados para minimizar todo tipo de incertidumbre y errores en el método.

**Tabla 4.2 Promedio de datos obtenidos del Ácido benzoico**

<b>Número de Muestras</b>  <b>75</b>	<b>Valor calorífico Promedio</b>	26454
	<b>Peso Promedio</b>	1
	<b>Energía liberada Promedio</b>	26454
	<b>Temperatura inicial Promedio</b>	20.2266
	<b>Temperatura final Promedio</b>	23.5466
	<b>Capacidad Calórica Promedio</b>	8280.97

De la **tabla 4.2** mostrada se puede concluir lo siguiente:

Existe una variación en los datos obtenidos, debido a que se prepararon las pastillas de ácido benzoico con anterioridad y estuvieron expuestas a la temperatura ambiente, puede ser una de las causas, junto con su peso la variación en los resultados.

#### **Poder Calórico**

El potencial calórico de las muestras obtenidas de las diferentes comercializadoras se puede observar:

**Tabla 4.3** Poder Calórico Comercializadora Puma

<b>PC Súper</b>	65127.03897 J/gr
<b>PC Extra</b>	43264.39184 J/gr
<b>PC Diesel</b>	30101.91026 J/gr

**Tabla 4.4** Poder Calórico Comercializadora Puma Petrocomercial

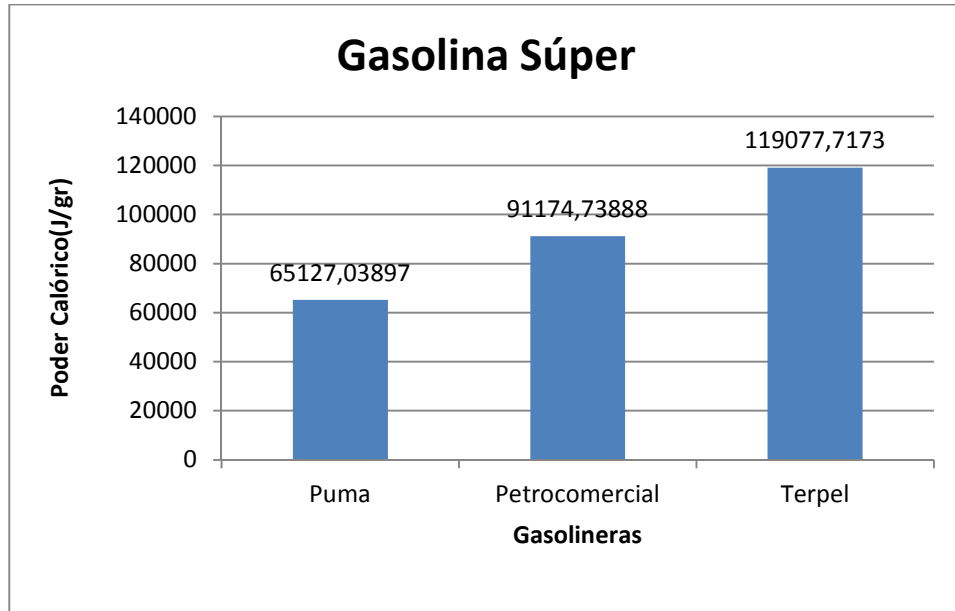
<b>PC Súper</b>	91174.73888 J/gr
<b>PC Extra</b>	46250.69091 J/gr
<b>PC Diesel</b>	39552.75589 J/gr

**Tabla 4.5** Poder Calórico Comercializadora Terpel

<b>PC Súper</b>	119077.7173 J/gr
<b>PC Extra</b>	55530.11796 J/gr
<b>PC Diesel</b>	53141.40937 J/gr

De los datos obtenidos en la investigación realizada a las 75 muestras por comercializadora se obtuvieron los siguientes gráficos del potencial Calórico:

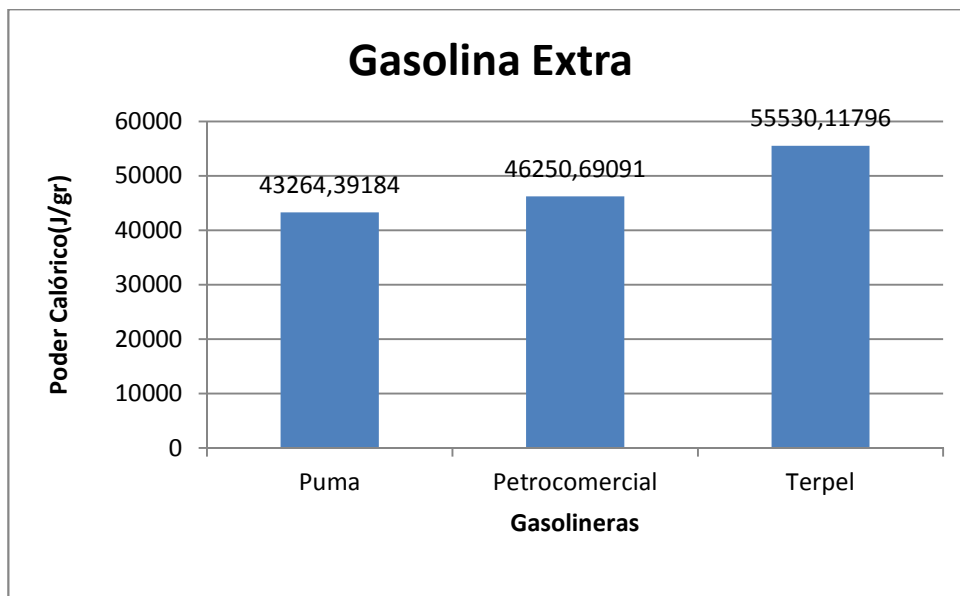
**Gráfico 4.1** Poder Calórico de la Gasolina Súper de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel



**Análisis del gráfico 4.1**

Se puede observar que existe un menor porcentaje de potencial calórico en la comercializadora Puma, pero está por encima del valor teórico que es 40.6 (KJ/Kg). Lo que significa que existe un mejor desarrollo del motor para las 3 comercializadoras.

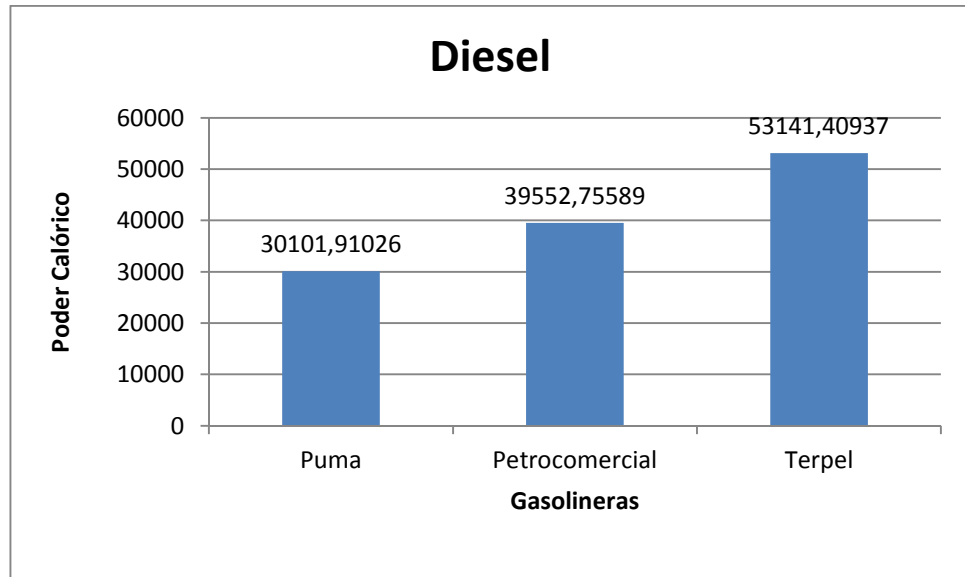
**Gráfico 4.2** Poder Calórico de la Gasolina Extra de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel



**Análisis del gráfico 4.2**

Se puede observar que existe también para esta gasolina un menor porcentaje de potencial calórico en la comercializadora puma, pero está por encima del valor teórico que es 39.87 (KJ/Kg) lo que significa que existe una buena combustión en el desarrollo del motor.

**Gráfico 4.3** Poder Calórico del Diesel de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel



**Análisis Grafico 4.3**

Se puede observar que existe para el diesel un menor porcentaje de potencial calórico en la comercializadora puma lo que también aporta de una manera positiva al motor porque su valor también se encuentra por encima del valor teórico.

**Tabla 4.6 Poder Calórica Teórico (kJ/Kg)**

DATOS TEÓRICOS		
EXTRA	KJ/Kg	39.874
SÚPER	KJ/Kg	40.6
DIESEL	KJ/Kg	19.63

Fuente: Laboratorios de hidrocarburos de Petroproducción.

En función de la **Tabla 4.6** se realizó el cálculo del error porcentual.

**Determinación del error Porcentual**

Se realizó el cálculo del error porcentual promedio, mediante los resultados que se obtuvo del potencial calórico de las 75 muestras, para lo cual

se tomaron los 3 primeros valores de la comercializadora Puma, de la gasolina Súper para realizar el siguiente ejemplo de cálculo:

$$\% \text{ error} = \frac{\text{V. Experimental} - \text{V. teórico}}{\text{V. Teórico}} \times 100$$

$$\% \text{ error} = \frac{40081.8182 \left( \frac{\text{J}}{\text{gr}} \right) - 40.6 \left( \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right)}{40.6} \times 100 = 9.8623$$

$$\% \text{ error} = \frac{40256.087 \left( \frac{\text{J}}{\text{gr}} \right) - 40.6 \left( \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right)}{40.6} \times 100 = 9.8086$$

$$\% \text{ error} = \frac{66135 \left( \frac{\text{J}}{\text{gr}} \right) - 40.6 \left( \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right)}{40.6} \times 100 = 16.2794$$

## TABULACION DE DATOS

**Tabla 4.7** Error Porcentual Comercializadora Puma

<b>Gasolinera Puma</b>		<b>Error (%)</b>
	<b>Gasolina Súper</b>	16.03127856
	<b>Gasolina Extra</b>	10.84027633
	<b>Diesel</b>	15.32464608

**Tabla 4.8** Error Porcentual Comercializadora Petrocomercial

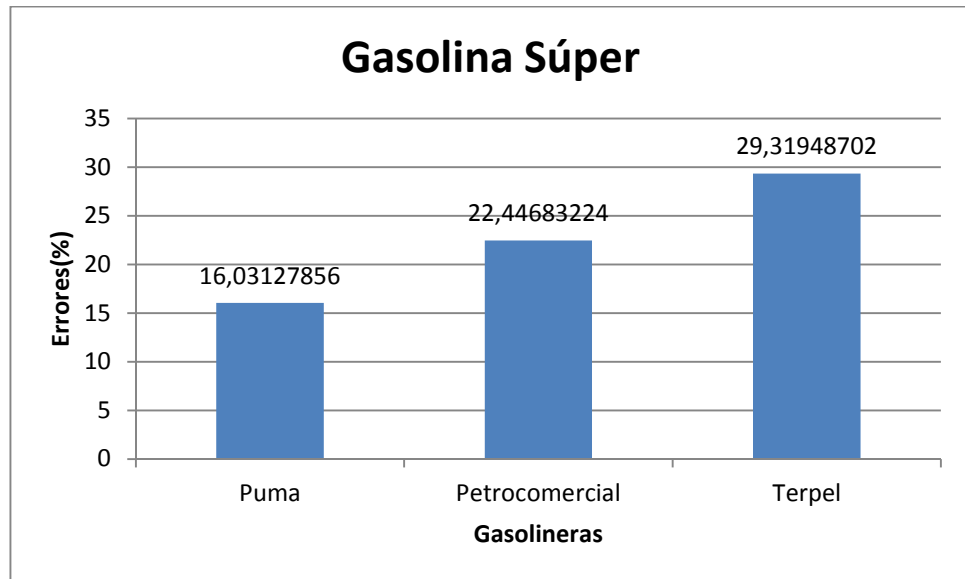
<b>Gasolinera Petrocomercial</b>		<b>Error (%)</b>
	<b>Gasolina Súper</b>	22.44683224
	<b>Gasolina Extra</b>	11.58921024
	<b>Diesel</b>	20.13913698

**Tabla 4.9** Error Porcentual Comercializadora Terpel

<b>Gasolinera Terpel</b>		<b>Error (%)</b>
	<b>Gasolina Súper</b>	29.31948702
	<b>Gasolina Extra</b>	13.86762388
	<b>Diesel</b>	27.06152795

De los datos obtenidos en la investigación realizada a las 75 muestras por comercializadoras se realizaron los siguientes gráficos del error porcentual:

**Gráfico 4.4** Error de la Gasolina Súper de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel

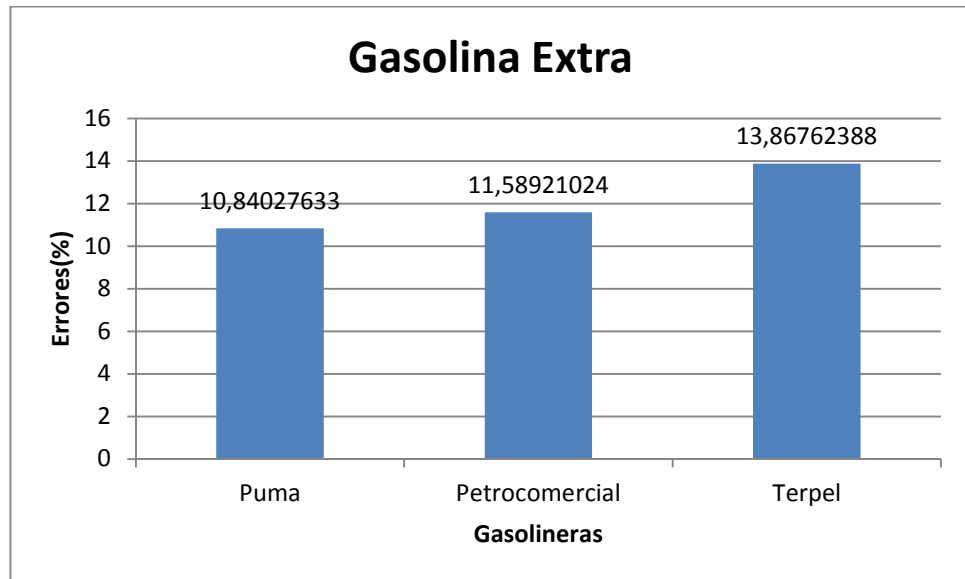


**Análisis del grafico 4.4**

Se puede observar que existe un menor porcentaje de error en la comercializadora puma, lo que pudo existir para las dos comercializadoras, humedad en el ácido benzoico al momento de la calibración de la máquina para la toma de datos del potencial calórico, lo cual implica que exista un mayor error.



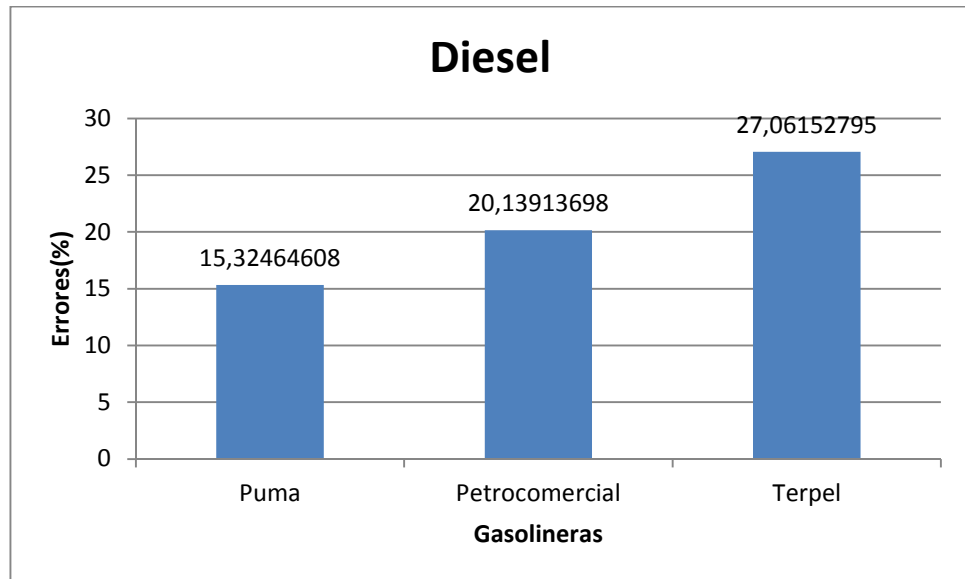
**Gráfico 4.5** Error de la Gasolina Extra de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel



**Análisis del grafico 4.5**

Se puede apreciar en la comercializadora puma un menor porcentaje de error, el factor que pudo causar es el octanaje de la gasolina ya que los datos teóricos obtenidos son para 72 octanos, varias de las comercializadoras no cumplen con esta norma, actualmente encontramos de 72, 82 octanos y diferentes variaciones.

**Gráfico 4.6** Error del diesel de las comercializadoras Puma, Petrocomercial y Terpel.



**Análisis del grafico 4.6**

Como se puede apreciar y como se explicó en los 2 análisis anteriores la causa del error pudo ser por diferentes factores como son la humedad del ácido benzoico y el octanaje de la gasolina extra en la toma de los datos.

## 4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

**Tabla 4.10** Poder Calórico y error porcentual del ácido benzoico.

<b>Acido Benzoico</b>	<b>Poder Calórico</b>
1	4008.181818
2	5750.869565
3	11022.5
4	11022.5
5	11022.5
6	11022.5
7	11022.5
8	11022.5
9	11022.5
10	11022.5
11	11022.5
12	11022.5
13	11022.5
14	11022.5
15	11022.5
16	11022.5
17	5750.869565
18	6783.076923
19	6452.195122
20	11022.5
21	11022.5
22	6452.195122
23	6613.5
24	11022.5
25	11022.5
26	6613.5

27	6452.195122
28	6613.5
29	6452.195122
30	6783.076923
31	6452.195122
32	10581.6
33	11022.5
34	10581.6
35	6298.571429
36	6613.5
37	8533.548387
38	6783.076923
39	6783.076923
40	9122.068966
41	7558.285714
42	6012.272727
43	6613.5
44	6961.578947
45	6783.076923
46	6783.076923
47	6613.5
48	6783.076923
49	6783.076923
50	7558.285714
51	7149.72973
52	6012.272727
53	6783.076923
54	6783.076923
55	6783.076923
56	6613.5
57	6613.5
58	6613.5
59	6961.578947

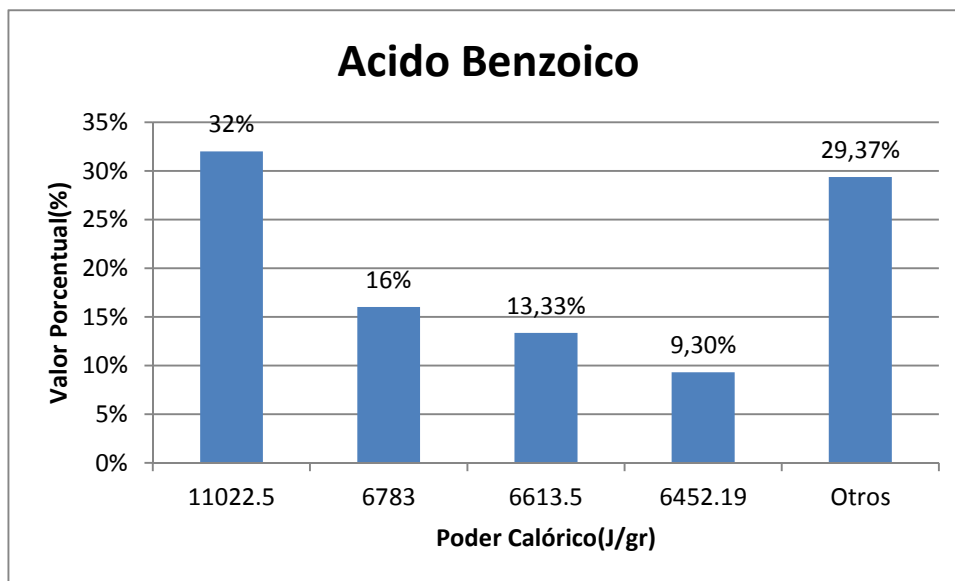
60	6452.195122
61	11022.5
62	11022.5
63	10174.61538
64	7780.588235
65	6783.076923
66	6613.5
67	6961.578947
68	11022.5
69	6613.5
70	6452.195122
71	7780.588235
72	8533.548387
73	11022.5
74	11022.5
75	7149.72973

<b>Media</b>	<b>8280.970028</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>2114.688227</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.255367212</b>

**Tabla 4.11** Resumen de los datos de la tabla 4.10

<b>Valores Similares Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
11022.5	32%
6783	16%
6613.5	13.33%
6452.19	9.30%
Otros	29.37%

**Gráfico 4.7** Poder Calórico del Ácido Benzoico.



Como se puede apreciar en el **grafico 4.7** el valor del potencial calórico que más valores similares que se obtuvo en las muestras es el 11022.5 correspondiente al 32%

### **GASOLINERA PUMA**

**Tabla 4. 12** Poder Calórico y error porcentual de la gasolina Súper;  
Comercializadora PUMA

<b>Gasolina Súper</b>	<b>Poder calórico</b>	<b>Error</b>
1	40081.81818	9.86236901
2	40256.08696	9.908691369
3	66135	16.27940887
4	77157.5	18.99431034
5	78535.3125	19.33367303
6	71646.25	17.63685961
7	78535.3125	19.33367303
8	71646.25	17.63685961
9	73024.0625	17.97622229
10	74401.875	18.31558498
11	71646.25	17.63685961
12	77157.5	18.99431034
13	66135	16.27940887
14	77157.5	18.99431034
15	78535.3125	19.33367303
16	71646.25	17.63685961
17	40974.94565	10.08235115
18	44090	10.84960591
19	42745.79268	10.51852037
20	74401.875	18.31558498
21	78535.3125	19.33367303
22	41939.26829	10.31986904
23	47121.1875	11.59620382
24	71646.25	17.63685961
25	73024.0625	17.97622229

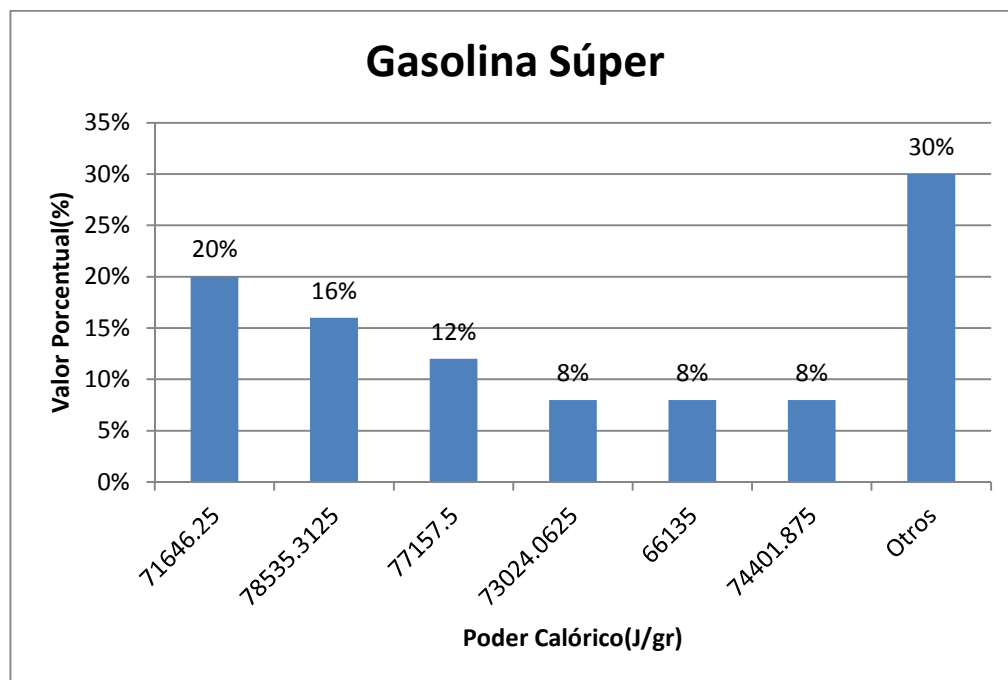
<b>Media</b>	<b>65127.03897</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>14859.2541</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.228157987</b>
<b>Error</b>	<b>16.03127856</b>

**Tabla 4.13** Resumen de los Datos de la Tabla 4.12

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
71646.25	20%
78535.3125	16%
77157.5	12%
73024.0625	8%
66135	8%
74401.875	8%
Otros	30%



**Gráfico 4.8** Poder Calórico de la Gasolina Súper; Comercializadora PUMA



**Análisis del grafico 4.8**

El 20% de las muestras que presentan el Potencial Calórico es del 716446.(J/gr).Se tiene que el potencial calórico teórico es del 40.6 (KJ/Kg) por lo que con el valor experimental obtenido se puede concluir que esta gasolina aporta positivamente a la potencia del motor.

**Tabla 4.14** Poder Calórico y error porcentual de la gasolina Extra;  
Comercializadora PUMA

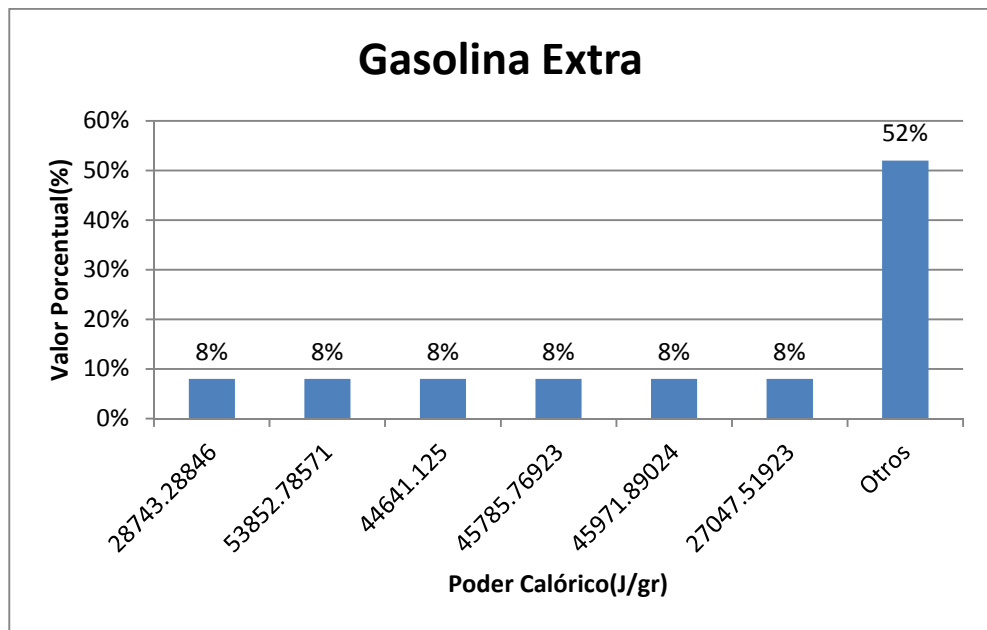
<b>Gasolina Extra</b>	<b>Poder Calórico</b>	<b>Error</b>
1	28024.70625	7.018315757
2	25728.12805	6.442356937
3	44641.125	11.18554722
4	45971.89024	11.51928982
5	45785.76923	11.47261254
6	45971.89024	11.51928982
7	44839.53	11.23530521
8	43952.21875	11.01277643
9	71425.8	17.90287556
10	44877.32143	11.24478292
11	44641.125	11.18554722
12	60801.53226	15.23841557
13	28743.28846	7.198528982
14	27047.51923	6.773247036
15	61573.96552	15.4321341
16	53852.78571	13.49573951
17	40582.84091	10.1677702
18	47121.1875	11.80752207
19	29499.69079	7.388227113
20	27047.51923	6.773247036
21	45785.76923	11.47261254
22	53852.78571	13.49573951
23	48260.67568	12.0932943
24	42837.44318	10.73320188
25	28743.28846	7.198528982

<b>Media</b>	<b>43264.39184</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>11938.99812</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.275954373</b>
<b>Error</b>	<b>10.84027633</b>

**Tabla 4.15** Resumen de los Datos de la Tabla 4.14

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
28743.28846	8%
53852.78571	8%
44641.125	8%
45785.76923	8%
45971.89024	8%
27047.51923	8%
Otros	52%

**Gráfico 4.9** Poder Calórico de la Gasolina Extra; Comercializadora PUMA



**Análisis del grafico 4.9**

Aquí se observa que existe una igual proporción del 8 % en los diferentes datos obtenidos de potencial calórico, lo que significa que existió un error visual ya que la temperatura variaba no permanecía constante en el termómetro en el momento de iniciar la toma de los datos.

**Tabla 4.16** Tabla del Poder Calórico y error porcentual del diesel;  
Comercializadora PUMA

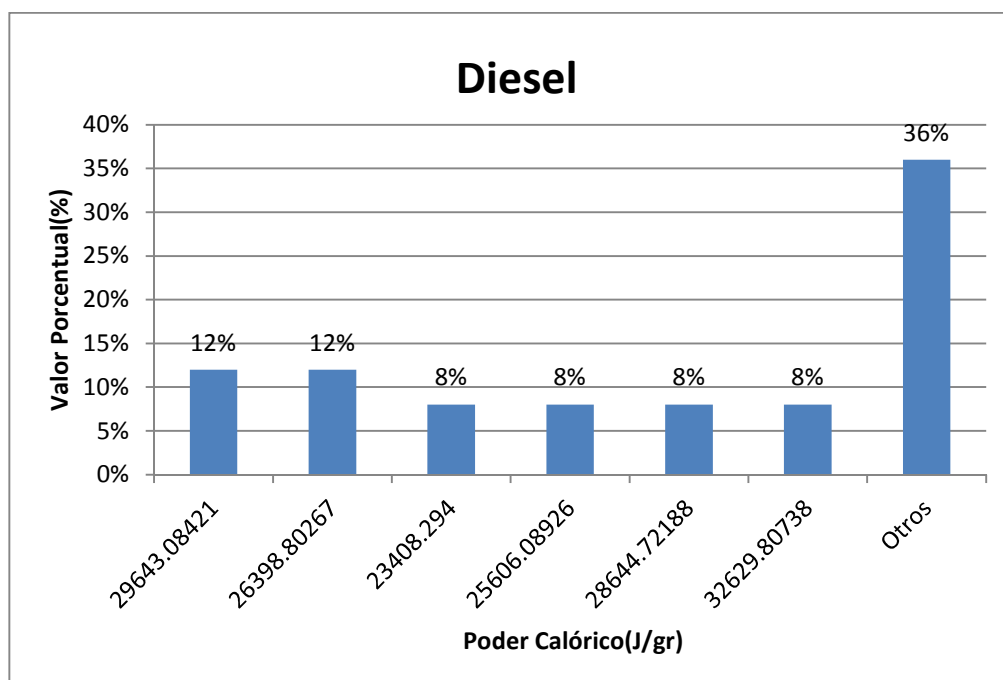
<b>Diesel</b>	<b>Poder calórico</b>	<b>Error</b>
1	27973.2795	14.24026974
2	22696.31925	11.55205769
3	25860.45438	13.16394517
4	25351.72413	12.9047856
5	29675.93125	15.107642
6	26619.3375	13.55053872
7	23147.25	11.7817728
8	23669.338	12.04773714
9	29760.72638	15.1508387
10	44778.90625	22.80146523
11	4713.1875	2.391012481
12	40571.25738	20.65798644
13	32970.20775	16.78582667
14	26284.39625	13.37991149
15	28768.725	14.64548905
16	43401.09375	22.09957399
17	28520.71875	14.51914862
18	26292.67425	13.3841285
19	32289.407	16.43901019
20	39467.6225	20.09576796
21	38992.09375	19.85352203
22	36098.6875	18.37955043
23	31280.025	15.92480642
24	29492.595	15.01424605
25	33871.7985	17.24511895

<b>Media</b>	<b>30101.91026</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>8199.681264</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.272397373</b>
<b>Error</b>	<b>15.32464608</b>

**Tabla 4.17** Resumen de los Datos de la Tabla 4.16

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
29643.08421	12%
26398.80267	12%
23408.294	8%
25606.08926	8%
28644.72188	8%
32629.80738	8%
Otros	36%

**Gráfico 4.10** Poder Calórico del diesel; Comercializadora PUMA



#### **Análisis del grafico 4.10**

Se obtiene que los valores de potencial calórico es de 29643.08421 (J/gr) y 26398.80267 (J/gr) respectivamente tienen un 12% significa que estos valores son los que más veces presentaron un mismo valor en la toma de datos, porque existió una mala precisión al momento de introducir 15 psi en 40 segundos el oxígeno en la bomba adiabática, esto causo que exista datos con diferente valor.

## GASOLINERA PETROCOMERCIAL

**Tabla 4.18** Tabla del Poder Calórico y error porcentual de la gasolina Súper;  
Comercializadora PETROCOMERCIAL

<b>Super</b>	<b>Poder Calórico</b>	<b>Error</b>
1	44591.02273	10.97301052
2	59665.27174	14.68587974
3	115047.3438	28.32678417
4	107331.5938	26.42635314
5	105402.6563	25.95124538
6	110362.7813	27.17295105
7	94931.28125	23.37208898
8	94931.28125	23.37208898
9	108158.2813	26.62997075
10	87491.09375	21.53953048
11	105127.0938	25.88337284
12	111602.8125	27.47837746
13	103335.9375	25.44220135
14	107469.375	26.46028941
15	100580.3125	24.76347599
16	94931.28125	23.37208898
17	54273.83152	13.3579388
18	65965.42308	16.23764115
19	64521.95122	15.88210621
20	105402.6563	25.95124538
21	106091.5625	26.12092672
22	62102.37805	15.28615223
23	66135	16.27940887
24	95069.0625	23.40602525
25	108847.1875	26.79965209

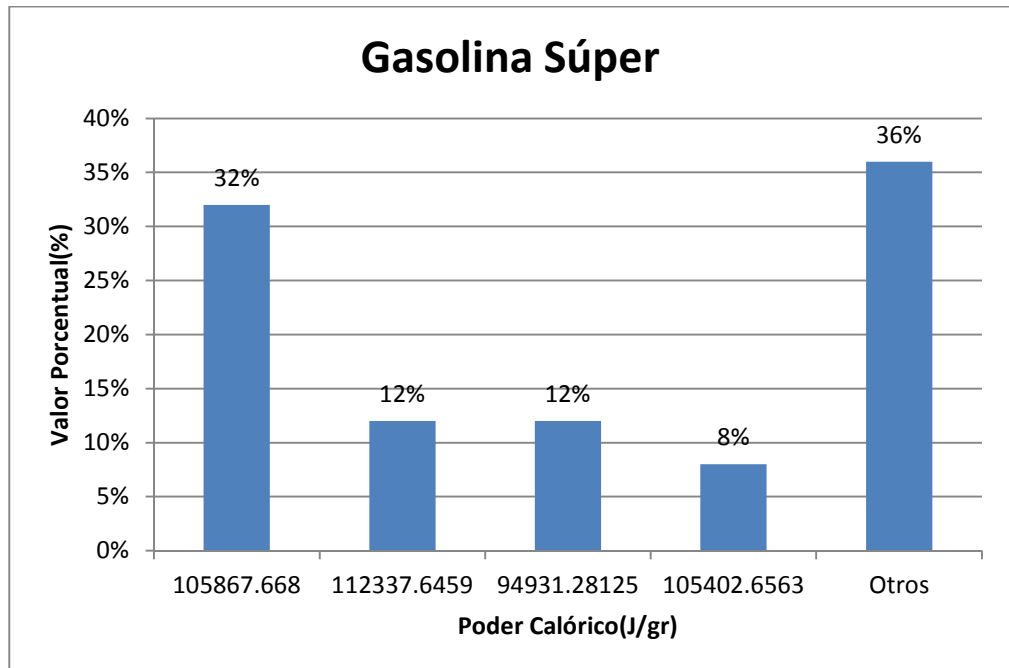


<b>Media</b>	<b>91174.73888</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>21364.70773</b>
<b>Coef. de Variación</b>	<b>0.234327051</b>
<b>Error</b>	<b>22.44683224</b>

**Tabla 4.19** Resumen de los Datos de la Tabla 4.18

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
105867.668	32%
112337.6459	12%
94931.28125	12%
105402.6563	8%
Otros	36%

**Gráfico 4.11** Poder Calórico de la gasolina Súper; Comercializadora PETROCOMERCIAL



**Análisis del gráfico 4.11**

Se obtiene que el valor de 105867.668 (J/gr) es el 32% de las muestras realizadas en la gasolina súper. Entre mayor energía existe en la combustión mayor potencia para el motor.

**Tabla 4.20** Tabla del Poder Calórico y error porcentual de la gasolina Extra;  
Comercializadora PETROCOMERCIAL

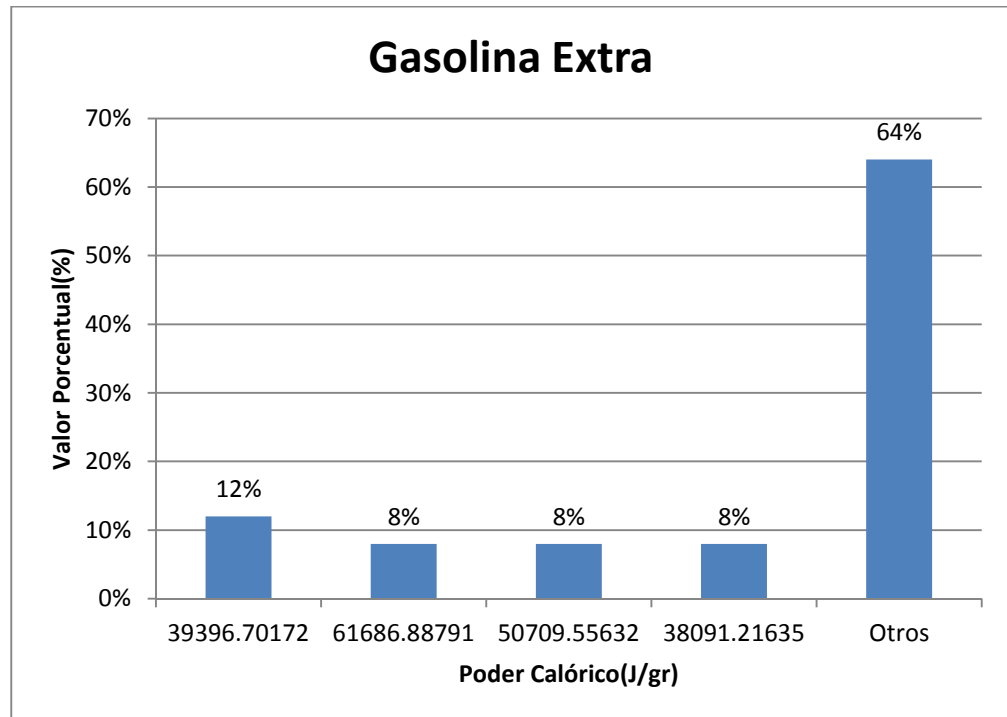
<b>Extra</b>	<b>Poder Calórico</b>	<b>Error</b>
1	30504.76875	7.640290603
2	31293.14634	7.83800781
3	38027.625	9.526947635
4	36212.94512	9.071844089
5	39477.50769	9.890563699
6	45971.89024	11.51928982
7	61505.55	15.41497617
8	60485.96875	15.15927541
9	78171.57	19.59464714
10	44090	11.04733059
11	54561.375	13.67344661
12	61868.22581	15.50593164
13	39257.05769	9.835277046
14	40698.46154	10.1967667
15	62144.09483	15.57511682
16	50546.03571	12.66643971
17	39455.53977	9.885054364
18	32158.14375	8.0549405
19	37853.58553	9.483300277
20	38154.80769	9.558843781
21	50873.07692	12.74845837
22	49601.25	12.42949692
23	52639.88514	13.19155619
24	41033.76136	10.28085654
25	39681	9.941597532

<b>Media</b>	<b>46250.69091</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>11785.12432</b>
<b>Coef de Variación</b>	<b>0.254809692</b>
<b>Error</b>	<b>11.58921024</b>

**Tabla 4.21** Resumen de los Datos de la Tabla 4.20

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
39396.70172	12%
61686.88791	8%
50709.55632	8%
38091.21635	8%
Otros	64%

**Gráfico 4.12** Poder Calórico de la gasolina Extra; Comercializadora PETROCOMERCIAL



**Análisis del grafico 4.12**

Se obtiene que 39396.70172 (J/gr) es el 12% del valor de las muestras del potencial calórico que se asimilan en la toma de datos, hubo una mala precisión en el peso al momento de colocar la muestra, se lo debe hacer con mucho cuidado porque la balanza tiene mucha sensibilidad y causo que el 64% de las muestras tomadas tengan un diferente valor.

**Tabla 4.22** Tabla del Poder Calórico y error porcentual del diesel;  
Comercializadora PETROCOMERCIAL

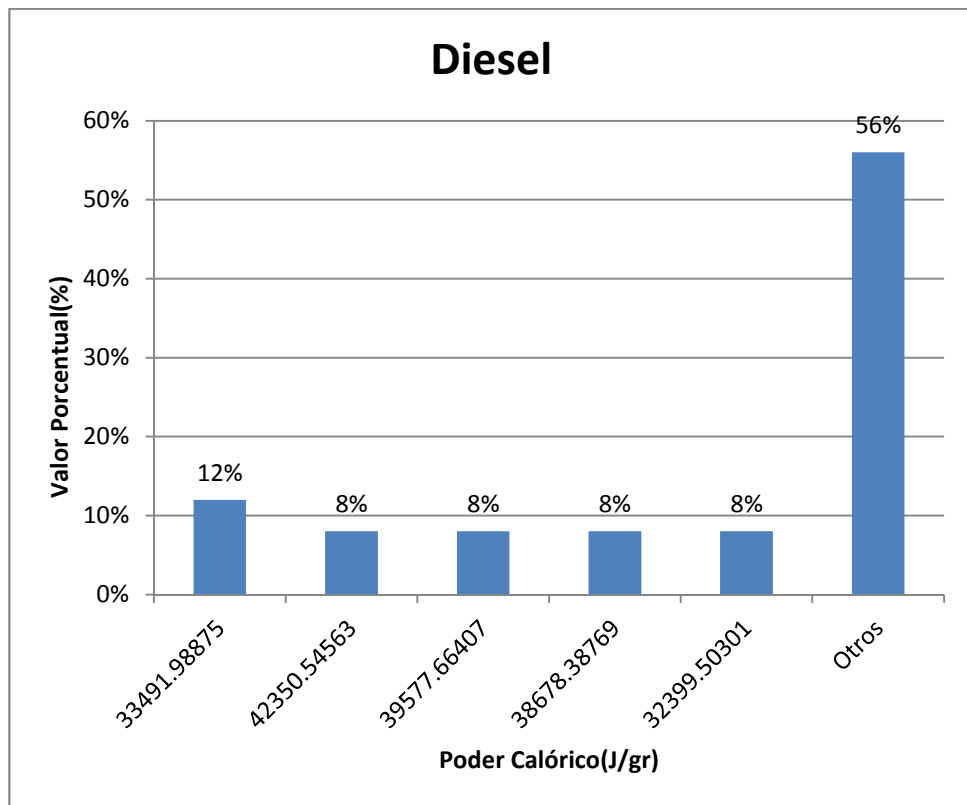
<b>Diesel</b>	<b>Poder calórico</b>	<b>Error</b>
1	33514.3125	17.0630069
2	21569.01863	10.9777833
3	32134.79413	16.3602466
4	33067.46625	16.8353725
5	42394.1875	21.5866314
6	28768.725	14.645489
7	33894.1875	17.2565245
8	31762.16313	16.1704193
9	32664.21188	16.6299449
10	58557.03125	29.8203776
11	5167.96875	2.62268912
12	56469.0855	28.7567272
13	42306.90375	21.542167
14	38748.28738	19.7293211
15	39598.33125	20.1623542
16	67099.46875	34.1721033
17	39556.99688	20.1412974
18	35970.95925	18.3144826
19	46002.67925	23.424885
20	44374.408	22.595404
21	57730.34375	29.3992429
22	52356.875	26.661867
23	38608.488	19.6581039
24	40038.432	20.3865522
25	36463.572	18.5654315

<b>Media</b>	<b>39552.75589</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>12749.03703</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.32232993</b>
<b>Error</b>	<b>20.13913698</b>

**Tabla 4.23** Resumen de los Datos de la Tabla 4.22

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
33491.98875	12%
42350.54563	8%
39577.66407	8%
38678.38769	8%
32399.50301	8%
Otros	56%

**Gráfico 4.13** Poder Calórico del diesel; Comercializadora PETROCOMERCIAL



#### **Análisis del grafico 4.13**

Se puede ver que el 12% del valor porcentual corresponde al valor del potencial calórico de 33491.98875 (J/gr). Está por encima del valor teórico obtenido que es del 19.73 KJ/Kg, esto quiere decir que existe un buen desempeño en el funcionamiento del motor y la variedad de porcentajes en los datos obtenidos, es por diferentes causas como error visual, mala precisión en el peso del combustible, como también la precisión en el momento de introducir oxígeno en la bomba adiabática.



## GASOLINERA TERPEL

**Tabla 4.24** Tabla del Poder Calórico y error porcentual de la gasolina Súper;  
Comercializadora TERPEL

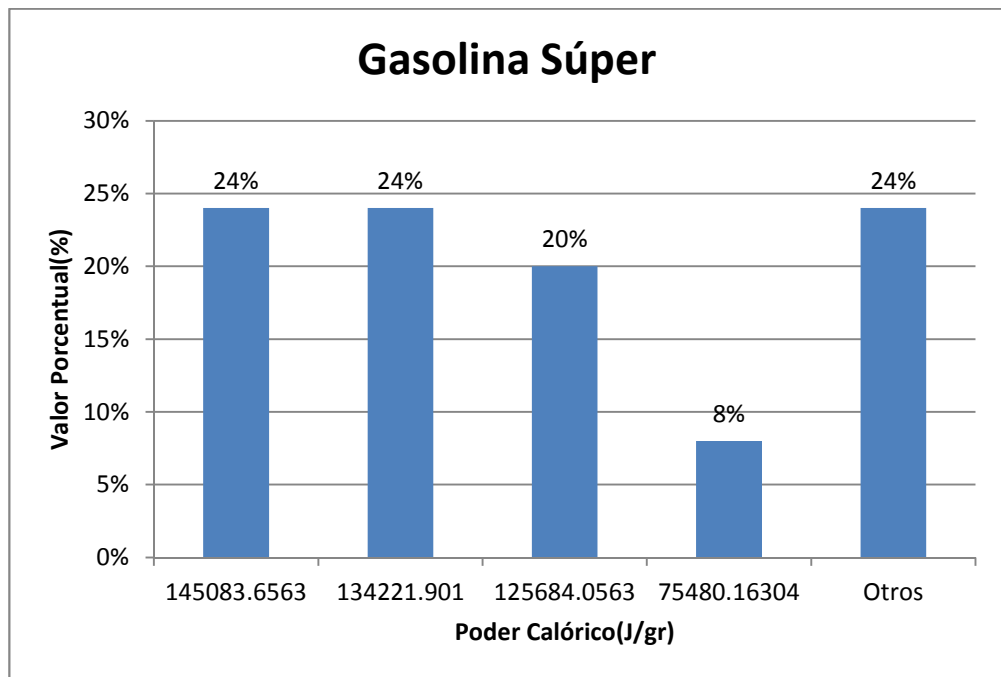
<b>Super</b>	<b>Poder Calórico</b>	<b>Error</b>
1	51104.31818	12.57727049
2	75839.59239	18.66970256
3	148665.9688	36.60723368
4	131581.0938	32.39913639
5	123727.5625	30.46476909
6	126483.1875	31.14349446
7	120834.1563	29.75210745
8	137919.0313	33.96020474
9	147150.375	36.23393473
10	128825.4688	31.72041102
11	128549.9063	31.65253849
12	142603.5938	35.11403787
13	130341.0625	32.09370998
14	141363.5625	34.80861145
15	139159.0625	34.26563116
16	134474.5	33.11179803
17	75120.7337	18.49264377
18	74020.32692	18.22160762
19	81458.96341	20.05378409
20	143981.4063	35.45340055
21	146737.0313	36.13212592
22	88798.33537	21.86151117
23	80850.0375	19.90380234
24	145497	35.82669951
25	131856.6563	32.46700893

<b>Media</b>	<b>119077.7173</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>29402.84</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.246921428</b>
<b>Error</b>	<b>29.31948702</b>

**Tabla 4.25** Resumen de los Datos de la Tabla 4.24

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
145083.6563	24%
134221.901	24%
125684.0563	20%
75480.16304	8%
Otros	24%

**Gráfico 4.14** Poder Calórico de la gasolina Súper; Comercializadora TERPEL



**Análisis del grafico 4.14**

Se observa que entre valores de 145083.6563 (J/gr) y 134221.901 (J/gr) comprenden el 24% de los valores de potencial calórico que se repiten en el cálculo.

Significa que existió un error visual en la temperatura del termómetro su valor de inicio variaba y no permanecía constante, esto demuestra los diferentes datos de potencial calórico que ocupan el 24%.

**Tabla 4.26** Tabla del Poder Calórico y error porcentual de la gasolina Extra; Comercializadora TERPEL

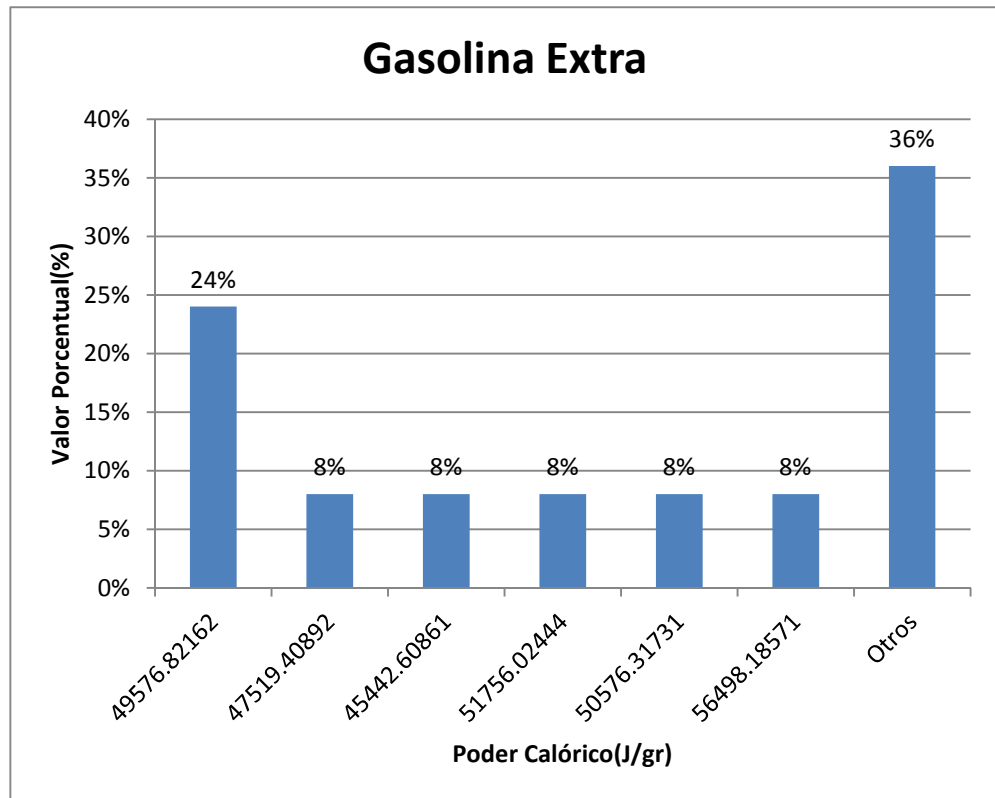
<b>Extra</b>	<b>Poder Calórico</b>	<b>Error</b>
1	47534.53125	11.91118454
2	47504.28659	11.90359948
3	49187.90625	12.32583444
4	45004.06098	11.27656793
5	43920.42308	11.0048024
6	49359.29268	12.36881644
7	78832.92	19.7605071
8	77019.71875	19.30577438
9	85446.42	21.41910669
10	51648.28571	12.94287298
11	45881.15625	11.49653465
12	69975.09677	17.53905371
13	49940.40385	12.5145533
14	50957.86538	12.76972247
15	74800.96552	18.74933328
16	62828.25	15.74669609
17	49977.01705	12.52373553
18	46211.83125	11.57946463
19	51863.76316	12.99691256
20	49770.82692	12.47202511
21	56498.18571	12.93983525
22	56498.18571	14.15917934
23	48171.30405	12.07088079
24	49225.48295	12.3352583
25	50194.76923	12.5783456

<b>Media</b>	<b>55530.11796</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>11962.03134</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.215415198</b>
<b>Error</b>	<b>13.86762388</b>

**Tabla 4.27** Resumen de los Datos de la Tabla 4.26

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
49576.82162	24%
47519.40892	8%
45442.60861	8%
51756.02444	8%
50576.31731	8%
56498.18571	8%
Otros	36%

**Gráfico 4. 15** Poder Calórico de la gasolina Extra; Comercializadora TERPEL



#### **Análisis del grafico 4.15**

Se observa que el 24% de la muestra obtuvo el valor de 49576.82162 (J/gr).

Existió más octanaje en la gasolina, los datos teóricos obtenidos eran para 72 octanos y la gasolina obtenida pudo ser de 82 octanos por lo que existe una variable en los datos que ocupan el 36% de las muestras obtenidas.

**Tabla 4.28** Tabla del Poder Calórico y error porcentual del diesel;  
Comercializadora TERPEL

<b>Diesel</b>	<b>Poder Calórico</b>	<b>Error</b>
1	50494.8975	25.71333036
2	41484.663	21.1232975
3	49092.46913	24.9988992
4	44513.89688	22.666463
5	49007.68075	24.95570593
6	43649.1	22.22591442
7	47617.2	24.24736118
8	47251.65638	24.06114436
9	45810.549	23.32700917
10	74677.4375	38.03250509
11	7386.75	3.752990321
12	74783.3835	38.08647657
13	54464.06	27.73531839
14	47227.12488	24.04864741
15	46790.5125	23.82622644
16	75504.125	38.45363984
17	46873.18125	23.86833991
18	44681.41575	22.7518012
19	59424.17975	30.26212417
20	62721.519	31.94186908
21	75228.5625	38.31326159
22	78535.3125	39.99780056
23	55857.1875	28.44501146
24	52014.213	26.48730667
25	53444.157	27.21575497

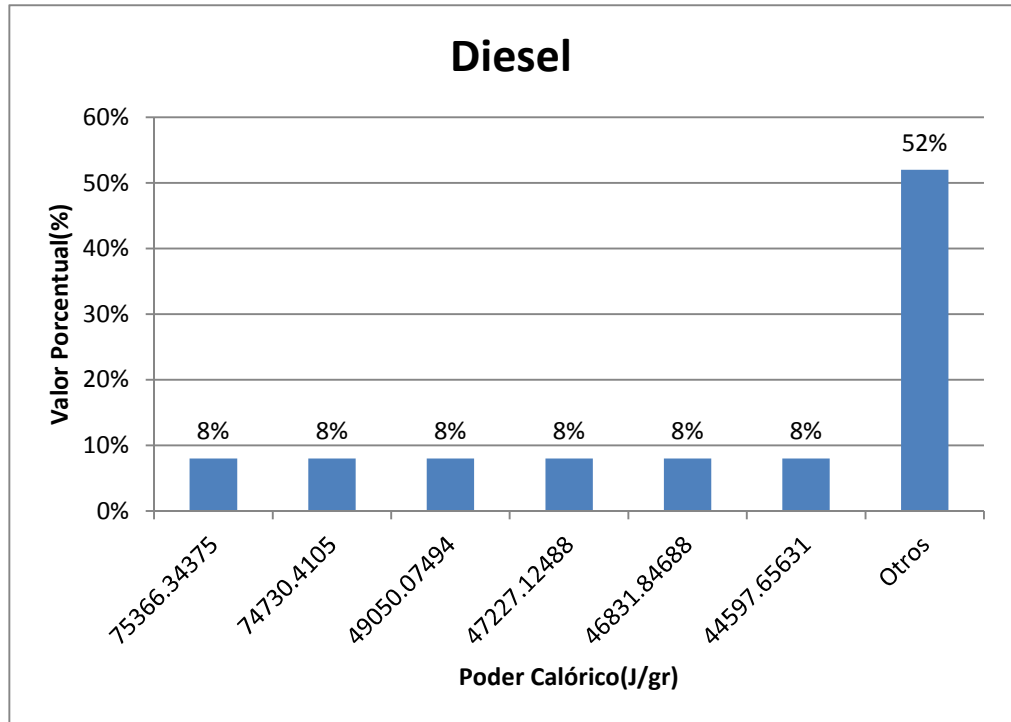
<b>Media</b>	<b>53141.40937</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>15064.04745</b>
<b>Coef. De Variación</b>	<b>0.283470981</b>
<b>Error</b>	<b>27.06152795</b>

**Tabla 4.29** Resumen de los Datos de la Tabla 4.28

<b>Datos Obtenidos</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>
75366.34375	8%
74730.4105	8%
49050.07494	8%
47227.12488	8%
46831.84688	8%
44597.65631	8%
Otros	52%



**Gráfico 4. 16** Poder Calórico del diesel; Comercializadora TERPEL



**Análisis del grafico 4.16**

Existe un valor constante del 8% de los diferentes valores de las muestras analizadas significa que pudo existir un error al momento de colocar oxígeno en la bomba adiabática con los psi y segundos precisos, esto provoco que exista esta diferencia en los valores e igualdad en porcentajes de diferentes poderes calorimétricos.

### **Parámetros de análisis:**

- **Media**
- **Desviación estándar**
- **Coefficiente de variación**
- **Error**

### **BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA**

Tomando en como base la comercializadora Puma, porque en el análisis de los datos obtenidos sus valores se asemejan a los obtenidos en los laboratorios de hidrocarburos de Petroproducción, en el cual se obtuvo el siguiente análisis:

**MEDIA:** se ha realizado tomando los datos del potencial calórico para ver el comportamiento de los termómetros.

La media tiene un rango bajo de variación con respecto a los datos máximo y mínimo de los potenciales calóricos.

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR:** se la ha realizado para ver la confiabilidad de los termómetros y precisión de los mismos.

La desviación es baja en los datos del potencial calórico por lo que se puede deducir que son termómetros con buena precisión

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN:** nos da un grado de variabilidad en la desviación del instrumento.

El coeficiente obtenido tiende a cero por lo que se deduce que es muy bajo y el instrumento está en un correcto funcionamiento en el rango de trabajo inspeccionado.

**ERROR:** se ha realizado en las medidas para verificar algún tipo de variación en las lecturas realizadas.

Los errores de las medidas tienen un promedio del 11 % lo que quiere decir que están en un rango de comportamiento aceptable.

#### **4.6 CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS**

El proceso de certificación de “LA BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA” se la realizo en el laboratorio de masa y temperatura del INEN que obtuvo el reconocimiento internacional de sus capacidades de medición y calibración, lo que significa que los certificados de calibración emitidos por este laboratorio son reconocidos por todos los países del mundo cuyos Institutos Nacionales de Metrología son asociados a los diferentes Organismos Regionales de Metrología, los logros alcanzados demuestran la competencia técnica que está basada en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma Técnica Internacional ISO/IEC 17 025:2005.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, realizo en sus instalaciones, la calibración de los instrumentos pertenecientes a la “BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA”, utilizando Patrones de referencia trazables del sistema internacional de medidas, SI, a través de sensores patrón, pertenecientes al Laboratorio de Pruebas de Calibración del INEN.

La calibración fue realizada bajo un sistema de gestión de la calidad con la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006

Los resultados de la calibración y su incertidumbre se exponen en el **Anexo F** que son parte de este documento y que refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración.

Los métodos utilizados para la certificación de los equipos se detallan en los certificados de calibración del **Anexo F**

## 4.7 COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos luego de las diferentes prácticas realizadas documentadas en los Anexos del equipo como es la “BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA” concluyen que tienen un error promedio del 11%.

Luego de la certificación de los equipos realizada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN y los certificados de calibración que constan en el **Anexo F** expresan resultados en error e incertidumbre de medida para una distribución normal que corresponde a una probabilidad de cobertura aproximadamente del 95%

## **CAPITULO 5**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO**

#### **5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO**

La instalación, puesta a punto de la “BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA” y aplicación de los requisitos técnicos de la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 dentro de esta la certificación de los equipos antes mencionados para la prestación de servicios; y así permita la certificación de otros equipos que se encuentran en el laboratorio para alcanzar estándares de calidad nacionales e internacionales.

Durante el transcurso del proyecto se ha analizado los costos de calibración, accesorios, ensayos entre otros para la aplicación de la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025 en la “BOMBA CALORIMETRICA ADIABATICA” y se ha obtenido el siguiente análisis.

## Costo del proyecto

### Costos Indirectos

**Tabla 5.1** Costos indirectos, rubro del personal

No	Personal	[horas]	[USD/h]	Total
1	David Luna	140	1	140
			<b>TOTAL:</b>	<b>140</b>

**Tabla 5.2** Costos indirectos, misceláneos

Descripción	[USD]	
Suministros de Oficina	10	
Combustibles	20	
Alimentación	40	
Materiales Varios	60	
<b>TOTAL:</b>		<b>130</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>270</b>

## Costos Directos

**Tabla 5.3** Honorarios a Profesionales

No	Personal	[horas]	[USD/h]	Total (USD)
1	Director de Tesis	25	-	25
1	Codirector de Tesis	20	-	20
<b>TOTAL</b>				<b>45</b>

**Tabla 5.4** Otros Costo Directos

Cant.	Descripción	USD/unidad	TOTAL (USD)
2	Termómetros patrón TESTO	450	900
2	Termoculpas tipo k	130	260
1	Balanza	80	80
1	Termistor	75	75
1	Rollo de alambres de conexiones	1.50	1.50
4	Fusibles	0.25	1
6	Agua Destilada	4.50	27

**Tabla 5.5** Otros Costos Directos (Continuación)

16	Pernos	0.25	4
	Electricidad	-	-
2	Franela	1.50	3
<b>Puesta a Punto</b>			
1	Obtención Normas	25	25
	Uso Laboratorios ESPE	-	-
2	Certificación Termómetros	65	130
1	Certificación Balanza	60	60
		<b>TOTAL:</b>	<b>1566.5</b>

**Tabla 5.6** Remuneraciones a Estudiantes

Nombre	Cargo	Tiempo (H)	Valor H (USD)	Costo total (USD)
Sr.David Luna	Responsable del Proyecto	320	-	320
<b>TOTAL:</b>				<b>320</b>



**Tabla 5.7** Costo total del proyecto

Total Costos Indirectos	<b>270 USD</b>
Total Costos Directos	<b>1931.5 USD</b>
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>22001.5 USD</b>

## 5.2 ANÁLISIS FINANCIERO

El costo total del proyecto fue financiado de la siguiente forma:

**Tabla 5.8** Financiamiento del proyecto

<b>Rubros</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Responsables</b>	<b>DECEM - ESPE</b>
Rubro de personal	<b>140</b>	100%	
Misceláneos	<b>130</b>	100%	
Honorarios profesionales	<b>45</b>		100%
Otros costos directos	<b>1566.5</b>	100%	
Remuneraciones estudiantes	<b>320</b>	100%	

# CAPITULO 6

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- Se cumplió con los requerimientos técnicos que establece la norma ISO 17025 para la certificación de la bomba adiabática ya que el proceso de certificación es muy complejo.
- Mediante la calibración de los termómetros y la balanza en los laboratorios del INEN se logró minimizar el error que se producía en la toma de los datos del poder calórico de los combustibles
- Mediante los análisis estadísticos realizados con los datos obtenidos se tuvo una idea clara sobre el comportamiento de los termómetros calibrados.
- El ácido benzoico que se encontraba en el laboratorio tenía humedad debido al tiempo de permanencia en él, lo que provoco errores altos en los datos obtenidos luego del análisis.
- El método aplicado para determinar el poder calórico de los combustibles, a volumen constante, utilizado en la bomba adiabática es adecuado.
- El valor calórico de los combustibles a presión constante, es más difícil de encontrar experimentalmente, debido a la complejidad de mantener una presión constante.
- Se comparó el potencial calórico del ácido benzoico, como conocido, con el que estamos buscando para cada combustible. Es decir que el resultado obtenido está referenciado al ácido benzoico (valor de referencia).
- El alto octanaje de un combustible se refiere, a la velocidad de ignición del mismo lo que no implica que tenga más potencial calórico el que más alto octanaje tenga.
- El bunker tiene más alto potencial calórico pero no se usa como combustible en vehículos por ejemplo porque la combustión es incompleta.
- El octanaje ayuda a tener una combustión más completa.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Es importante que se realice la calibración de los instrumentos de medida cada 12 meses, como establece los requisitos técnicos de la norma NTE INEN-ISO/IEC 17 025.
- Es de suma importancia el cuidado de los instrumentos de medida calibrados ya que el mal uso de estos podría dañarlos, con lo cual los datos obtenidos tendrían un alto porcentaje de error.
- Es recomendable por efectos de calibración del equipo realizar una prueba con ácido benzoico antes de empezar con los ensayos para cada combustible.
- Se debe seguir el procedimiento establecido para el desarrollo de prácticas en la bomba adiabática del laboratorio de conversión de energía.

## Referencias Bibliografía

17025, I. (2005). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo*. Ginebra: Norma ISO 17025 2da Edición.

A, C. (1995). *Instrumentos industriales*. Madrid: Alfaomega, marcombo 2da edición.

INCROPERA, F. P. (2005). *Fundamentos de transferencia de calor*. Indiana: Frank P. Incropera 4ta edicion .

INEN. (2006). *Norma técnica ecuatoriana*. Sangolquí: Requisitos generales para la competencia de laboratorios de calibracion y ensayo.

PEZET, F. Y. (1994). *Vocabulario internacional de terminos*. Argentina: Inca.

## Direcciones Electrónicas

- Buenastareas. (2012). *www.buenastareas.com*. Obtenido de Interpretación De La Norma Jurídica: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Que-Es-Una-Norma/2668703.html>
- CALLAO, U. N. (2012). *www.buenastareas.com*. Obtenido de Bomba Calorimetrica: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Bomba-Calorimetrica/265940.html>
- Creus Solé, A. (2012). *www.wikipedia.org*. Obtenido de Instrumentacion industrial: <http://es.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B3metro>
- Federick J. Buche, F. G. (2012). *www.fisica.uson.mx*. Obtenido de Introducción al estudio de las mediciones: <http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab001.pdf>
- Guiametas. (2012). *www.metas.com.mx*. Obtenido de Métodos de: Medición, Prueba y Calibración: <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-05-07-metodos-de-medicion.pdf>
- Inen. (2012). *www.inen.gob.ec*. Obtenido de INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN: [http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=69&Itemid=29](http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=29)
- Inen. (2012). *www.inen.gob.ec*. Obtenido de LABORATORIO NACIONAL DE METROLOGÍA: [http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=141:datos-generales&catid=58:ique-es-el-&Itemid=142](http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=141:datos-generales&catid=58:ique-es-el-&Itemid=142)
- Malvino, A. P. (2012). *Instrumentación electrónica*. Obtenido de Principios de Electrónica. Mc Graw Hill: <http://es.wikipedia.org/wiki/Termistor>

Metrycal. (2012). *Estimación de la incertidumbre*. Obtenido de International Vocabulary of Fundamental and General Terms in Metrology:  
[http://www.metrycal.com/Main/Estimacion\\_de\\_la\\_incertidumbre\\_de\\_medida.pdf](http://www.metrycal.com/Main/Estimacion_de_la_incertidumbre_de_medida.pdf)

Scribd. (2012). *es.scribd.com*. Obtenido de Acciones Correctivas:  
<http://es.scribd.com/doc/58018108/11/ACCIONES-CORRECTIVAS>

Wikipedia. (2012). *Amperímetros: tipos y usos*. Obtenido de de maquinas y herramientas: <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/amperimetros-tipos-y-usos>

Wikipedia. (2012). *www.wikipedia.org*. Obtenido de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org):  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B3metro>

Wikipedia. (2012). *www.wikipedia.org*. Obtenido de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org):  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Amper%C3%ADmetro>

Wikipedia. (2012). *www.wikipedia.org*. Obtenido de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org):  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Balanza>

# **ANEXOS**

**Anexo A TABLA DE VALORES TEORICOS DE PODER CALORICO**

**Anexo B TABLAS DE DATOS DEL ACIDO BENZOICO**

**Anexo C TABLAS DE DATOS DE LA COMERCIALIZADORA PUMA**

**Anexo D TABLAS DE DATOS DE LA COMERCIALIZADORA  
PETROCOMERCIAL**

**Anexo E TABLAS DE DATOS DE LA COMERCIALIZADORA TERPEL**

**Anexo F CERTIFICADOS DE CALIBRACION**

**Anexo G INFORME DE RESULTADOS**