

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
CARRERA DE QUÍMICA INDUSTRIAL



**"VERIFICACIÓN DE MASA PARA BALANZAS DE PRECISIÓN Y  
DE VOLUMEN PARA MATERIAL VOLUMÉTRICO PARA EL  
LABORATORIO DE MEDIOS DE CULTIVO DEL INLASA"**

Trabajo Dirigido para obtener el grado de licenciatura

POR: VICTOR ROLANDO OCAÑA ARIAS

TUTOR: Dra. MARIA MAGDALENA MONASTERIOS ARZA

LA PAZ – BOLIVIA

2018

*AGRADECIMIENTO*

*A dios por darme esta hermosa etapa en mi vida.*

*A la Dra. María Monasterios le agradezco por  
bríndarme el apoyo y la confianza que depósito en mí.*

*A la Ing. Mónica Lino, Lic. Osvaldo Valenzuela,  
Lic. Jorge Velazco Por la colaboración del  
Presente documento.*

*DEDICATORIA*

*A mis padres por su sacrificio y por  
la confianza que depositaron en mí.*

*A mis hermanas que son el incentivo  
Para seguir adelante.*

*A mi papa rene que desde el cielo me  
guía por el mejor camino.*

*Todo este trabajo ha sido posible gracias a  
ustedes.*

## INDICE

1. CAPITULO I .....	10
1.1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.2. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN.....	11
1.2.1 Reseña Histórica.....	11
1.3. PROBLEMÁTICA.....	21
1.4. DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	22
2. CAPITULO II.....	23
2.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO DIRIGIDO .....	23
2.2. JUSTIFICACIÓN .....	25
2.2.1. Justificación desde el punto de vista Técnico .....	25
2.2.2. Justificación desde el punto de vista económico.....	25
2.2.3. Justificación desde el punto de vista social.....	25
2.3. OBJETIVO.....	26
2.3.1. Objetivo general .....	26
2.3.2. Objetivos específicos .....	26
3. CAPITULO III .....	28
3.1. MARCO TEÓRICO.....	28
3.1.1. clasificación de material volumétrico de acuerdo con el error máximo permisible .....	29
3.1.2. Los matraces volumétrico Norma DIN ISO 4787 .....	31
3.1.3. Las probetas .....	32
3.1.4. Las pipetas.....	32
3.1.5. Los dispensadores .....	35
3.2. PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTANDARIZADO (POE) PARA EL PESAJE .....	36

3.3.	AJUSTE / CALIBRACIÓN.....	39
3.4.	SECTORES EN QUE SE DIVIDEN LOS DIFERENTES RECEPTORES DE CARGA PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS..	41
3.4.1.	Prueba de Excentricidad .....	42
3.4.2.	Prueba de Repetibilidad .....	44
3.4.3.	Prueba de Linealidad (exactitud).....	46
3.5.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VERIFICACIÓN DE LA BALANZA .....	47
3.5.1.	Temperatura.....	47
3.5.2.	Variación de masa.....	48
3.5.3.	Electrostática.....	48
3.5.4.	Magnetismo.....	49
3.5.5.	Gravitación .....	50
3.5.6.	Empuje .....	50
3.6.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES .....	51
3.6.1.	Material, equipos, insumos y enseres: .....	51
3.6.2.	procedimiento.....	52
3.6.3.	Limpieza del material .....	54
3.6.4.	Actividades y requerimientos previos a la verificación .....	55
4.	CAPITULO IV .....	57
4.1.	METROLOGÍA.....	57
4.1.1.	Metrología .....	57
4.1.2.	importancia de la metrología .....	57
4.1.3.	clasificación de la metrología .....	58
4.1.3.1.	Metrología industrial.....	58
4.1.3.2.	Metrología científica .....	58
4.1.3.3.	Metrología legal .....	58
4.1.4.	material volumétrico .....	58

4.1.4.1.	Generalidades.....	58
4.1.4.2.	Propiedades de los materiales con que se fabrican los instrumentos volumétricos.....	59
4.2.	METODOLOGÍA.....	61
4.2.1.	principales metodologías para los instrumentos volumétricos .....	61
4.2.1.1.	Método para la verificación de matraz .....	61
4.2.1.1.2.	Matraz aforado.....	61
4.2.1.2.	Metodología para la verificación de pipetas .....	66
4.2.1.2.1.	Pipetas.....	66
4.2.1.2.2.	Verificación de pipetas volumétricas.....	67
4.2.1.2.3.	Verificación de Pipetas graduadas .....	68
4.2.1.3.	metodología para la verificación de una probeta .....	71
4.2.1.3.1.	Probeta .....	71
4.2.1.4.	metodología para la verificación de una micropipeta .....	75
4.2.1.4.1.	Micropipetas .....	75
4.2.1.5.	Metodología para la verificación de un dispensadores .....	78
4.2.1.5.1.	Dispensadores.....	78
4.2.1.6.	metodología para la verificación de las balanzas de precisión ..	81
4.2.1.6.1.	Balanza Semianalitica cap max 610 g .....	81
4.2.1.6.2.	Balanza semianalitica cap max 300 g.....	82
4.2.1.6.3.	Balanza semianalitica cap max 200 g.....	83
4.3.	METODOLOGÍA DEL PROCEDIMIENTO.....	83
4.3.1.	Métodos y etapas empleados .....	83
4.3.2.	Clasificación del material volumétrico de acuerdo a su error máximo permitido.....	84
4.3.3.	Tipos de errores .....	85
4.3.3.1.	Error de medida .....	85
4.3.3.2.	Error aleatorio .....	86

4.3.3.3.	Error sistemático .....	90
4.3.3.4.	Error espurio .....	91
4.3.4.	incertidumbre de la medición .....	92
4.3.4.1.	Definición de la incertidumbre .....	92
4.3.4.2.	Evaluación de la incertidumbre .....	93
4.3.4.3.	Identificación de la fuente de incertidumbre.....	95
4.3.4.4.	Cuantificación de la incertidumbre .....	97
4.4.	DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD.....	100
4.4.1.	Distribución rectangular o uniforme.....	101
4.4.2.	Distribución triangular isósceles .....	101
4.4.3.	Distribución triangular rectángulo .....	101
4.5.	VALORACION ECONOMICA .....	102
5.	CAPITULO V .....	105
5.1.	RESULTADOS OBTENIDOS .....	105
5.2.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
6.	BIBLIOGRAFIA .....	122
7.	ANEXOS .....	124

## RESUMEN

En la actualidad todas las instituciones o empresas requieren contar con certificación de sus sistemas de gestión o acreditación para la evaluación de la competencia técnica.

Estos procesos requieren inversión económica y trabajo del talento humano a dedicación exclusiva. Por lo tanto, tomando en cuenta el espíritu de la modalidad de graduación TRABAJO DIRIGIDO cuya finalidad es la de “solucionar los problemas de la empresa”; el laboratorio de Medios de cultivo del INLASA, requiere que se vayan efectivizando procedimientos en apoyo a los procesos que realizan en sus tres áreas, para la medición de su desempeño en apego a la normativa internacional.

En el presente trabajo dirigido se desarrollan la metodología para determinar el volumen y masa por el método gravimétrico y la incertidumbre asociada en la Medición en recipientes volumétricos de vidrio utilizados en el Laboratorio; factor determinante en el procedimiento de pesaje, disolución de los diferentes medios de cultivo que se preparan para su dotación al área microbiológica. El procedimiento general utilizado para calcular la incertidumbre de medición de los resultados que consta de: especificación de la medición; identificación de todas las fuentes importantes de incertidumbre; cuantificación de los distintos componentes de la incertidumbre; cálculo de la incertidumbre de Medición combinada y el cálculo de la incertidumbre expandida con el nivel de Confianza del 95,45 %, en el laboratorio ha sido registrado en un 97 %.

## SUMMARY

At the present time, all the institutions or companies require certification of their systems management or accreditation for the assessment of technical competence. These processes require economic investment and human talent to full-time work. Therefore, taking into account the spirit of the mode of graduation work directed whose purpose is the "solve the problems of the company"; culture of INLASA media laboratory, requires that you go making procedures in support of the processes carried out in three areas, for the measurement of their performance in accordance with international standards. In the present work aimed develop the methodology to determine the volume and mass by gravimetric method and the uncertainty in the measurement in volumetric glass containers used in the laboratory; determining factor in the process of weighing, dissolution of the different culture media prepared for its endowment to the microbiological area. The general procedure used to calculate the measurement uncertainty of results consisting of: specification of the measurement; identification of all important sources of uncertainty; quantification of the different components of the uncertainty; the combined measurement uncertainty calculation and the calculation of the expanded uncertainty with 95.45% confidence level, in the laboratory has been registered at 97%.

## 1. CAPITULO I

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Los laboratorios dedicados a realizar análisis con la emisión de resultados deben implementar un marco de calidad en sus ensayos, con el objeto de ser un laboratorio capaz de emitir un resultado confiable y oportuno.

La Norma ISO/IEC 17025, establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y verificación; y considera como parte importante la estimación de la incertidumbre de los resultados analíticos.

La incertidumbre de la medición que incluye en la calidad de medición se define como “una estimación unida al resultado de un ensayo que caracteriza el intervalo de valores dentro de los cuales se afirma que está el valor verdadero”. Y bien, para poder llegar a esta estimación se ven involucrados varios factores como son: la repetibilidad, reproducibilidad de mediciones, las resoluciones de los equipos empleados durante una determinada medición, la pureza de los elementos, así como las tolerancias del material volumétrico empleado, entre otros.

La metodología utilizada en la determinación del volumen de los medidores de vidrio será el método gravimétrico, utilizando instrumentos de pesaje para determinar la masa del recipiente vacío y posteriormente la masa del mismo recipiente lleno de agua hasta la línea de aforo, realizando posteriormente correcciones respecto a la temperatura de referencia de 20 °C y la temperatura del agua durante la calibración.

Se determinarán las fuentes de incertidumbres asociadas al proceso de medición de acuerdo con el método gravimétrico utilizado, aplicando el procedimiento general a través de los pasos siguientes: especificación de la

medición; identificación de todas las fuentes importantes de incertidumbre; cuantificación de los distintos componentes de la incertidumbre, cálculo de la incertidumbre de medición combinada, y el cálculo de la incertidumbre expandida de acuerdo al nivel de confianza del 95,45 %. Se elaborará un presupuesto de incertidumbres cada una con sus componentes y grados de libertad, y se determinará el porcentaje que cada una de las fuentes de incertidumbre contribuye en la incertidumbre total.

## **1.2. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN**

### **1.2.1 Reseña Histórica**

**Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA).** El 8 de agosto de 1908 se creó como el Instituto Nacional de Bacteriología, mismo que en 1960 se convirtió en el Instituto Nacional de Laboratorios en Salud, años más tarde, en 1975 el Ministerio de Salud Pública y Previsión Social le otorgó la jerarquía de División de Laboratorios. En 1985 a través de la **Resolución Ministerial 0953** ha sido designado como Departamento Nacional de Laboratorios de Salud.

El año 2009, el INLASA recibe el “Cóndor de los Andes en el grado de Gran Caballero”, condecoración que viene en retribución a sus 100 años de vida defendiendo el capital humano en el ámbito de la salud.

### **Estructura Organizacional**

El INLASA, hasta la gestión 2003, no efectuó los ajustes correspondientes de la estructura orgánica, sin embargo, es a partir del año 2004, que a través de la Resolución Administrativa # 01/04 se pone en marcha una Estructura transitoria para fines legales y administrativos.

Posteriormente desde el mes de mayo del 2004 que con la Cooperación Técnica de la OMS-OPS, se retoma la idea de crear una nueva estructura organizacional, más organizada y funcional, capaz de adecuarse a los cambios existentes.

Sin embargo, en fecha 26 de febrero del 2007, según **Resolución Administrativa # 003/2007**, se aprueba un ajuste a la anterior Estructura Organizacional del INLASA, la cual tiene vigencia plena desde la fecha, considerándose 7 niveles, que se detallan como sigue:

- Nivel de Decisión: Ministro de Salud y Deportes y el Director General Ejecutivo (Máxima Autoridad Ejecutiva MAE del INLASA).
- Nivel de Asesoramiento: Vigencia del Consejo Técnico y Unidad de Asesoría Legal.
- Nivel de Planificación y Control: Unidad de Planificación y Control de Gestión y Gestión de Calidad.
- Nivel de Apoyo: Funcionamiento de la Unidad de Administración y de los Comités.
- Nivel de Coordinación: Unidad Nacional de Vigilancia y Control de Calidad Alimentaria y Unidad de Bioseguridad.
- Nivel Operativo:

Producción. Conformado por los laboratorios de:

- Producción de Vacunas.
- Producción de Antisueros.
- **Producción de Medios de Cultivo.**
- **Control Oficial.** Con los laboratorios de:
  - Laboratorio de Química de Alimentos.

- Laboratorio de Microbiología de Alimentos.
- Laboratorio de Toxicología de Alimentos.
- Laboratorio de Nutrición.
- Laboratorio de Control de Calidad de Medicamentos.
- **Diagnóstico.** Conformado por los laboratorios de:
  - Laboratorio de Análisis Clínicos.
  - Laboratorio de Bacteriología.
  - Laboratorio de Citología Aplicada.
  - Laboratorio de Entomología.
  - Laboratorio de Inmunología.
  - Laboratorio de Parasitología.
  - Laboratorio de Tuberculosis.
  - Laboratorio de Virología.

### **Líneas de Mando.**

Se establece una línea de mando superior, que está a cargo de la MAE y los mandos intermedios que están a cargo de los Jefes de Laboratorios.

El nivel de asesoramiento abarca los aspectos técnicos y legales.

El nivel de planificación y control establecen los lineamientos inherentes a la

organización y sistemas de gestión de la calidad.

El nivel de apoyo coopera y brinda asistencia técnica-administrativa y técnica-científica a todos los niveles operativos del Instituto.

El nivel de coordinación transversaliza los criterios de medio ambiente y manejo de residuos sólidos.

El nivel operativo se encarga de realizar actividades y servicios técnico-operativos.

### **MISIÓN**

El INLASA es la institución pública desconcentrada del Ministerio de Salud y Deportes lideriza el desarrollo de investigaciones, elaboración de normas técnicas y políticas laboratoriales para el Sistema único de salud, programas de enfermedades transmisibles y no transmisibles, capacitación de recursos humanos a nivel nacional, realizar el diagnóstico, producción de biológicos e inmunobiológicos esenciales, el control de calidad de medicamentos, control e inocuidad de alimentos, ejerciendo autoridad y rectoría sobre los laboratorios públicos y privados con la finalidad de contribuir a las políticas del sector y el mejoramiento de la calidad de vida de la población boliviana.

### **VISIÓN**

El INLASA es el Instituto Nacional de Laboratorios de Salud de Bolivia, entidad pública descentralizada del Ministerio de Salud y Deportes reconocida por la eficiencia y confiabilidad de sus servicios, recursos humanos altamente calificados, ejerciendo rectoría de las redes de

laboratorios públicos, privados, priorizando la investigación científico-tecnológica, la prevención de riesgos y la prestación de servicios multisectoriales, actualizando normas y su difusión, el control y vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles y no transmisibles, el control de calidad e inocuidad alimentaria y de medicamentos, la producción de biológicos e inmunobiológicos, la protección del ambiente y el compromiso de fortalecer el sistema único de salud, la calidad de vida de los bolivianos y las bolivianas, en el marco de las políticas del sector.

## SERVICIOS.

**Figura 1. Servicios del INLASA**



Laboratorio de Medios de cultivo (logo)

FUENTE: Manual de Calidad del Laboratorio de Medios de Cultivo

### **Antecedentes del Servicio**

El laboratorio de Medios de Cultivo era el encargado de la preparación de los insumos que requerían los laboratorios de microbiología del INLASA, realizando preparaciones magistrales a partir de componentes de los animales criados en los bioterios. Es así que se utilizaba corazón, cerebro,

hígado y músculos de los corderos para proceder a la preparación de infusiones, extractos, peptonas, de forma galénica.

A partir de los años 70 cuando entró en el mercado los medios deshidratados, y viendo que los costos eran menores, se dejó de lado estas técnicas optándose por la compra de medios de cultivo comerciales.

Sin embargo, como las actividades que se desarrollan se realizan a través de 3 PROCESOS: Pre-analítico, analítico y post-analítico, se constituye en un servicio con características muy peculiares y único a nivel nacional.

### **Estructura Organizacional**

El laboratorio de Medios de Cultivo designado como tal en el único documento que se constituye en Instrumento Normativo para la reorganización del instituto “**Manual de organización de funciones del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud – INLASA**”, aprobado con Resolución Ministerial No.1120 el año 1985., se asume que más que un laboratorio es una Unidad con 3 áreas definidas bajo su dependencia, situación que permite, el año 2000, el diseño de su infraestructura a través de la remodelación, readecuación y redistribución de sus ambientes, además de centralizar las actividades comunes de los laboratorios del área microbiológica.

### **Laboratorio de Medios de Cultivo - INLASA**

Por Resolución Administrativa No. 003/2007 del 26 de febrero de 2007, se resuelve aprobar el ajuste a la anterior Estructura Organizacional del Instituto Nacional de Laboratorio de Salud-INLASA. Por lo tanto, el servicio pasa a denominarse Laboratorio de Producción de Medios de Cultivo y en esta

nueva estructura organizativa llega a depender directamente de la dirección del INLASA y a conformar las siguientes áreas:

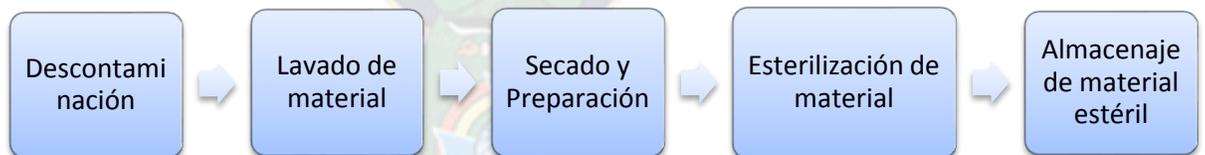
**Figura 2: Estructura Organizacional del Laboratorio de Medios de Cultivo**



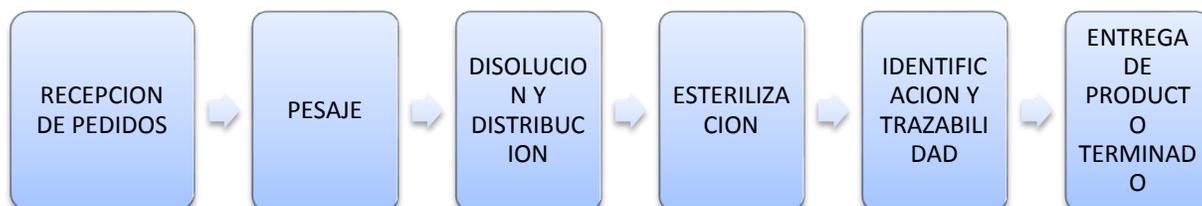
FUENTE: Elaboración propia

**Figura 3: Áreas y Secciones**

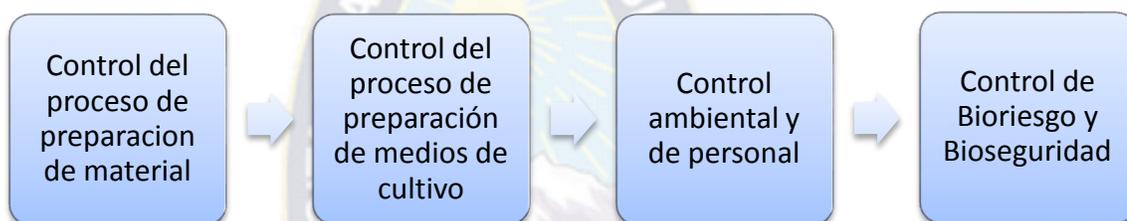
**I Área de Preparación de material, con las secciones de:**



**II Área de Preparación de medios de cultivo con las secciones de:**



### III Área de Aseguramiento de la calidad, con las secciones de:



FUENTE: Manual de Calidad del Laboratorio de Medios de Cultivo

#### MISION

Suministrar medios de cultivo y soluciones especiales de alta calidad a los laboratorios del área microbiológica del INLASA y para su venta a instituciones privadas.

#### VISION

El laboratorio de Medios de cultivo es líder en la dotación de medios de cultivo y soluciones especiales certificados, para su utilización en el área microbiológica del INLASA y de instituciones externas.

#### OBJETIVO GENERAL

**Preparar medios de cultivo y soluciones especiales aplicando las Buenas Prácticas de Laboratorio, para su dotación a los laboratorios del área microbiológica del INLASA y su venta a instituciones privadas.**

**VALORES:**

- Responsabilidad social,**
- Respeto a la persona,**
- Transparencia,**
- Compromiso,**
- Excelencia,**
- Eficacia,**
- Innovación,**
- Integridad.**

**ALCANCE:**

**El alcance de la implementación del Sistema de Gestión de Calidad abarca al AREA DE PREPARACION DE MATERIAL del Laboratorio de Medios de Cultivo perteneciente al Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA).**

### **POLÍTICA DE LA CALIDAD**

**"LABORATORIO DE MEDIOS DE CULTIVO, servicio dedicado a suministrar medios de cultivo y soluciones especiales al área microbiológica del INLASA y a instituciones externas, comprometido con el cumplimiento de los requisitos del cliente, con la capacitación**

continua de su personal técnico-operativo, aplicando las Buenas Prácticas de laboratorio para la confiabilidad del producto terminado y logrando la satisfacción del cliente mediante la mejora continua de su sistema de gestión de la calidad"

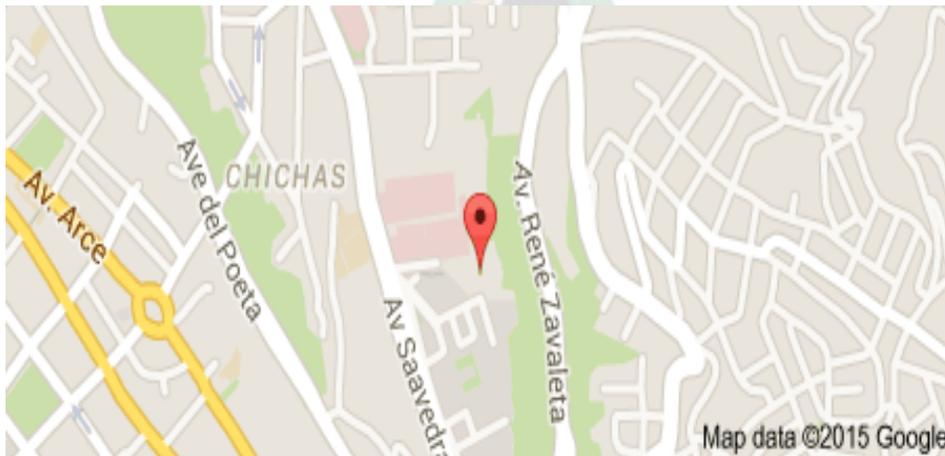
#### **OBJETIVO DE LA CALIDAD**

- 1.- Elaborar las especificaciones del 100% de los clientes.
- 2.- Cumplir con al menos del 80% de las especificaciones del cliente durante el año 2018.
- 3.- Favorecer la capacitación continua de al menos el 90% del personal técnico operativo durante el año 2018.
- 4.- Realizar los procedimientos para el aseguramiento de la calidad al 100% de los productos terminados.

#### **DIRECCIÓN DE LA INSTITUCIÓN:**

Rafael Zubieta No1889 (Lado Hospital Del Niño) Miraflores, La Paz

**Figura 4 Ubicación del INLASA**



Fuente [www.inlasa.gob.bo](http://www.inlasa.gob.bo)

### 1.3. PROBLEMÁTICA

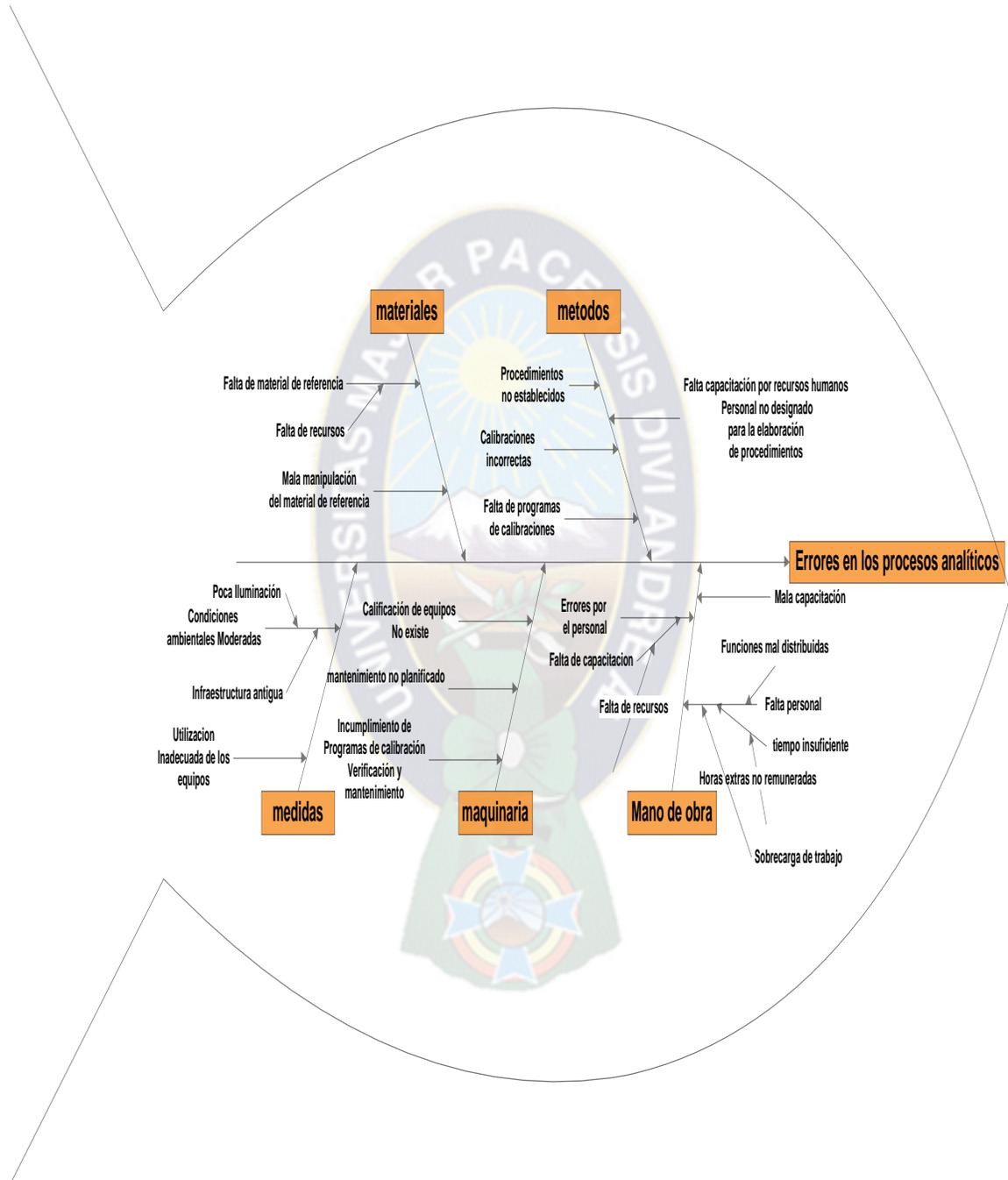
La sumatoria de errores que se van cometiendo a lo largo de los procesos analíticos, son por lo general de poco conocimiento del talento humano; por lo tanto, se hace necesario para un buen desarrollo de las actividades normales en el laboratorio evitando los errores e inexactitudes, el conocimiento de estas situaciones que impiden otorgar resultados confiables.

Por lo tanto, es prioritario saber cómo leer los resultados indicados, además de establecer los factores que influyen en nuestras lecturas, como ser del ambiente, de los materiales volumétricos y los no volumétricos ya que tienen cualidades en común y nos pueden llevar a la confusión, por ende, a un mal resultado.

Es necesario que los procesos efectuados alcancen a desarrollar aspectos que tienen que ver con:

- Garantizar la clase del equipo.
- Garantizar la trazabilidad.
- Mejorar exactitud de las mediciones y la incertidumbre.
- Aseguramiento de la calidad por medio de una certificación de un sistema de la calidad.

## 1.4. DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Elaboración propia

## **2. CAPITULO II**

### **2.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO DIRIGIDO**

En cada laboratorio, debe ser evidente la precisión de los medios de análisis utilizados para alcanzar resultados fiables. Esta exigencia es aplicada sobre todo a los laboratorios y empresas que trabajan, con normas acreditados según NTE EN ISO/IEC 17025 o certificados según EN ISO 9001.

En el marco del control de los medios de análisis, se deben conocer y documentar la precisión y la incertidumbre de medición de todos ellos antes de su liberación para su uso; asimismo se deben someter a controles periódicos en intervalos definidos.

Estos controles son necesarios, ya que se pueden producir variaciones en la precisión de medición de material volumétrico. Dentro de la mayoría de laboratorios existe material volumétrico utilizado para todo tipo de ensayos los mismos que contribuyen mayoritariamente a la efectividad del resultado por lo tanto es importante que exista un método de calibración de los mismos con una determinación de incertidumbre que pueda ser utilizada por estos laboratorios si lo requieren en sus diferentes ensayos.

Para el laboratorio de medios de cultivo del INLASA, las valoraciones volumétricas o titulaciones determinan la concentración de sustancias químicas con precisión y exactitud. Los volúmenes se determinan por los materiales volumétricos (pipeta, matraz, micro pipeta, probeta y dispensadores) que tienen como finalidad tomar una medida exacta. Estos se obtienen de varias calidades muchas veces por ser mal manipulados se dañan. Por tal razón es importante conocer la condición, el manejo, la verificación y la calibración para así dar un producto terminado confiable según los pedidos que realizan los clientes.

La verificación y calibración del material volumétrico es un procedimiento de control de calidad. Además, se debe controlar la temperatura, que influye en él, calibrado de dos formas. En primer lugar, porque el volumen ocupado por la masa de un líquido varía con ésta y en un segundo lugar, porque el volumen del material volumétrico es variable, debido a la tendencia del vidrio a dilatarse o a contraerse en función de la temperatura.

Existen procesos de calibración que son directos, son aquellos en los que el valor conocido o generado (generalmente a partir de un patrón físico o de un material de referencia certificado) se expresa en la misma magnitud que mide el equipo.



## **2.2. JUSTIFICACIÓN**

### **2.2.1. Justificación desde el punto de vista Técnico**

En el ámbito laboral es indispensable realizar medidas precisas y exactas para llegar a un gran desempeño profesional. Es por esta razón que debemos evitar el mal control y/o manejo de equipos de medición, así como del material volumétrico minimizando su periodo útil; de ahí nace la necesidad de conocer específicamente como se deben realizar procesos de verificación como requisito de aseguramiento de la calidad.

### **2.2.2. Justificación desde el punto de vista económico**

Las balanzas de precisión requieren el control diario a través de los procesos de verificación de la masa real que se pesa, controlando esta variable se evitan pérdidas de reactivos utilizados en los procesos y así se van minimizando las pérdidas institucionales.

Así también se debe tomar en cuenta al material de laboratorio que al presentar fallas o estar descalibrado genera pérdidas de reactivos y malos resultados lo cual incide directamente en la economía de la institución.

### **2.2.3. Justificación desde el punto de vista social**

Los ajustes realizados en el laboratorio harán que la institución tenga un resultado confiable en los análisis y los buenos rendimientos harán que esta tenga mayor confiabilidad por parte de sus clientes.

## **2.3. OBJETIVO**

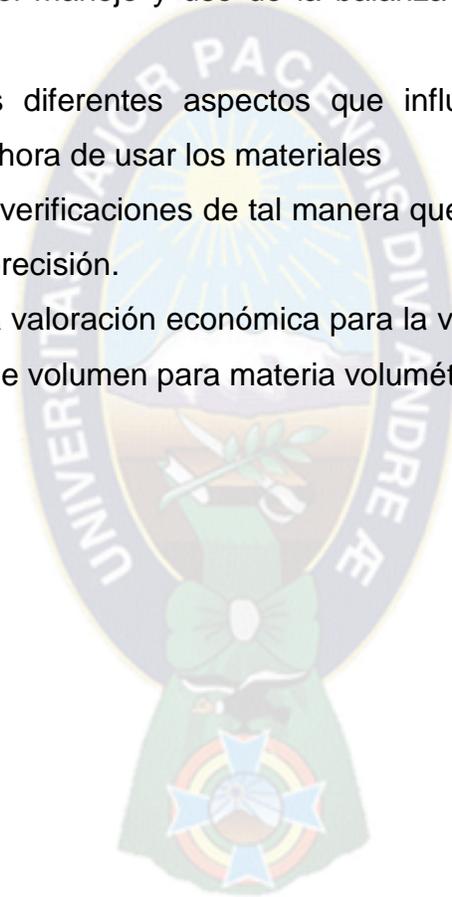
### **2.3.1. Objetivo general**

Realizar verificaciones de masa para balanzas de precisión y de volumen para material volumétrico en el laboratorio de Medios de cultivo del INLASA, elaborando los procedimientos de acuerdo a las normas establecidas (NB/ISO/TR 10013:2002).

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Verificar las balanzas de precisión utilizando como material de referencia pesa calibrada de 200 g
- Efectuar la verificación de volumen en pipetas graduadas de 1, 2, 10 y 25 ml y probetas de 25, 50 y 100 ml mediante la relación masa/volumen.
- Determinar los límites superior e inferior de discrepancia teórica, así como los límites de seguridad para el laboratorio.
- Establecer la cantidad correspondiente con el número adecuado de cifras significativas a ser tomadas en cuenta.
- Determinar la apreciación y exactitud de diferentes aparatos volumétricos que se encuentran en el laboratorio.
- Capacitar al personal en los resultados de un cálculo indicando los siguientes parámetros: cifras significativas, error relativo y error porcentual de cada material, realizando ejercicios de práctica con cada material para minimizar el margen de error, además de conocer los diferentes aspectos que influyen en la exactitud del análisis a la hora de usar los materiales
- Establecer los criterios y la metodología que se utilizarán para la verificación del material volumétrico.

- Elaborar los POE para las verificaciones realizadas incorporando nuevos procedimientos en el manejo de material volumétrico y balanzas
- Implementar los nuevos procedimientos para el manejo de material volumétrico y balanzas, para obtener destreza y habilidad en esta verificación el manejo y uso de la balanza analítica, así como en la selección.
- Conocer los diferentes aspectos que influyen en la exactitud del análisis a la hora de usar los materiales
- Realizar las verificaciones de tal manera que se pueda distinguir entre exactitud y precisión.
- Realizar una valoración económica para la verificación en balanzas de precisión y de volumen para materia volumétrico



### **3. CAPITULO III**

#### **3.1. MARCO TEÓRICO**

Los experimentos en el laboratorio involucran mediciones cuantitativas que a menudo se utilizan en cálculos para obtener otras cantidades relacionadas. Existen diferentes instrumentos que permiten medir las propiedades macroscópicas de una sustancia (es decir que puede ser determinadas directamente), en esta práctica se utilizará la balanza para medir masa; la bureta y el cilindro para medir volúmenes y el termómetro para las temperaturas.

Las propiedades de la materia que se pueden medir pertenecen a una de dos categorías: propiedades extensivas y propiedades intensivas. El valor de una propiedad extensiva dependerá de la cantidad de materia, como por ejemplo el volumen y la masa, mientras que el valor de una propiedad intensiva no dependerá de cuanta materia se utilice, como podría ser el caso de la temperatura.

La medición del volumen es empleada constantemente para los análisis químicos.

Para ello son utilizados distintos materiales que cumplen con dicha función, llevan el nombre de material volumétrico, miden es decir determina numéricamente una magnitud para así compararla con otra igual y que sea de valor constante, de una manera exacta o con gran precisión el volumen de los líquidos.

La mayoría de estos materiales están compuestos de vidrio para que al desarrollar la actividad se pueda observar el líquido con el que se está trabajando o en otros casos de plástico para que no exista ningún tipo de reacción en los componentes químicos.

Este material debe ser utilizado de manera correcta ya que es esencial para las mediciones analíticas, considerando una adecuada conservación y calibración. La calibración previene y disminuye los posibles errores de medida que afecten la exactitud que se quiere obtener.

### **3.1.1. Clasificación de material volumétrico de acuerdo con el error máximo permisible**

Al material volumétrico se le podría dar diferentes clasificaciones de acuerdo con la utilización de cada uno de estos, a su capacidad, al tipo de ajuste, etc. Pero en esta ocasión en vista de que el tema central es la calibración de dichos materiales vamos a clasificarlo de acuerdo al error máximo permitido de cada instrumento.

El error máximo permitido de un instrumento de medición es el valor extremo del error permitido por especificaciones, reglamentos, etc. para un instrumento de medición dado.

De acuerdo con el error máximo permitido el material volumétrico está dividido en dos clases: clase A y clase B. La clase de material volumétrico indica también el grado de exactitud y precisión para la certificación oficial. Y también el tiempo de espera y de vertido. Todas las tolerancias están dentro de los límites aceptados por las normas ISO

El tiempo de vertido es el tiempo para que el menisco pase de la marca superior hasta la marca inferior o la punta de la pipeta o bureta.

El tiempo de espera comienza después de que se acabe el tiempo de vertido. Durante el tiempo de espera el líquido seguirá cayendo por las paredes del tubo para conseguir la mejor medida con las buretas y pipetas, se tiene que prestar atención al tiempo de espera.

## 1. Capacidad.

- Micro volúmenes ( $\leq 1$  ml)
- Pequeños volúmenes (1 ml hasta 2000 ml)
- Grandes volúmenes ( $>2000$  ml)

## 2. Exactitud o Clase.

### Clase A

- Recipientes de mayor exactitud.
- De vidrio de boro silicato (bajo coeficiente de expansión)

### Clase B.

- Recipientes de menor exactitud.
- La tolerancia es el doble de los instrumentos clase A.
- Vidrio de aluminio de boro silicato (coeficiente de expansión relativamente grande).

## 3. Por su forma de Operación.

- Tradicionales  
De vidrio, se ajustan a una marca graduada inamovible, por ejemplo, las pipetas, dispensadores y matraces volumétricos.
- De pistón  
Operadas manual, eléctrica, neumática o hidráulicamente, volumen ajustable, por ejemplo: dispensadores, dosificadores, pipetas de pistón

## 4. Por su función o forma de calibración

- material volumétrico tipo **IN**  
Material que ha sido diseñado y construido para contener su capacidad indicada. Generalmente estos recipientes llevan la indicación "IN" o "TC".

- material volumétrico tipo EX.

Material que ha sido diseñado y construido para verter su capacidad indicada después de transcurrido el tiempo de descarga especificado. Generalmente estos recipientes llevan la indicación “EX” o “TD”.

## PRINCIPALES INSTRUMENTOS VOLUMÉTRICOS

Entre los principales instrumentos volumétricos a continuación

### 3.1.2. Los matraces volumétrico Norma DIN ISO 4787

Son usados principalmente para la preparación de soluciones. Están verificados “para contener”. Los matraces son indispensables para preparar soluciones medidas. Ponga primero el peso exacto del soluto en el matraz. Luego llene el matraz con agua (agua destilada) hasta casi la mitad del volumen y mezcle el contenido totalmente.

Después llene con más agua destilada justo un poco por debajo del volumen indicado. Añada más agua para que el menisco esté exactamente a la misma altura que la marca. Ponga atención a leer el menisco a la misma altura que el ojo y para no mojar la pared del cuello por encima del aforo.

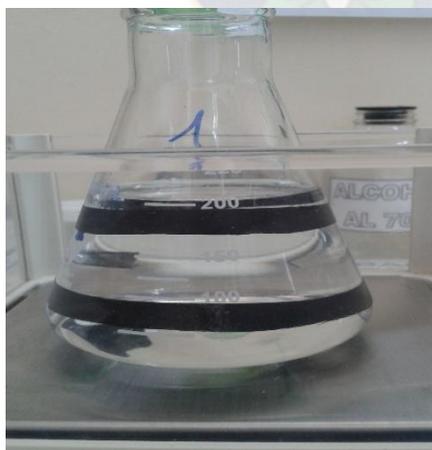


Ilustración 1: Matraz volumétrico

### 3.1.3. Las probetas

Las probetas son usadas para la medida exacta de líquidos y están verificadas “para contener”. Rellene la probeta hasta que el nivel del menisco llegue a la marca deseada y preste especial atención al posible error de paralaje al leer el menisco. Procure no mojar la pared de la probeta sobre la marca.



Ilustración 2: probeta graduada

### 3.1.4. Las pipetas

Las pipetas están verificadas “para verter”. El primer paso es llenar la pipeta, para llenarla debe usar SIEMPRE un pipeteador o pi-pump. Llène como máximo hasta 10mm sobre el aforo o línea de graduación de la pipeta.

Entonces debe limpiar y secar la superficie externa de la pipeta. Mantenga la pipeta al nivel de su vista y sitúe la punta de la pipeta sobre la pared del recipiente, éste un poco inclinado. Debe entonces descargar el exceso hasta que el menisco alcance el aforo o la línea de graduación. El segundo paso es vaciar la pipeta. Debe vaciar la pipeta situando la punta de la pipeta sobre la pared del contenedor, éste inclinado. Ponga atención a vaciar la pipeta completamente (o hasta el 2º aforo o línea de graduación inferior).

Las pipetas se subdividen en:

### **Pipeta volumétrica**

Se utiliza para transferir un volumen fijo de un líquido. Cada pipeta está calibrada para medir una sola cantidad de líquido.

Estas pipetas calibradas TD (todeliver) transfieren el volumen final correcto sin tener que soplar. Las pipetas aforadas ofrecen un máximo nivel de



exactitud

Ilustración 3: Pipetas volumétricas

### **Pipetas graduadas**

Las pipetas graduadas se subdividen en tres tipos:

#### ***De tipo 1 también llamada Pipeta graduada Mohr***

Son de vaciado parcial con el punto cero arriba. Está calibrada para medir diferentes volúmenes. Existen con distintas capacidades volumétricas, de acuerdo al volumen que se necesite medir. Las distintas capacidades de volumen son: 1, 2,5, 10 y 25ml.

Estas pipetas están calibradas de forma tal que el volumen, en la punta de la pipeta, no está incluido en la capacidad volumétrica de la pipeta. No se debe



transferir este volumen.

Ilustración 4: Pipeta graduada tipo 1

### **De tipo 2**

Vaciado total con volumen nominal arriba. Difiere de la pipeta graduada Mohr en que está graduada hasta la misma punta. Este volumen debe ser forzado al descargar la pipeta, ya que es importante en la medida. Se debe transferir todo el volumen.

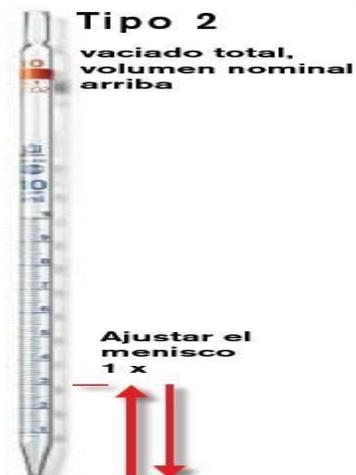


Ilustración 5: Pipeta graduada tipo 2

### **De tipo 3**

Son de vaciado total con punto cero arriba. Difiere de la pipeta graduada Mohr en que está graduada hasta la misma punta. Este volumen debe ser forzado al descargar la pipeta, ya que es importante en la medida. Se debe transferir todo el volumen.



Ilustración 6: Pipeta graduada tipo 3

#### **3.1.5. Los dispensadores**

Los dispensadores se usan para valoraciones y están verificados “para verter”. Primero, enjuague el dispensador muy bien con la solución que vaya a usar como patrón. Luego, llene el frasco del dispensador un poco más alto que la marca cero.

Llene también la punta del dispensador con la solución patrón. Ponga atención en que no haya burbujas dentro del frasco. Llene con más solución patrón hasta un máximo de 10mm por encima de la marca cero y tenga cuidado en no humedecer la pared del dispensador sobre el nivel de líquido. Leyendo el menisco al nivel de su altura, vacíe la solución hasta el punto

exacto del cero. En este momento, tiene que retirar las gotas en la punta del dispensador. Entonces tiene que abrir la llave muy despacio y empezar la valoración y también evitar que la punta del dispensador no toque la pared del vaso que use. Cierre la llave del dispensador y espere 30 segundos en el dispensador con tiempo de espera. Tiene que leer el volumen descargado a nivel de su ojo. No olvide retirar la gota que quede en la punta puesto que también forma parte del volumen valorado.



Ilustración 7: Dispensador

### **3.2. PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTANDARIZADO (POE) PARA EL PESAJE**

Garantizar el procedimiento de pesaje en la sección para cumplir las exigencias establecidas en la preparación de los diferentes medios de cultivo y soluciones especiales, efectuando previamente la verificación de la balanza analítica del laboratorio para calcular su rango, promedio, varianza, desviación estándar.

De acuerdo a la depreciación de las balanzas y a su tipo, existe diferencia entre equipos puesto que desarrollan trabajos diferentes aun realizando las mismas actividades en el laboratorio.

Es por esto que existe una balanza digital para cada clase de servicio (sustancias, moneda, joyas, objetos, líquidos, etc.).

De este modo tenemos los siguientes conceptos sobre balanzas y su depreciación en cuanto a su costo en función a su vida útil:

**Balanza digital tipo portátil:** es considerada la mejor dentro de las balanzas digitales, no sólo por su pequeña dimensión, sino también por su increíble precisión y su fácil traslado. Estos artefactos genéricos son de muy buena calidad, pero por consiguiente de una vida útil muy corta por ser muy sensible y de tamaño pequeño, el % de depreciación de esta llega hacer mayor que el de una balanza de tipo industrial y la de tipo común.

**Balanza digital tipo industrial:** tiene precisión, pero no comprende de una vida útil amplia porque tiene amplio rango de pesaje

**Balanza digital de laboratorio:**(tipo común) de alta precisión, es muy sensible al ruido, tiene una vida útil de 5 a 9 años.

### **Balanza Analítica**

La balanza es un instrumento que sirve para medir la masa, Este tipo de balanza es uno de los instrumentos de medida más usados en laboratorio y de la cual dependen básicamente todos los resultados analíticos.

Las balanzas analíticas modernas, que pueden ofrecer valores de precisión de lectura de 0,1 µg a 0,1 mg, están bastante desarrolladas de manera que no es necesaria la utilización de cuartos especiales para la medida del peso. Aun así, el simple empleo de circuitos electrónicos no elimina las interacciones del sistema con el ambiente. De estos, los efectos físicos son los más importantes porque no pueden ser suprimidos.

## **Localización de la balanza.**

La precisión y la confianza de las medidas del peso están directamente relacionadas a la localización de la balanza analítica. Los principales puntos que deben de ser considerados para su correcta posición son:

### **1) Características de la sala de medida:**

- Tener apenas una entrada.
- Tener el mínimo número de ventanas posible, para evitar la luz directa del sol y corrientes de aire.
- Ser poco susceptible a choques y vibraciones

### **2) Las condiciones de la mesa para la balanza:**

- Quedar firmemente apoyada en el suelo o fija en la pared, de manera a transmitir un mínimo de vibraciones posible.
- Ser rígida, no pudiendo ceder o inclinarse durante las operaciones de medida. Se puede utilizar una de laboratorio bien estable o una de piedra.
- Localizarse en los sitios más rígidos de la construcción, generalmente en los rincones de la sala.
- Ser anti magnética (no contener metales o acero) y protegida de cargas electrostáticas (no contener plásticos o vidrios).

### **3) Las condiciones ambientales:**

- Mantener la temperatura de la sala constante.
- Mantener la humedad entre 45% y 60% (debe de ser monitoreada siempre que sea posible).
- No permitir la incidencia de luz solar directa.

- No hacer las medidas cerca de irradiadoras de calor.
- Instalar las luminarias lejos de la balanza, para evitar disturbios por Radiación térmica. El uso de lámparas fluorescentes es menos problemático.
- Evitar la medida cerca de aparatos que utilicen ventiladores (ej.: aire acondicionado, ordenadores, etc.) o cerca de la puerta.

### 3.3. AJUSTE / CALIBRACIÓN

#### CALIBRACIÓN

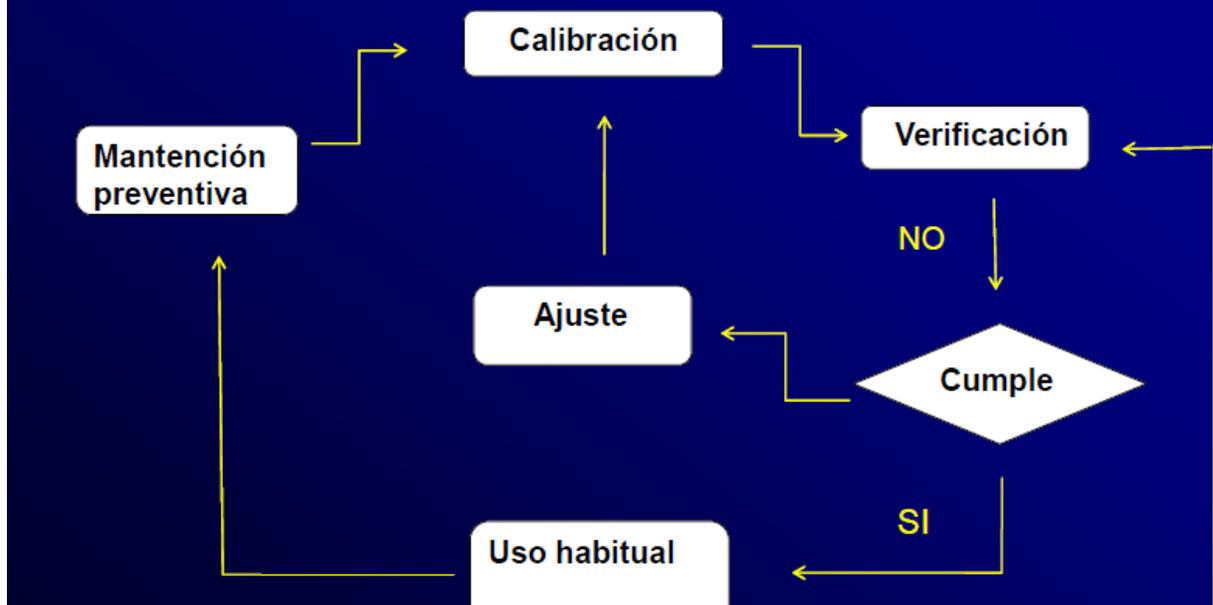
Operaciones que, bajo condiciones específicas, establecen la **relación entre los valores indicados** por un instrumento de medición (o medida materializada) y los valores correspondientes de la misma magnitud, realizados por los patrones.

#### AJUSTE

Operación destinada a poner un instrumento de medición en estado de funcionamiento adecuado para su uso.

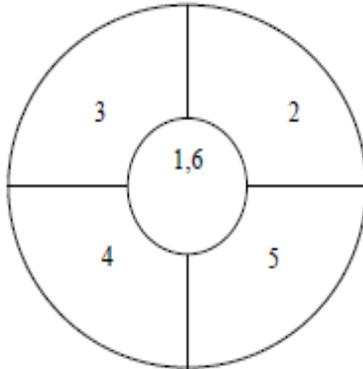
**Nota: El ajuste puede ser automático, semiautomático o manual.**

# Ciclo metrológico de un instrumento



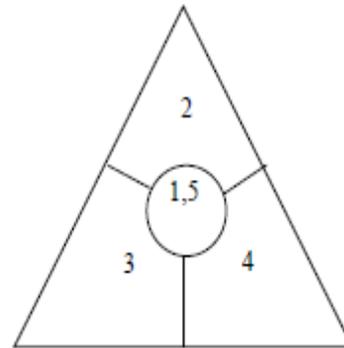
La calibración de balanzas es un conjunto de operaciones que se realizan para establecer el comportamiento de una balanza frente a patrones de masa.

**3.4. SECTORES EN QUE SE DIVIDEN LOS DIFERENTES RECEPTORES DE CARGA PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS.**



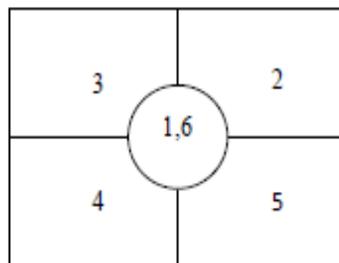
**Figura 1**

Sectores de colocación de carga para un receptor de forma circular.



**Figura 2**

Sectores de colocación de carga para un receptor de forma triangular.



**Figura 3**

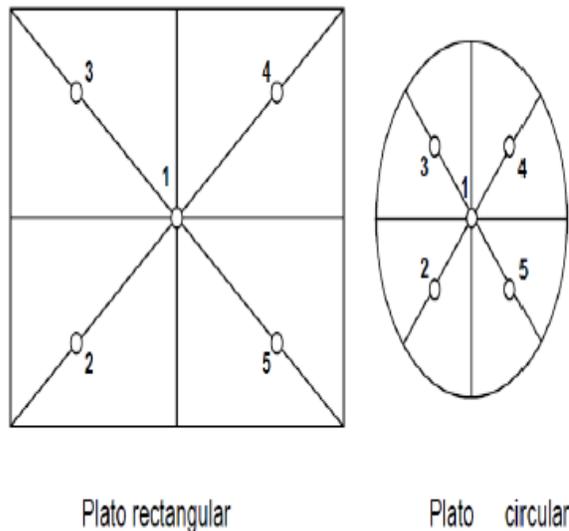
Sectores de colocación de carga para un receptor de forma cuadrada.

**Se realizan tres pruebas:**

### 3.4.1. Prueba de Excentricidad

Este ensayo, se realiza para estudiar las diferencias en las lecturas de la balanza, cuando las cargas se sitúan fuera del centro geométrico del plato. Las diferentes indicaciones de la carga aplicada deben cumplir con los errores máximos permitidos.

Se utilizará una carga de un 1/3 ó 1/4 de la capacidad máxima de la balanza. Situar la masa, o masas patrón, en el centro del platillo y efectuar la lectura. Después realizar la misma operación con las masas desplazadas del centro a las posiciones 2, 3, 4 y 5 indicadas en la figura, haciendo la lectura correspondiente en cada posición. El error de excentricidad  $E_{ecc}$  corresponde a la máxima diferencia entre las indicaciones obtenidas:



$$E_{ecc} = I_{max} - I_{min}$$

El error de excentricidad  $E_{ecc}$  deberá ser menor o igual al valor absoluto del error máximo permisible.

## Prueba de Excentricidad

Tipo de Balanza analítica		Condiciones iniciales	Temperatura: 20.8-c
Marca: AND		Condiciones Finales	Humedad: 41%
Modelo: EK -300 i		Temperatura: 21.1 -c	
No. Seré: P 1812841		Humedad: 39%	
Max (g): 600		Marca de pesa: Mettler toledo	
d (g): 0.001		Tiempo de estabilización: 10 seg	
Fecha de calibración: 25/01/2018		Peso teórico (50%de alc.max): 100 g	
		Tiempo de ambientación: 30 min	
	Inicio: 09:19		
Hora			
	Termino: 09:29		Tiempo de estabilización: 10 seg

Lectura en posición	Valor nominal (g)	Lectura Directa (g)	Lectura corregida (g)	Error respecto al promedio del centro (g)
1	100	s/c 0,0000	99,8386	-0,0001
		c/c 99,8386		
2		s/c 0,0000	99,8384	-0,0003
		c/c 99,8384		
3		s/c 0,0000	99,8385	-0,0002
		c/c 99,8385		
4		s/c 0,0000	99,8388	+0,0001
		c/c 99,8388		
5		s/c 0,0000	99,8390	+0,0003
		c/c 99,8390		
6		s/c 0,0000	99,8390	+0,0003
		c/c 99,8390		

s/c 0,0000

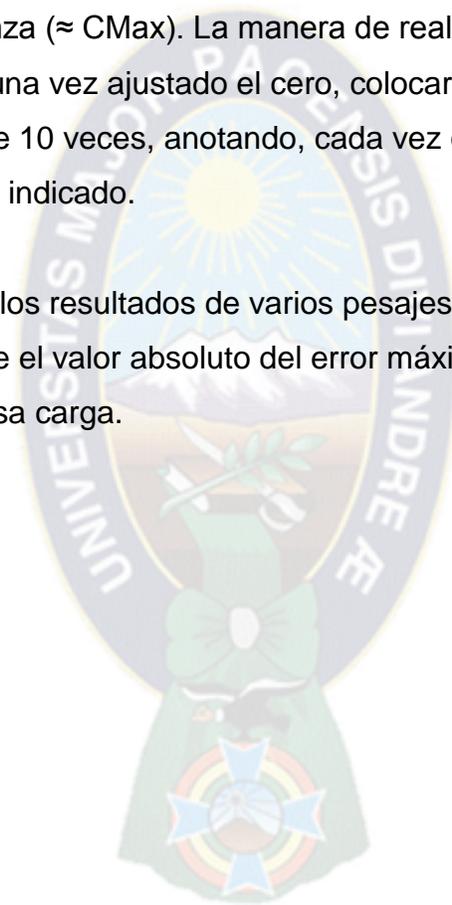
$$\bar{X} = 99,8387$$

### 3.4.2. Prueba de Repetibilidad

La repetibilidad de la balanza es una medida de lo bien que ésta será capaz de medir de forma repetitiva una masa. Junto con el resto de las pruebas a realizar, nos asegura que el valor de la masa obtenido es el correcto.

La prueba de repetibilidad se realizará con una carga cercana a la capacidad máxima de la balanza ( $\approx C_{Max}$ ). La manera de realizar el estudio de repetibilidad será, una vez ajustado el cero, colocar y quitar la masa, o masas patrón, una serie de 10 veces, anotando, cada vez que se obtenga la estabilidad, el valor indicado.

La diferencia entre los resultados de varios pesajes de la misma carga no debe ser mayor que el valor absoluto del error máximo permitido del instrumento para esa carga.



### Prueba repetibilidad al 100 %

Tipo de Balanza analítica		Condiciones iniciales	Temperatura: 21.4 °c
Marca: AND		Condiciones iniciales	Humedad: 39%
Modelo: EK -300 i		Condiciones Finales	Temperatura: 21.5 °c
No. Seré: P 1812841		Condiciones Finales	Humedad: 39%
Max (g): 600		Condiciones Finales	Marca de pesa: Mettler toledo
d (g): 0.001		Condiciones Finales	Tiempo de estabilización: 10 seg
Fecha de calibración: 25/01/2018		Condiciones Finales	carga prox a 100 % del máx. (g) teórica :210
Hora	Inicio: 10:01	Condiciones Finales	carga prox a 100 % del máx. (g) real :200
	Termino: 09:56	Condiciones Finales	

#### Al 100% del alcance máximo □

Prueba No.	Valor nominal (g)	Lectura directa (g)	Lectura corregida (g)	Error (g)
1	200	s/c 0,0000	199,6540	-0,3460
		c/c 199,6540		
2		s/c 0,0000	199,6539	-0,3461
		c/c 199,6539		
3		s/c 0,0000	199,6540	-0,3460
		c/c 199,6540		
4		s/c 0,0000	199,6540	-0,3460
		c/c 199,6540		
5		s/c 0,0000	199,6540	-0,3460
		c/c 199,6540		
6	s/c 0,0000	199,6541	-0,3459	
	c/c 199,6541			
7	s/c 0,0000	199,6541	-0,3459	
	c/c 199,6541			
8	s/c 0,0000	199,6539	-0,3461	
	c/c 199,6539			
9	s/c 0,0000	199,6540	-0,3460	
	c/c 199,6540			
10	s/c 0,0000	199,6539	-0,3461	
	c/c 199,6539			

s/c 0,0000

### 3.4.3. Prueba de Linealidad (exactitud)

Esta prueba se realiza con al menos 5 cargas de prueba diferentes, distribuidas de forma razonablemente uniforme en el alcance de pesada normal (alcance máximo), o en puntos de prueba individuales acordados.

#### Prueba de error de linealidad

Tipo de Balanza analítica		Condiciones iniciales	Temperatura: 21.4 -c
Marca: AND			Humedad:39%
Modelo: EK -300 i		Condiciones Finales	Temperatura: 21.5 -c
No. Seré: P 1812841			Humedad:39%
Max (g): 600			Marca de pesa: Mettler Toledo
d (g): 0.001			Tiempo de estabilización: 10 seg
Fecha de calibración: 25/01/2018			
Hora	Inicio: 10:01		
	Termino: 10:21		

Peso teórico ascendente (g)	Valor nominal masa convencional de pesas patrón (g)	Lectura directa ascendente (g)	Lectura corregida ascendente (g)	Peso teórico descendente (g)	Lectura directa descendente (g)	Lectura corregida descendente (g)	Promedio de lectura corregida del mismo valor nominal (g)	Error
0.1	0.1	s/c 0.0000 e/c0.1000	0,1000	200.0	s/c0.0000 e/c199.6545	199,6545	0,09995	-0,00005
0.2	0.2	s/c0.0000 e/c0.1999	0,1999	150.0	s/c0.0000 e/c149.7475	149,7475	0,1998	-0,0002
0.5	0.5	s/c0.0000 e/c0.4994	0,4994	100.0	s/c0.0000 e/c99.8387	99,8387	0,4994	-0,0006
1.0	1.0	s/c0.0000 e/c0.9994	0,9994	50.0	s/c0.0000 e/c49.9090	49,9090	0,9995	-0,0005
2.0	2.0	s/c0.0000 e/c1.9929	1,9929	20.0	s/c0.0000 e/c19.9610	19,9610	1,99305	-0,00695
5.0	5.0	s/c0.0000 e/c4.9917	4,9917	10.0	s/c0.0000 e/c9.9887	9,9887	4,9917	-0,0083
10.0	10.0	s/c0.0000 e/c9.9888	9,9888	5.0	s/c0.0000 e/c4.9917	4,9917	9,98875	-0,01125
20.0	20.0	s/c0.0000 e/c19.9570	19,9570	2.0	s/c0.0000 e/c1.9932	1,9932	19,959	-0,041
50.0	50.0	s/c0.0000 e/c49.9091	49,9091	1.0	s/c0.0000 e/c0.9996	0,9996	49,90905	-0,09095
100.0	100.0	s/c0.0000 e/c99.8387	99,8387	0.5	s/c0.0000 e/c0.4994	0,4994	99,8387	-0,1613
150.0	150.0	s/c0.0000 e/c149.7478	149,7478	0.2	s/c0.0000 e/c0.1997	0,1997	149,74765	-0,25235
200.0	200.0	s/c0.0000 e/c199.6547	199,6547	0.1	s/c0.0000 e/c0.0999	0,0999	199,6546	-0,3454

### 3.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VERIFICACIÓN DE LA BALANZA

#### Verificación

- verificar la balanza regularmente, más todavía cuando está siendo operada por vez primera, si fue cambiada de sitio, después de cualquier nivelación y después de grandes variaciones de temperatura o de presión atmosférica.

#### Mantenimiento

- Mantener siempre la cámara de medida y el plato limpios.
- Utilizar el material de vidrio estéril limpio y seco.

#### Influencias físicas sobre las masadas

Cuando el mostrador de la balanza quede inestable, sea por variación continua de la lectura para más o menos o simplemente si la lectura está errada. SIEMPRE se debe estar observando influencias físicas indeseables sobre la operación. Las más comunes son:

##### 3.5.1. Temperatura

**Motivo:** La existencia de una diferencia de temperatura entre la muestra y el ambiente de la cámara de medida causa corrientes de aire. Esas corrientes de aire generan fuerzas sobre el plato de medida haciendo con que la muestra parezca más leve (conocida por fluctuación dinámica). Este efecto solo desaparece cuando el equilibrio térmico es establecido. Además, el filme de humedad que cubre cualquier muestra, que varía con la temperatura, es encubierto por la fluctuación dinámica. Esto hace con que un objeto más frío parezca más pesado, o un objeto más caliente parezca más leve.

#### **Acciones correctivas:**

- Nunca pesar muestras retiradas directamente de estufas, muflas o refrigeradores.
- Dejar siempre que la muestra alcance la misma temperatura del laboratorio o de la cámara de medida.
- Tratar siempre de manipular los frascos de medida o las muestras con pinzas. No siendo posible, utilizar una banda de papel.
- No tocar con las manos la cámara de medida.
- Usar frascos de medida con la menor área posible.

#### **3.5.2. Variación de masa**

Efecto observado: el mostrador indica lecturas que aumentan o disminuyen, continua y lentamente.

**Motivo:** aumento de masa debido a una muestra higroscópica (aumento de humedad atmosférica) o pérdida de masa por evaporación de agua o de sustancias volátiles.

#### **Acciones correctivas:**

- Usar frascos limpios y secos y mantener el plato de medida siempre libre de polvo, contaminantes o gotas de líquidos.
- Usar frascos de medida con cuello estrecho.
- Usar tapas o corchos en los frascos de medida.

#### **3.5.3. Electrostática**

Efecto observado: El mostrador de la balanza queda inestable e indica masas distintas a cada medida de la misma muestra. La reproducibilidad de los resultados queda comprometida.

**Motivo:** El frasco de medida está cargado electrostáticamente. Estas cargas son formadas por fricción o durante el transporte de los materiales, especialmente si son en gránulos o en polvo. Si el aire está seco (humedad relativa menor que 40%) estas cargas electrostáticas quedan retenidas o son dispersas lentamente. Los errores de medida ocurren por fuerzas de atracción electrostática que actúan entre la muestra y el ambiente. Si la muestra y el ambiente están bajo el mismo efecto de cargas eléctricas de misma señal [+ o -] hay repulsión, mientras que bajo el efecto de cargas opuestas [+ y -] se observan atracciones.

**Acciones correctivas:**

- Aumentar la humedad atmosférica utilizando un humidificador o por ajustes apropiados en el sistema de aire acondicionado (humedad relativa ideal: 45-60%).
- Descargar las fuerzas electrostáticas, poniendo el frasco de medida en un recipiente de metal, antes de la medida del peso.
- Conectar la balanza a un “cable tierra” eficiente.

**3.5.4. Magnetismo**

Efecto observado: baja reproducibilidad. El resultado de la medida del peso de una muestra metálica depende de su posición sobre el plato de la balanza.

**Motivo:** Si el material es magnético (ej.: hierro, acero, níquel, etc.) puede estar ocurriendo atracción mutua con el plato de la balanza, y pueden estar siendo creadas fuerzas que originen una medida falsa.

**Acciones correctivas:**

- Si posible, desmagnetizar las muestras hierro magnéticas.

- Como las fuerzas magnéticas disminuyen con la distancia, separar la muestra del plato usando un soporte no-magnético (ej.: un Bécquer bocabajo o un soporte de aluminio).
- Usar el gancho superior del plato de la balanza, cuando lo haya.

### **3.5.5. Gravitación**

Efecto observado: el valor del peso varía de acuerdo con la latitud. Cuanto más cerca del ecuador, mayor la fuerza centrífuga debida a la rotación de la tierra, que se contrapone a la fuerza gravitacional. Así, la fuerza actuando sobre una masa es mayor en los polos que en el ecuador. Las medidas dependen además de la altitud en relación al nivel del mar (más exactamente, en relación al centro de la tierra). Cuanto más alto, menor la atracción gravitacional, que disminuye con el cuadrado de la distancia.

#### **Acciones correctivas:**

- Medidas diferenciales o comparativas o de precisión, hechas en distintas latitudes (ej.: en el piso bajo o en otros pisos de un mismo edificio) deben de ser corregidas.

### **3.5.6. Empuje**

Efecto observado: el resultado de una medida del peso hecha a presión atmosférica no es el mismo que al vacío.

**Motivo:** este fenómeno es explicado por el principio de Arquímedes, según el cual “un cuerpo sufre una pérdida de peso igual al peso de la masa del medio que es deslocado por él”. Cuando se mide el peso de materiales muy densos (ej: Hg) o poco densos (ej: agua), deben de ser hechas correcciones, en favor de la precisión.

### **Acciones correctivas:**

- Medidas diferenciales o comparativas o de mucha precisión, efectuadas en días distintos, deben siempre ser corregidas con relación al empuje, teniéndose en cuenta la temperatura, la presión y la humedad atmosférica. Los trabajos corrientes de laboratorio normalmente dispensan estas acciones.

### **3.6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

#### **3.6.1. Material, equipos, insumos y enseres:**

- Balanza analítica
- Balanza de precisión
- Espátulas
- Cucharilla plástica
- Vaso cónico
- Agua destilada
- Papel seda
- Mesa de mármol
- Taburete de marera
- Marcador negro doble punta
- bolígrafo
- hojas de trabajo
- erlermeyer de 2000,1000,500,250,100 y 50 ml estériles
- tubos de ensaya de 130x 13 mm estériles
- materias primas solidas
- Medios de cultivo líquidos semisólidos y sólidos
- Reactivos químicos sólidos y líquidos
- Procedimientos generales
- calculadora
- repasador de tela

- bata
- gorro
- barbijo
- guantes quirúrgicos
- Trapeador de tela
- Haragán de goma
- Escoba
- Levantador de basura
- Canastillo plástico para basura
- Trapeador de tela,
- Haragán de goma,
- Escoba,
- Levantador de basura.

### **3.6.2. Procedimiento**

1. El auxiliar de laboratorio que está asignado a la sección de Preparación de material según el rote semanal debe ingresar a realizar la limpieza del ambiente de pesaje con su mandil gorro y barbijo.
2. Verificar que la sección haya quedado limpia y ordenada.
3. Proceder a realizar la limpieza de la sección de acuerdo al procedimiento operacional estándar para limpieza y desinfección de ambientes del laboratorio LMC/P/POE-LDA-07-1.
4. La persona encargada de realizar la pesada debe colocarse bata, gorro, barbijo y guantes quirúrgicos.
5. Encender la balanza de acuerdo al instructivo LMC/I/UB-12-B-1, LMC/I/UB-12-B-2.
6. Verificar la balanza con la pesa patrón de acuerdo al instructivo LMC/I/VB-0012-B-3.

7. Llenar el registro LMC/R/VB-00012-B1.
8. Seleccionar las solicitudes de pedidos de medios de cultivo LMC/R/SMCySE-00012-A1 por orden de llegada, en base al programa LMC/PR/CRA-8.
9. Llenar las hojas de trabajo LMC/R/HT-00012-B-2, codificando según el registro LMC/R/CHT-00012-B-3 siguiendo el instructivo LMC/I/EHT-0012-B-4, considerando las especificaciones del cliente, basados en los instructivos LMC/I/PMCySE-0012-B-5.
10. Sacar de los estantes los medios de cultivos y reactivos químicos a ser preparados.
11. Seleccionar todo el material de vidrio estéril a ser utilizado para trasvasar las sustancias pesadas.
12. Marcar los nombres de los medios a prepararse con las siglas: medio de cultivo, volumen total y pH
13. Proceder a pesar rápidamente cada medio de cultivo según el cálculo en la hoja de trabajo teniendo en cuenta que las sustancias son higroscópicas.
14. Cerrar el frasco del medio deshidratado.
15. Cada vez que se abra uno nuevo, colocar la fecha de apertura
16. Trasvasar el medio pesado a los Erlenmeyer correspondientes y cubrir con capuchón y papel materia.
17. Limpiar adecuadamente el platillo de la balanza, eliminando todo residuos, con ayuda de algodón embebido en alcohol al 70%
18. Llevar todos los Erlenmeyer ya con medios deshidratados hacia la sección de preparación.
19. Mantener los envases de todas las materias primas, medios de cultivo y reactivos perfectamente cerrados, para evitar que se hidraten.

20. Queda terminantemente prohibido pesar sustancias químicas y / o medios de cultivo sin la constancia de la hoja de trabajo
21. Queda terminantemente prohibido que los envases de los medios de cultivo se queden en la sección de pesaje
22. Terminada la tarea de pesaje, dejar la sección debidamente ordenada
23. Salir de la sección dejando bata, gorro, barbijo y guantes quirúrgicos para la circulación por los ambientes de la unidad
24. Al finalizar la semana dejar los guantes, gorro y barbijo en el contenedor de color rojo
25. El auxiliar de laboratorio debe lavar el repasador de trapeador de la tela de la sección de pesaje
26. El auxiliar de laboratorio debe sacar el día viernes, toda la basura generada en la sección
27. Al finalizar la semana el personal de la sección de preparación de material debe entregar toda la indumentaria usada para su correspondiente lavado.

### **3.6.3. Limpieza del material**

Para la limpieza, muchas veces es suficiente una disolución de un detergente común. En caso de que no fuera suficiente, se puede utilizar mezcla crómica o una disolución de hidróxido de potasio en alcohol (esta última no debe dejarse mucho tiempo en contacto con el vidrio porque lo ataca lentamente).

Siempre que se utilice una disolución de limpieza, el recipiente se lavará cuidadosamente, primero con agua corriente y después con agua destilada para verificar que las paredes queden uniformemente humedecidas.

El material aforado no debe ser secado en estufa ya que puede provocar distorsión del vidrio y causar un cambio en el volumen.

Es importante asegurar la limpieza debido a que el volumen vertido o contenido de un equipo volumétrico depende de la limpieza de la superficie del equipo:

1. Pueden alterar el volumen entregado o recibido.
2. Existe una mala apreciación del menisco, no se puede observar la curvatura que tiene el menisco al momento de aforo.
3. Formación de burbujas, en el momento de agregar el agua para realizar el aforo del equipo.
4. Contaminación del agua, que nos sirve como patrón ya que es agua bidestilada.

Los insumos a utilizar para la limpieza del material volumétrico pueden ser:

- Alcohol
- Detergente neutro
- Acetona
- Agua ras
- Agua destilada
- Sustancias químicas que no dañen el instrumento
- Estufa de secado

#### **3.6.4. Actividades y requerimientos previos a la verificación**

Para el ambiente con condiciones controladas y registradas se debe considerar:

- La temperatura del laboratorio debe estar alrededor de 20 °C, con variaciones de hasta 3 °C
- La humedad relativa debe estar entre 30% y 60

- Las variaciones de presión atmosférica pueden ser de 1 durante el proceso de verificación.



## **4. CAPITULO IV**

### **4.1. METROLOGÍA**

#### **4.1.1. Metrología**

La metrología es la ciencia de las medidas; en su generalidad, trata del estudio y aplicación de todos los medios propios para la medida de magnitudes, tales como: longitudes, ángulos, masas, tiempos, velocidades, potencias, temperaturas, intensidades de corriente, etc. es fácil ver que la metrología entra en todos los dominios de la ciencia.

#### **4.1.2. Importancia de la metrología**

Los sistemas de medición reflejan la tradición y el cambio de los pueblos pues el ser humano como parte de su evolución siempre está en la búsqueda de nuevos patrones y nuevas formas de medir.

La capacidad de medición de un país indica el nivel de desarrollo tecnológico del mismo. Entonces la Metrología es una condición necesaria (aunque no suficiente) para lograr calidad y ser competitivo.

Dentro de los aspectos más importantes de la metrología están:

Que brinda un soporte técnico a la industria, ciencia y comercio

- Permite el intercambio equitativo en las actividades del comercio nacional e internacional
- Protege al consumidor
- Mejoramiento de la calidad

Siendo lo fundamental de la metrología la obtención y aplicación del valor de las magnitudes, garantizando la trazabilidad de los procesos y la consecución de la exactitud requerida en cada caso empleando para ello instrumentos métodos y medios apropiados

### **4.1.3. Clasificación de la metrología**

#### **4.1.3.1. Metrología industrial**

Es la parte de la metrología que se ocupa de lo relativo a los medios y métodos de medición y calibración de los patrones y equipos de medición empleados en producción, comercio, inspección y pruebas con el objetivo de promover la competitividad a través de la permanente mejora de las condiciones que inciden en la calidad.

#### **4.1.3.2. Metrología científica**

Es la parte de la metrología que se encarga de la custodia y mantenimiento de patrones para asegurar la trazabilidad de las unidades del Sistema Internacional (SI)

Promueve la investigación y desarrollo de nuevas técnicas de medición de calidad, sobre bases científicas para garantizar su reconocimiento y equivalencia a nivel internacional

#### **4.1.3.3. Metrología legal**

Es la parte de la metrología constituida por el conjunto de procedimientos legales, administrativos y técnicos establecidos por la autoridad competente, con la finalidad de especificar y asegurar de forma reglamentaria, el nivel de calidad y credibilidad de las mediciones utilizadas en los controles oficiales, el comercio, la salud, la seguridad y el medio ambiente.

### **4.1.4. Material volumétrico**

#### **4.1.4.1. Generalidades**

En todo laboratorio existen materiales volumétricos que facilitan la tarea de un experimento, cada uno es fabricado de acuerdo con las condiciones que

tendrá que soportar y de acuerdo al uso que se le vaya a dar, entre los principales materiales para la fabricación de los instrumentos volumétricos están el vidrio y polímeros sintéticos de última generación (fluoropolímeros).

#### **4.1.4.2. Propiedades de los materiales con que se fabrican los instrumentos volumétricos**

La propiedad de fabricación de los elementos de laboratorio de material de vidrio debe responder a una serie de propiedades físicas y químicas que lo hagan apto para su uso. El que ha ido consolidándose a lo largo de los años como vidrio idóneo es el “vidrio boro silicato 3.3”.

##### **Propiedades físicas**

La utilización en el laboratorio requiere un producto satisfactorio en los límites de temperatura y presión. En el vidrio boro silicato, por su alto contenido en sílice, ha sido posible alcanzar el más bajo coeficiente medio de dilatación lineal ( $3,3 \times 10^{-6}$ ), por lo que el vidrio está a prueba de fuego hasta el grado máximo. Gracias a esta propiedad el vidrio se mantiene indiferente a los cambios bruscos de temperatura, así como al alto calentamiento, dependiendo naturalmente del espesor de las paredes y de la forma del producto

No obstante, no es recomendable calentar las piezas de vidrio por encima de los 450°C ya que pueden producirse tensiones permanentes en el vidrio.

En el caso de que durante su manipulación la temperatura supere los 450°C es conveniente dejarlo enfriar durante varias horas a temperatura ambiente.

**Tabla 1: Propiedades físicas del boro silicato**

PROPIEDAD	VALOR
Constante de dilatación lineal(20-300°C)	$3.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densidad (a 20°C)	$2.23 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
Temperatura de determinación de viscosidad	1260°C
Temperatura de recocido	560°C
Temperatura de deformación	515°C
Temperatura de transformación	525°C

Fuente: Catalogo de materiales POBEL®. Apéndice técnico 2010-2011

### Propiedades químicas

El vidrio borosilicato no contiene metales pesados ni zinc, ni arsénico y además su indiferencia química se demuestra en el hecho de que después de repetidas esterilizaciones drásticas en autoclave superior a 150°C no ocurre ningún daño en la superficie del vidrio.

**Tabla 2: Propiedades químicas del boro silicato**

FORMULA MOLECULAR	NOMBRE	PORCENTAJE EN PESO
Si O <sub>2</sub>	Sílice	81%
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxido de boro	13%
Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O	oxido sódico/Potásico	4%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxido de aluminio	2%

Fuente: Catalogo de materiales POBEL®. Apéndice técnico 2010-2011

Las piezas de vidrio boro silicato son muy resistentes contra la influencia del agua y los ácidos - excepto el fluorhídrico y el ácido fosfórico concentrado –

mientras están en uso, debido a que al mismo tiempo se forma una capa de sílice en la superficie

**Tabla 3: Propiedades de resistencia químicas**

<b>PROPIEDADES</b>	<b>CLASE</b>	<b>NORMA DE ENSAYO</b>
Resistencia hidrolítica 98°C	HGB-1	ISO 719
Resistencia hidrolítica 121°C	HGA-2	ISO 720
Resistencia al ataque por una solución en ebullición de una mezcla alcalina	A2	ISO 695

Fuente: Catalogo de materiales POBEL®. Apéndice técnico 2010-2011

## **4.2. METODOLOGÍA**

### **4.2.1. Principales metodologías para los instrumentos volumétricos**

Entre los principales instrumentos volumétricos a continuación

#### **4.2.1.1. Método para la verificación de matraz**

##### **4.2.1.1.2. Matraz aforado**

Son usados principalmente para la preparación de soluciones patrón. Están calibrados “para contener”. Los matraces aforados son indispensables para preparar disoluciones y soluciones medidas. Ponga primero el peso exacto del soluto en el matraz. Luego llene el matraz con agua (agua destilada) hasta casi la mitad del volumen y mezcle el contenido totalmente.

Después llene con más agua destilada justo un poco por debajo del aforo. Añada más agua para que el menisco esté exactamente a la misma altura que el aforo. Ponga atención a leer el menisco a la misma altura que el ojo y para no mojar la pared del cuello por encima del aforo.

## **Materiales**

- Recipiente auxiliar
- Cinta aislante negra
- Embudo
- Manguera
- Jeringa
- Agua destilada

## **Proceso de verificación**

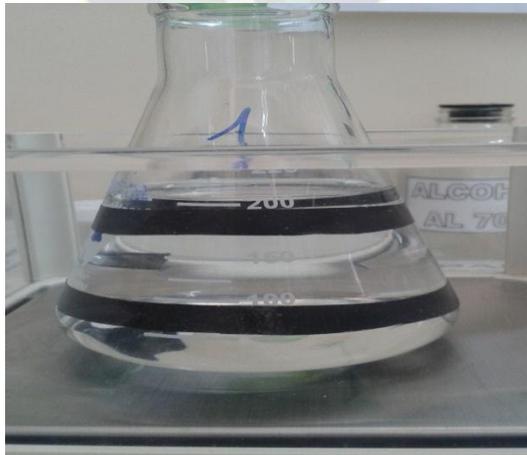
- Registrar las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica.
- Pesar el matraz vacío y seco con la cinta aislante de color negra, registrar la indicación de la balanza (masa del recipiente).
- Llenar el matraz con agua destilada con la ayuda de un embudo y una manguera, colocando el final de ésta próximo al fondo del matraz con la finalidad de evitar la formación de burbujas en el interior. El llenado deberá realizarse hasta unos milímetros por encima de la línea de indicación y evitar mojar el cuello superior.
- Esperar 10 segundos y luego ajustar el menisco a la línea de indicación con la ayuda de una pipeta o la aguja de la jeringa.
- Pesar el matraz con el agua y registrar la indicación de la balanza
- Registrar la temperatura del agua del matraz.
- Sacar unos 10 ml a 20 ml del matraz con la ayuda de una pipeta y repetir el procedimiento a partir del paso hasta obtener una serie de cuatro mediciones.

**FOTO 1: Material utilizado**



Fuente Elaboración propia

**Errores máximos permitidos**  
**Errores máximos permitidos tipo IN**



Fuente Elaboración Propia

**Tabla 1 Errores máximos permitidos para cuello estrecho**

Capacidad Nominal ml	Errores máximos permitidos	
	Clase A ml	Clase B ml
1	± 0,025	± 0,050
2	± 0,025	± 0,050
5	± 0,025	± 0,050
10	± 0,025	± 0,050
20	± 0,040	± 0,080
25	± 0,040	± 0,080
50	± 0,060	± 0,120
100	± 0,100	± 0,200
200	± 0,150	± 0,300
250	± 0,150	± 0,300
500	± 0,250	± 0,500
1 000	± 0,400	± 0,800
2 000	± 0,600	± 1,200
5 000	± 1,200	± 2,400

Fuente: Laboratory glassware - One-mark volumetric flasks.

**Tabla 2 Errores máximos permitidos para cuello ancho**

Capacidad Nominal ml	Errores máximos permitidos	
	Clase A ml	Clase B ml
5	$\pm 0,040$	$\pm 0,080$
10	$\pm 0,040$	$\pm 0,080$
20	$\pm 0,060$	$\pm 0,120$
25	$\pm 0,060$	$\pm 0,120$
50	$\pm 0,100$	$\pm 0,200$
1 000	$\pm 0,600$	$\pm 1,200$

Fuente: Elaboracion propia

**Errores máximos permitidos tipo EX**

**Tabla 3 Errores máximos permitidos para cuello estrecho**

<b>Capacidad Nominal .ml</b>	<b>Errores MI</b>
10	± 0,02
20	± 0,03
50	± 0,05
100	± 0,06
200	± 0,09
500	± 0,15
1 000	± 0,22

Fuente: Elaboracion propia

#### **4.2.1.2. Metodología para la verificación de pipetas**

##### **4.2.1.2.1. Pipetas**

La verificación pipetas es una operación propia de un sistema de calidad. Las pipetas son instrumentos de medida volumétricos. La verificación pipetas revela que presentan una baja repetibilidad y están muy expuestos a los errores del método y del técnico.

#### **Material**

- Vaso de precipitación
- Soportes

- Cinta aislante negra
- Abrazaderas
- Propipeta
- Guantes de algodón
- Agua destilada y desionizada de conductividad menor que  $4 \mu\text{S}/\text{cm}$

#### **4.2.1.2.2. Verificación de pipetas volumétricas**

- Registrar las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica. También registrar la temperatura del agua (valor inicial).
- Fijar la pipeta con una abrazadera en el soporte.
- Llenar la pipeta con agua destilada con ayuda de un llenador de pipeta y verificar que no exista fugas por la punta.
- Ajustar el menisco a la indicación única línea de graduación superior, proceder a verter y registrar el tiempo de vertido hasta el final de la pipeta o si tiene hasta la marca final. La punta de la pipeta debe estar en contacto con la pared interior del vaso ligeramente inclinado.
- Pesar el vaso de precipitación seco, que se utilizará para contener el volumen vertido por la pipeta, registrar la indicación de la balanza o tarar la balanza.
- Llenar nuevamente la pipeta con agua por succión encima de la única línea de graduación, evitar la presencia de burbujas de aire en el interior.
- Ajustar el menisco a la indicación a cero. Tocar la punta de la pipeta con la pared seca de un vaso para retirar cualquier exceso de agua.
- Descargar el contenido de la pipeta en el vaso de precipitación previamente pesado. La punta deberá estar en contacto con la pared

del vaso. Cuando el nivel de agua en la pipeta se encuentre a unos cuantos milímetros por encima de la marca a verificar, disminuir la velocidad del descargue. Posteriormente mover el vaso en forma horizontal para retirar el contacto de la punta con la pared del vaso. Es necesario verificar el ajuste realizado.

- Después de que el flujo haya cesado, esperar el tiempo indicado en la pipeta antes de retirar la pipeta de su contacto con la pared interior del vaso. Cuando no indica ninguna indicación se sugiere esperar 3 segundos.
- Pesarse el vaso con el agua vertida y registrar la indicación de la balanza.
- Registrar la temperatura del agua del vaso (valor final).
- Vaciar el vaso, secarlo y colocarlo nuevamente en la balanza. Pesarse nuevamente o tarar la balanza.
- Repetir los anteriores pasos hasta obtener una serie de cuatro mediciones, con las cuales se calcula el volumen y la incertidumbre correspondiente.

#### **4.2.1.2.3. Verificación de Pipetas graduadas**

- Registrar las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica. También registrar la temperatura del agua (temperatura inicial).
- Fijar la pipeta con una abrazadera en el soporte.
- Llenar la pipeta con agua destilada y verificar que no exista fugas por la punta.
- Ajustar el menisco a la indicación cero o a la línea de graduación superior, con ayuda de un llenador de pipeta proceder a verter y registrar el tiempo de vertido hasta la marca de graduación más baja.

La punta de la pipeta debe estar en contacto con la parte interior de un vaso ligeramente inclinado.

- Pesar un vaso de precipitación seco, utilizado para verter el contenido de la pipeta, registrar la indicación de la balanza o tarar la balanza.
- Llenar la pipeta con agua por encima de la marca de cero, evitar la presencia de burbujas de aire en el interior.
- Ajustar el menisco a la indicación cero. Tocar la punta de la pipeta con la pared seca de un vaso para retirar cualquier exceso de agua.
- Descargar el contenido de la pipeta en el vaso de precipitación previamente pesado. La punta deberá estar en contacto con la pared del vaso. Cuando el nivel de agua en la pipeta se encuentre a unos cuantos milímetros por encima de la marca a calibrar, disminuir la velocidad del descargue y realizar el ajuste más preciso posible. Posteriormente mover el vaso en forma horizontal para retirar el contacto de la punta con la pared del vaso. Es necesario verificar el ajuste realizado.
- Cuando la pipeta especifica el tiempo de espera, descargar hasta unos pocos milímetros por encima de la marca a calibrar, y esperar el tiempo especificado por ej. 15 s, luego ajustar el menisco a la línea de graduación.
- Pesar el vaso con el agua vertida. Tomar nota de la indicación de la balanza.
- Registrar la temperatura del agua (temperatura final).
- Vaciar el vaso y secarlo. Pesar nuevamente el vaso o tarar la balanza.
- Repetir los anteriores pasos hasta obtener una serie de cinco mediciones para el mismo valor a verificar, con las cuales se podrá calcular el volumen y su incertidumbre.

- Repetir el procedimiento para 20 %, 60 % y 100% de la capacidad nominal o en los puntos que solicite el cliente.

### FOTO 2: VERIFICACION DE PIPETAS



Fuente Elaboración Propia

### Límites de error permitidos para pipetas graduadas

Tabla 4 Errores máximos permitidos para pipeta graduada

Capacidad Nominal ml	División de Escala más Pequeña ml	Límites de Error	
		Clase A $\pm$ ml	Clase B $\pm$ ml
0,5	0,01	0,006	0,01
1	0,01	0,007	0,01
2	0,02	0,01	0,02
5	0,05	0,03	0,05
10	0,1	0,05	0,1
25	0,1	0,1	0,2
25	0,2	0,1	0,2

Fuente: Laboratory glassware - One-mark volumetric flasks

### **4.2.1.3. Metodología para la verificación de una probeta**

#### **4.2.1.3.1. Probeta**

Las probetas son usadas para la medida exacta de líquidos y están calibradas “para contener”. Rellene la probeta hasta que el nivel del menisco llegue a la marca deseada y preste especial atención al posible error de paralaje al leer el menisco. Procure no mojar la pared de la probeta sobre la marca.

#### **Material**

- Cinta aislante negra
- Embudo
- Manguera
- Jeringa
- Guantes de algodón
- Lupa
- Agua destilada

#### **Mediciones**

- Registrar las condiciones ambientales: temperatura ambiente, humedad relativa y presión atmosférica.
- Pesar la probeta limpia y seca con la cinta aislante de color negro. Registrar la indicación de la balanza o llevar la indicación a cero (tarar la balanza).
- Llenar la probeta con agua destilada con el embudo y la manguera, colocando el pico de éste próximo al fondo de la probeta con la finalidad de evitar la formación de burbujas en el interior. El llenado

deberá realizarse hasta unos milímetros por encima de la línea de indicación y evitando mojar el cuello superior.

- Esperar 10 segundos y luego ajustar el menisco a la línea de indicación con la ayuda de una pipeta.
- Pesarla de la balanza y registrar la indicación de la balanza.
- Retirarla de la balanza y registrar la temperatura del agua de la probeta.
- Sacar unos 10 ml a 20 ml con la ayuda de una pipeta y repetir el procedimiento hasta obtener una serie de cuatro a cinco repeticiones.

### **FOTO 3: Verificación de probetas**



Fuente Elaboración Propia

**Errores máximos permitido**

**Tabla 5 Errores máximos permitidos para probetas**

Capacidad Nominal ml	División de escala más pequeña ml	Máximo error permitido ml		Capacidad máx. correspondiente a la línea de graduación más baja ml
		Clase A	Clase B	
5	0,1	± 0,05	± 0,1	0,5
10	0,2	± 0,1	± 0,2	1
25	0,5	± 0,25	± 0,5	2,5
50	1	± 0,5	± 1	5
100	1	± 0,5	± 1	10
250	2	± 1	± 2	20
500	5	± 2,5	± 5	50
1 000	10	± 5	± 10	100
2 000	20	± 10	± 20	200

Fuente: Laboratory glassware - One-mark volumetric flasks

**Tabla 6 Errores máximos permitidos para probetas Tipo 2**

<b>Capacidad Nominal ml</b>	<b>División de escala más pequeña ml</b>	<b>Máximo error permitido ml</b>	<b>Capacidad máx. correspondiente a la línea de graduación más baja ml</b>
5	0,1	± 0,2	1
10	0,2	± 0,3	2
25	0,5	± 0,5	5
50	1	± 1	10
100	1	± 1	12
250	2	± 2	30
500	5	± 5	60
1 000	10	± 10	100
2 000	20	± 20	200

Fuente Elaboración Propia

#### **4.2.1.4. Metodología para la verificación de una micropipeta**

##### **4.2.1.4.1. Micropipetas**

###### **Material**

- Vasos de precipitación.
- Guantes de algodón.
- Papel toalla
- Agua destilada y desionizada de conductividad menor que 4  $\mu\text{S}/\text{cm}$

###### **Mediciones**

- Registrar las condiciones ambientales: temperatura ambiente, humedad relativa y presión barométrica.
- Ajustar el volumen que se desea medir, si la micropipeta es fija se ajusta al volumen nominal y si es variable, los tres valores a medir, se tomarán puntos en 100 %, 50 % y el 20 %.
- Enjuagar previamente el capilar o la punta auxiliar.
- Verter en un vaso de precipitado agua destilada y desionizada para utilizar en la verificación.
- Colocar el vaso de precipitado con una cantidad mínima de agua para minimizar los efectos de evaporización, posarlo en la balanza y poner la indicación en cero (tararla).
- Oprimir el botón superior de la micropipeta, sumergir el capilar o la punta auxiliar en agua destilada, aproximadamente 2 mm a 3 mm en posición vertical en la muestra.

- Aspirar el líquido del vaso de precipitado que contiene el agua destilada y desionizada, dejando retroceder el pulsador de manera lenta y uniforme.
- Utilizando un papel toalla exento de pelusa limpiar el exterior del capilar o punta auxiliar teniendo sumo cuidado en no tocar la abertura, ya que se extraería el líquido.
- Expulsar el líquido en el vaso de precipitado, oprimiendo el botón superior a velocidad constante hasta el primer tope, formando un ángulo aproximado de  $30^{\circ}$  a  $45^{\circ}$  con la pared del recipiente.
- Expulsado el líquido, deslizar la punta auxiliar en forma ascendente de 8 mm a 10 mm por la pared del recipiente.
- Retirar la micropipeta y registrar el valor de la pesada en el protocolo de verificación.
- Si la micropipeta es de volumen seleccionable, se deberá repetir los pasos anteriores para 50 % del volumen nominal y para el 20 %.

#### **FOTO 4: Verificación de micropipetas**

##### **Errores máximos permisibles para micropipetas**



Fuente Elaboración propia

**Tabla 7. Errores máximos permitidos para micropipetas**

Volumen nominal  L	Error sistemático máximo permisible		Error aleatorio máximo permisible	
	± %	± l <sup>a</sup>	± % <sup>b</sup>	± l <sup>c</sup>
1	5,0	0,05	5,0	0,05
2	4,0	0,08	2,0	0,04
5	2,5	0,125	1,5	0,075
10	1,2	0,12	0,8	0,08
20	1,0	0,2	0,5	0,1
50	1,0	0,5	0,4	0,2
100	0,8	0,8	0,3 <sup>d</sup>	0,3 <sup>d</sup>
200	0,8	1,6	0,3 <sup>d</sup>	0,6 <sup>d</sup>
500	0,8	4,0	0,3	1,5
1000	0,8	8,0	0,3	3,0
2000	0,8	16,0	0,3	6,0
5000	0,8	40,0	0,3	15,0
10000	0,6	60,0	0,3	30,0

Fuente: Laboratory glassware - One-mark volumetric flasks

#### **4.2.1.5. Metodología para la verificación de dispensadores**

##### **4.2.1.5.1. Dispensadores**

###### **Material**

- Vaso de precipitación
- Guantes de algodón
- Agua destilada y desionizada de conductividad menor que 4  $\mu\text{S}/\text{cm}$

###### **Preparativos preliminares**

El instrumento debe aclimatarse a las condiciones ambientales del laboratorio por lo menos 24 horas.

Para empezar la verificación de los instrumentos de vidrio se realizará una verificación

###### **Mediciones**

- Fijar el dispensador verticalmente
- Llenar el frasco con agua destilada, cuidando que no se presenten burbujas de aire en el interior. Verificar que no existan fugas por la punta o la llave de paso y que esté seca exteriormente.
- Ajustar el menisco lentamente hasta la indicación cero y tocar la punta con la pared interior seca de un vaso auxiliar, luego abrir la llave de paso y registrar el tiempo de vertido hasta la marca de graduación más baja.
- Registrar las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa
- Pesar un vaso de precipitación limpia y seca, registrar la indicación de la balanza a cero (tarar la balanza).

- Llenar el dispensador con agua por encima de la marca de cero, evitando la presencia de burbujas de aire en el interior. Para ello introducir el agua lentamente o un vasito tocando la pared interior de la punta del dispensador
- Ajustar el menisco a la indicación cero. Tocar la punta con la pared seca de un vaso para retirar cualquier exceso de agua.
- Descargar el contenido del dispensador en el vaso de precipitación previamente pesado. La punta deberá estar en contacto con la pared del vaso. Cuando el nivel de agua del dispensador se encuentre a unos cuantos milímetros por encima de la marca a calibrar, disminuir la velocidad del descargue y realizar el ajuste más preciso posible. Posteriormente mover el vaso en forma horizontal para retirar el contacto de la punta con la pared del vaso. Es necesario verificar el ajuste realizado.
- Pesar el vaso con el agua vertida. Registrar la indicación de la balanza.
- Registrar la temperatura del agua vertida (temperatura final).
- Retirar el vaso de precipitado de la balanza vaciarlo y secarlo. Pesar nuevamente el vaso o tarar la balanza.
- Repetir los pasos hasta obtener una serie de cuatro mediciones para el mismo valor a verificar, con los cuales se podrá calcular el volumen y la incertidumbre del mismo.
- Repetir para tres graduaciones distintas del dispensador. Se realizará las mediciones en el 60 % y 100 % de la capacidad nominal o en los puntos que solicite el cliente.
- Para calcular el volumen a la temperatura de referencia de 20 °C ( $V_{20}$ ).

**FOTO 5: Verificación de dispensadores**



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.1.6. Metodología para la verificación de las balanzas de precisión**

##### **4.2.1.6.1. Balanza Semianalítica cap max 610 g**

- conectar el interruptor de la toma corriente.
- verificar que la burbuja de aire este en el centro.
- pulse el botón ON para prender la balanza.
- pulse el botón CAL seguidamente se producirá una vibración.
- se visualizará en la pantalla 0.000 g.
- pulse el botón PRINT.
- una vez presionado el botón PRINT, se debe poner la pesa sobre la balanza en el centro de la balanza (peso patrón 200 g).
- puesta la pesa sobre la balanza apretar el botón PRINT.
- Si se quiere tarar presionar la tecla TARE.
- realizar la verificación de la balanza según registró: LMC/R/CVB-00012-B1, con la pesa patrón hacer la verificación en los siguientes puntos norte, sur, este, oeste y centro luego proceder a realizar los cálculos de desviación estándar (X).
- pulsar la tecla off para apagar.
- desconectar el interruptor del toma corriente.
- con un algodón empapado en alcohol limpiar la balanza de manera de remover el material orgánico depositado.
- cubrir la balanza para evitar la humedad y polvos del medio ambiente.

**FOTO 6:**



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.1.6.2. Balanza semianalítica cap max 300 g**

- conectar el interruptor al toma corriente número 1.
- verificar que la burbuja de aire este en el centro.
- pulsar la tecla ON.
- esperar que el visor se estabilice a 0.00.
- pulse el botón PRINT.
- una vez presionado el botón PRINT se debe la pesa sobre la balanza en el centro de la balanza (peso patrón 200 g).
- puesta la pesa sobre sobre la balanza apretar el botón PRINT
- si se quiere tarar presionar la tecla RE-ZERO.
- realizar la verificación de la balanza según registró: LMC/R/CVB-00012-B1, con la pesa patrón hacer la verificación en los siguientes puntos norte, sur, este, oeste y centro luego proceder a realizar los cálculos de desviación estándar (X).
- pulsar la tecla off para apagar.
- desconectar el interruptor del toma corriente.
- con el algodón empapado en alcohol limpiar la balanza de manera de remover el material orgánico depositado.
- cubrir la balanza para evitar la humedad y polvos del medio ambiente.

#### **4.2.1.6.3. Balanza semianalítica cap max 200 g**

- conectar el interruptor a la toma corriente.
- verificar que la burbuja de aire este en el centro.
- pulsar la tecla ON.
- presionar el botón PRINT seguido hasta que aparezca (asterisco a un costado de la pantalla) ahí aparece 0.00 g.
- Luego colocar la pesa patrón de 200 gr. Al centro de la balanza, antes de retirar la pesa de la balanza pulsar para finalizar el botón ZERO.
- realizar la verificación de la balanza según registró: LMC/R/CVB-00012-B1, con la pesa patrón hacer la verificación en los siguientes puntos norte, sur, este, oeste y centro luego proceder a realizar los cálculos de desviación estándar (X).
- Luego retirar la pesa.

### **4.3. METODOLOGÍA DEL PROCEDIMIENTO**

Este procedimiento podrá aplicarse para el calibrado de aparatos volumétricos, especialmente material de precisión (Material aforado).

#### **4.3.1. Métodos y etapas empleados**

La calibración de masa patrón se realiza mediante la recomendación de la Normas ISO (international organization of standardization) y ASTM (american society for testing and materials), que nos indica el procedimiento para la realización del mismo

La gestión de calidad ISO 17025 requiere controlar los aparatos repetidamente a intervalos determinados, pues incluso la exactitud en la

medición puede variar por la utilización de productos químicos agresivos o por los procedimientos frecuentes de limpieza. El control de los aparatos volumétricos a 20°C esta descrito en la norma ISO 4787.

#### **4.3.2. Clasificación del material volumétrico de acuerdo a su error máximo permitido**

Al material volumétrico se le podría dar diferentes clasificaciones de acuerdo a la utilización de cada uno de estos, a su capacidad, al tipo de ajuste, etc.

Pero en esta ocasión en vista de que el tema central es la calibración de dichos materiales vamos a clasificarlo de acuerdo al error máximo permitido de cada instrumento.

El error máximo permitido de un instrumento de medición es el valor extremo del error permitido por especificaciones, reglamentos, etc. para un instrumento de medición dado

De acuerdo al error máximo permitido el material volumétrico está dividido en dos clases: clase A y clase B. La clase de material volumétrico indica también el grado de exactitud y precisión para la certificación oficial. Y también el tiempo de espera y de vertido. Todas las tolerancias están dentro de los límites aceptados por las normas ISO

El tiempo de vertido es el tiempo para que el menisco pase de la marca superior hasta la marca inferior o la punta de la pipeta o dispensadores.

El tiempo de espera comienza después de que se acabe el tiempo de vertido. Durante el tiempo de espera el líquido seguirá cayendo por las paredes del tubo para conseguir la mejor medida con las probetas y pipetas, se tiene que prestar atención al tiempo de espera.

### **Clase A**

Requerida para ensayos que necesitan de mayor precisión ya que estos materiales tienen un desfase muy pequeño con respecto a su valor nominal.

Tomar en cuenta que el correcto manejo de los instrumentos tendrá influencia directa en los resultados finales.

### **Clase B**

Los materiales de este tipo tienen el doble de error máximo permitido que los instrumento tipo A.

Un instrumento clase A puede ser degradado a clase B por la ampliación del desfase con respecto a su valor nominal.

### **4.3.3. Tipos de errores**

#### **4.3.3.1. Error de medida**

Siempre que se realiza una medición aislada de una magnitud de un resultado obtenido está afectado por el error de medida. El resultado de una medición individual es igual a el valor verdadero.

Donde es el valor verdadero del mensurado y el error de medida. El valor verdadero de una magnitud es aquel perfectamente coherente con la definición de una magnitud específica particular. Debido a que, como se verá más adelante, es imposible definir completamente el mensurado no existe un único valor verdadero sino un conjunto de valores verdaderos que se ajustan todos a esta incompleta definición del mensurado. Por tanto, el valor verdadero es un conjunto útil desde el punto de vista teórico, pero en la práctica se reemplaza por otros valores como el valor convencionalmente verdadero, y que es aquel valor atribuible a una magnitud.

Es decir que el error de medida es igual al resultado de una medición menos el valor verdadero del mensurado.

Si en el cálculo del error se utiliza un valor convencionalmente verdadero lo que así se calcula es una estimación del error y por esto las modernas aproximaciones de la metrología desaconsejan el uso en la práctica del concepto de error en la descripción de la variabilidad de un resultado, aunque su uso siga teniendo validez en el campo de la discusión teórica. El error relativo es el error de medida dividido por el valor verdadero del mensurado.

El error de medida puede desglosarse a su vez en dos componentes fundamentales: el error aleatorio y el error sistemático según que las variaciones que lo produzcan sean aleatorias o sistemáticas.

El error sistemático se caracteriza en que al realizar mediciones repetidas permanece constante o varía de forma previsible mientras que el error aleatorio varía de forma imprevisible de resultado en resultado.

En principio, cuando se estima la incertidumbre del resultado de una medición este debería estar corregido de todas las fuentes de error sistemático conocidas, mientras que el componente aleatorio del error es por definición variable e incognoscible de una medición a otra.

#### **4.3.3.2. Error aleatorio**

El error aleatorio es la diferencia entre el resultado de una medición y la media de un gran número de mediciones repetidas del mismo mensurando realizadas en unas condiciones de medida determinadas. En la práctica se asume que es suficiente que, el número de mediciones sea 10.

El error aleatorio procede de las variaciones imprevisibles que se producen durante el proceso de medida. Como efecto de tales variaciones al efectuar mediciones repetidas de una magnitud en una misma muestra, si solo están afectados por errores aleatorios, sigue una distribución Laplace-Gauss.

### **Precisión e imprecisión, repetitividad y reproducibilidad**

Se denomina precisión a la concordancia entre los resultados de medida obtenidos en una misma muestra cuando las mediciones se realizan en unas condiciones determinadas. La precisión depende exclusivamente de la dispersión del error aleatorio y varía inversamente a este. La precisión es una propiedad cualitativa y no tiene valor numérico por lo que la variabilidad

#### **Imprecisión**

La imprecisión es la desviación típica metrológica, o el coeficiente de variación metrológico, de los resultados de un conjunto de mediciones repetidas de una magnitud en una misma muestra:

es el resultado de una medición, la media de un conjunto de mediciones y el número de mediciones a partir de las cuales se calcula la desviación típica, La variancia es el cuadrado de la desviación típica, Cuanto mayor sea la dispersión de los resultados obtenidos mayor será la imprecisión del procedimiento de medida. Dependiendo de la forma en la que se realizan las mediciones la imprecisión puede ser interserial, interdiaria o entre laboratorios. La imprecisión intraserial es la imprecisión observada en un laboratorio a partir de los resultados obtenidos en una misma serie de medida mientras que la interdiaria es la que se observa al medir una vez al día, durante varios días, una magnitud en una misma muestra.

La desviación típica intraserial se puede estimar también a partir de las diferencias entre los resultados de  $n$  muestras medidas por duplicado en la

misma serie, pudiendo las diferentes muestras medirse en series diferentes, el cálculo es el siguiente:

Donde  $d$  es cada una de las diferencias observadas entre duplicados y  $n$  es el número de muestras utilizadas.

La imprecisión es una característica inherente a los procedimientos de medida ya que todo resultado obtenido con un procedimiento de medida está afectado por el error aleatorio. El error aleatorio varía de forma imprevisible de resultado en resultado y por tanto no puede ser corregido en un resultado individual, sin embargo, sí que puede ser reducido por ejemplo usando la media de varias mediciones para el cálculo de un resultado. Mediante este sistema de desviación típica del procedimiento modificado sería:

Donde  $s$  es la desviación típica del procedimiento cuando se realiza una sola medición para obtener el resultado y  $s'$  es la desviación típica del procedimiento cuando se realizan  $n$  mediciones para el cálculo de un resultado.

La imprecisión también se puede disminuir mediante una cuidadosa realización de todos los pasos que constituyen el procedimiento de medida o mediante el uso de procedimientos de medida automatizados.

Cuando la desviación típica que caracteriza a la imprecisión de un procedimiento es constante para cualquier valor del mensurando se dice que un procedimiento tiene un comportamiento homocedástico mientras que cuando cambia dependiendo del valor del mensurando se dice que tiene un comportamiento heterocedástico. Un caso particular de comportamiento heterocedástico, y de particular interés para los fines de este trabajo, se produce cuando el coeficiente de variación es constante para cualquier valor del mensurando.

Los organismos internacionales de normalización recomiendan que para la evaluación de las características metrológicas de los sistemas de medida se usen otros conceptos metrológicos diferentes a la imprecisión como son el de repetibilidad y reproducibilidad.

La repetibilidad es la concordancia entre resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando efectuadas en las mismas condiciones de medida denominadas condiciones de repetibilidad. Condiciones de repetibilidad son aquellas que se producen cuando en las distintas mediciones se utiliza el mismo procedimiento de medida, el mismo observador, el mismo instrumento de medida utilizado en las mismas condiciones, el mismo lugar y una repetición de las mediciones a lo largo de un corto periodo de tiempo, es decir las condiciones de repetibilidad viene a ser aquellas que se producen dentro de una serie de mediciones.

Se considera una serie metrológica al conjunto de mediciones realizadas con un mismo sistema de medida entre dos momentos previamente delimitados. La repetibilidad se expresa cuantitativamente mediante la desviación típica metrológica o el coeficiente de variación metrológico que en este caso se denomina desviación típica de repetibilidad y coeficiente de variación de repetibilidad.

La reproducibilidad es la concordancia entre resultados de la medición del mismo mensurando realizadas haciendo variar las condiciones de medida. Las condiciones que se pueden variar: el principio del método de medida, el observador, el instrumento de medida, el lugar, las condiciones de uso y el tiempo. El concepto definido por este término viene a ser el equivalente al de la precisión entre laboratorios. La reproducibilidad se expresa cuantitativamente mediante la desviación típica metrológica o el coeficiente de variación metrológico denominados en este caso desviación típica de reproducibilidad o coeficiente de variación de reproducibilidad.

La imprecisión en condiciones intermedias es aquella que se refiere a la calculada cuando se producen cambios en alguno de las condiciones de medida del procedimiento. En general existen factores dentro las condiciones de medida de un laboratorio que se consideran que son la principal contribución a la variabilidad de las mediciones. Estos cuatro: tiempo, calibración, operador y equipamiento. La imprecisión en condiciones intermedias hace referencia a aquella imprecisión en la que se han cambiado uno o más de los factores mencionados. La calibración usada en este contexto no se refiere a aquella que es requerida como una parte integrante del procedimiento para obtener los resultados, sino que se refiere a aquel proceso de calibración que se produce en intervalos regulares de tiempo entre grupos de mediciones dentro de un laboratorio.

A menudo es necesario compara repetibilidad dos o más procedimientos o compara la repetibilidad obtenida en distintas muestras.

#### **4.3.3.3. Error sistemático**

El error sistemático, es la diferencia entre la media, que se obtendría de un gran número de mediciones del mismo mensurando realizadas en condiciones de repetibilidad y su valor verdadero.

En la práctica se asume que el número de mediciones sea  $n = 10$ . Si esta diferencia se divide por el valor verdadero se obtiene el error sistemático relativo. La imposibilidad de conocer el valor verdadero hace que el error sistemático de un procedimiento solamente pueda ser estimado.

El error sistemático permanece constante o varía de forma predecible de medición en medición, es independiente del número de mediciones realizadas y no puede por tanto ser reducido incrementando el número de mediciones, el error sistemático puede ser constante, es decir ser independiente del valor del mensurando, o puede variar con el valor del

mismo. Desde este punto de vista el error sistemático puede ser de tipo constante, proporcional o mixto. En el caso de que la cuantía del error sea la misma para todos los valores del mensurando se denomina error sistemático de tipo constante, si la cuantía del error varía en función del valor del mensurando se dice que el error sistemático es de tipo proporcional y se dice que un error sistemático es de tipo mixto cuando está constituido al mismo tiempo de errores de tipo constante y proporcional.

### **Veracidad y exactitud**

La concordancia entre la media de un amplio número de mediciones de una magnitud y su valor verdadero se denomina veracidad de medida. La veracidad es una propiedad metrológica cualitativa que no tiene valor numérico; se cuantifica mediante el error sistemático, que varía inversamente a este.

La exactitud de un resultado es la concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando. Por tanto, la exactitud depende de una combinación de los errores sistemáticos y aleatorios.

#### **4.3.3.4. Error espurio**

Otro tipo de error, que puede considerarse como un caso de error aleatorio, es el error espurio. Este error, que da lugar a un valor aberrante, generalmente procede de fallos humanos o de un mal funcionamiento de los instrumentos de medida. Un error de este tipo invalida el resultado de la medición, no obstante, en algunos casos en los que el origen del error es un fallo humano, como la equivocación de un dígito, los resultados pueden ser fácilmente corregidos. El error espurio no es siempre obvio y si en un proceso de estimación de la incertidumbre se dispone de un número de repeticiones de las mediciones suficientemente grande se debería aplicar una prueba estadística para la detección de valores aberrantes y comprobar

la posible presencia de estos en el conjunto de datos. Cuando se estima la incertidumbre asociada a un resultado de medida se debe evitar la presencia de este tipo de error.

#### **4.3.4. incertidumbre de la medición**

##### **4.3.4.1. Definición de la incertidumbre**

Los organismos internacionales de normalización recomiendan a todo resultado de una medición debe ir acompañado de alguna indicación cuantitativa que informe de la calidad metrológica con que se ha obtenido y permita evaluar la fiabilidad de este resultado ya que de hecho sin esta información los resultados de las mediciones no están completos. Esta información cuantitativa sobre un resultado de una medición es la incertidumbre de medida de dicho resultado.

El termino incertidumbre utilizado en el lenguaje común significa falta de conocimiento seguro y claro de algo, mientras que en el campo de la metrología incertidumbre de medida significa duda acerca de la valides de una medición, así como duda sobre la exactitud del resultado.

La incertidumbre, según la definición del vocabulario internacional de términos básicos y generales metrología es un parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que razonable te pueden atribuirse a una magnitud particular. Esta dispersión no tiene por qué ser una distribución observada de valores. El parámetro estadístico que caracteriza esta dispersión puede ser la desviación típica, un múltiplo de ella o la amplitud de un intervalo de confianza.

La guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones publicada por la ISO y otras organizaciones internacionales de normalización ha establecido unas reglas generales para la evaluación de la incertidumbre y la

combinación de los distintos elementos que conforman la incertidumbre que afecta a un resultado.

Cuando se expresa como desviación típica la incertidumbre se denomina incertidumbre típica y se simboliza como  $\mu$ . Cuando la incertidumbre típica se divide por el resultado de la medición se denomina incertidumbre típica relativa, que es simbolizada como  $\mu$  y se expresa como un coeficiente de variación.

La incertidumbre total de un resultado de una medición, denominada incertidumbre típica combinada  $\mu$  es una desviación típica estimada igual a la raíz cuadrada positiva de la variación total obtenida sumando todos los componentes de variación y covarianzas, independientes de la forma en que se hayan evaluado, usando la ley de propagación de la incertidumbre.

El concepto de incertidumbre de medida solo es aplicable a resultados de medida sin error sistemático o a resultados de medida corregidos. En principio los efectos reconocidos de error sistemático deberían ser corregidos en el resultado final de una medición y no se tendrán en cuenta en la evaluación de la incertidumbre asociada al resultado de una medición.

Todo resultado de medición debe ser acompañado de una estimación de su incertidumbre.

#### **4.3.4.2. Evaluación de la incertidumbre**

La guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones establece que el procedimiento para evaluar la incertidumbre de los resultados de medida consiste fundamentalmente en los siguientes puntos:

### ***Especificación de la magnitud***

El primer paso en la evaluación de la incertidumbre es especificar claramente que magnitud se está midiendo y cuál es el procedimiento utilizado para su medición. EL objetivo de toda medición es obtener el valor de un mensurando, es decir el valor de una magnitud particular que es objeto de medición.

El resultado de una medición depende de que se está midiendo y de cómo se mide de manera que toda, de manera que toda estimación de incertidumbre debe comenzar con una adecuada definición del mensurando y del procedimiento de medida.

Por tanto, el primer paso es especificar cuál es el mensurando. El mensurando no puede ser especificado por un valor sino solamente mediante la descripción de la magnitud.

El objetivo de este paso es definir cuál es la expresión que relaciona la magnitud que se está midiendo con aquellas magnitudes de las que depende. Se debe por tanto establecer claramente, siempre que sea posible, las relaciones entre el mensurando final e y estas otras magnitudes. Así mismo, el resultado de una medición puede estar influenciado por magnitudes que no deberían se medidas por el procedimiento de medida, son las denominadas magnitudes influyentes, y que se deben tener en cuenta.

La experiencia del evaluador y la información que se encuentran a su disposición es fundamental para conocer cuáles de estas magnitudes influyentes son importantes en cada caso y para decidir si es necesario incluir su estudio en la evaluación de la incertidumbre.

De esta manera, el punto de partida de un proceso d evaluación de la incertidumbre es la expresión de la función que relaciones estas magnitudes

intermedias con la magnitud que se está midiendo. Esta función, , puede adoptar una forma general del tipo siguiente:

Donde es la magnitud objeto de medición y las distintas magnitudes intermedias de las que depende. A su vez estas magnitudes intermedias pueden depender de otras, de manera que estas mismas pueden ser también expresadas por una función de este tipo. Las relaciones entre estas magnitudes intermedias y la magnitud final ya sean simples o complejas, son definidas por la función mencionada.

La utilización explícita de una función para expresar esta relación es sobre todo útil para la discusión teórica, pero en la práctica, como puede ser en un proceso de estimación de la incertidumbre. A la hora de especificar una magnitud es más habitual dividir el procedimiento de medida en una serie de partes que forman parte del mismo y que van a facilitar la evaluación el efecto combinado de diversos componentes de la incertidumbre.

Cualquier medición reposa en uno o varios principios de medida que son la base científica de una medición. El método de medida es la secuencia lógica de operaciones, descrita de forma genérica, usada para realizar las mediciones mientras que el procedimiento de medida es el conjunto de operaciones descrito en forma concreta usado para realizar las mediciones particulares según un método particular.

#### **4.3.4.3. Identificación de la fuente de incertidumbre**

El siguiente paso es la identificación de todas las posibles fuentes de incertidumbre. En principio el listado puede incluir componentes de la incertidumbre de las distintas magnitudes intermedias que, en la función especificada anteriormente, pero puede recoger ciertos componentes de la incertidumbre que no aparecen reflejados en esta ecuación como son

aquellos que son el resultado de dividir el procedimiento en una serie de apartados que faciliten la evaluación de la incertidumbre.

En esta parte del proceso de estimación de la incertidumbre no es importante la cuantificación de los componentes individuales identificados, sino que el objetivo es clarificar que componentes deben ser considerados; en el apartado siguiente se aborda la mejor manera de tratar cada componente de la incertidumbre.

En la práctica existen numerosas fuentes posibles de incertidumbre en una medición, entre ellas:

- a) definición incompleta del mensurando;
- b) realización imperfecta de la definición del mensurando;
- c) muestra no representativa del mensurando, la muestra analizada puede no representar al mensurando definido;
- d) conocimiento incompleto de los efectos de las condiciones ambientales sobre la medición, o medición imperfecta de dichas condiciones ambientales;
- e) lectura sesgada de instrumentos analógicos, por parte del técnico;
- f) resolución finita del instrumento de medida o umbral de discriminación;
- g) valores inexactos de los patrones de medida o de los materiales de referencia;
- h) valores inexactos de constantes y otros parámetros tomados de fuentes externas y utilizadas en el algoritmo de tratamiento de los datos;
- i) aproximaciones e hipótesis establecidas en el método y en el procedimiento de medida;
- j) variaciones en las observaciones repetidas del mensurando, en condiciones aparentemente idénticas.

Estas fuentes no son necesariamente independientes, y algunas de ellas, de a) a i), pueden contribuir en j). Por supuesto, un efecto sistemático no identificado no puede ser tenido en cuenta en la evaluación de la incertidumbre del resultado de una medición, aunque contribuirá a su error.

#### **4.3.4.4. Cuantificación de la incertidumbre**

En este punto es importante identificar aquellos componentes que tendrán una contribución significativa a la incertidumbre combinada ya que, generalmente, en la práctica solo un número muy pequeño de ellos lo tienen y a menos que haya un gran número de componentes significativos, aquellos cuya contribución es más pequeña no necesitan ser evaluados en detalle. Es interesante revisar la lista establecida en el apartado anterior para simplificar e identificar grupos de componentes de incertidumbre que puedan ser evaluados como un único componente de incertidumbre y que además permitan facilitar la combinación de la incertidumbre de estos componentes. La experiencia del evaluador es fundamental para hacer una selección de cuáles son los componentes de la incertidumbre más relevantes en cada caso.

La guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones establece dos tipos de contribución de la incertidumbre típica de los resultados de medida de acuerdo con la manera en que es estimado su valor numérico:

Contribución de tipo A: Es aquella en que la incertidumbre típica es estimada mediante, el análisis estadístico de series de observaciones.

Contribución tipo B: Es aquella en la incertidumbre típica es estimada por otros métodos distintos al análisis estadístico de series de observaciones. El propósito de esta clasificación es únicamente indicar la existencia de los tipos de contribuciones de incertidumbre y no existe diferencia en la

naturaleza de los componentes resultantes en los dos tipos. Ambos están basados en distribuciones de probabilidad y los componentes de incertidumbre resultante de cada tipo de evaluación están cuantificados mediante una desviación típica o varianza, pero mientras que los estadísticos estimados que caracterizan los componentes de incertidumbre de las contribuciones de tipo A son calculados a partir de series repetidas de observaciones, en las contribuciones de tipo B los componentes de incertidumbre son una varianzas estimadas mediante la evaluación de los conocimientos que se disponen sobre el procedimiento y la magnitud.

### **Contribución tipo A de la incertidumbre típica.**

La varianza estimada que caracteriza el componente de la incertidumbre en las evaluaciones de tipo A es calculad a partir de series de observaciones repetidas. La desviación típica  $s$  es la raíz cuadrada positiva de  $s^2$  y es denominada incertidumbre típica de tipo A. La incertidumbre típica combinada es igual a la raíz positiva de la varianza obtenida a partir de la combinación adecuada de las varianzas o covarianzas de los diversos componentes de la incertidumbre evaluados de acuerdo con las leyes de propagación de la incertidumbre. Los componentes de la incertidumbre en las evaluaciones pertenecientes al tipo A se caracterizan por las variaciones estimadas, o por las desviaciones típicas estimadas, y el número de grados de libertad usados para su cálculo.

Cuando se evalúa la incertidumbre de un procedimiento de medida basándose en la realización de mediciones se deben variar todos los factores de los que se tiene conocimiento que depende el resultado de medición, una vez obtenidos los resultados de la mediciones, la incertidumbre de los diversos componentes evaluados se calcula mediante el uso de los adecuados

procedimientos estadísticos Frecuentemente la falta de recursos y tiempo impide realizar una estimación de la incertidumbre basada en las anteriores premisas a pesar de que en muchos casos solo unos pocos componentes dominan la incertidumbre y por tanto solo es necesario evaluar estos componentes.

En los niveles inferiores de la cadena de calibración, en los que se supone frecuentemente que los patrones de referencia son conocidos con exactitud, por haber sido calibrados en un laboratorio nacional o primario, la incertidumbre de un resultado de calibración puede ser una simple incertidumbre típica tipo A, evaluada mediante la desviación típica experimental obtenida a partir de un conjunto acumulado de resultados, que representa al mensurando.

### **Contribución tipo B de la incertidumbre típica**

Una estimación tipo B es aquella que no ha sido obtenida a partir de observaciones repetidas y que se realiza a partir de la valoración de toda la información relevante que se tenga de la variabilidad de las magnitudes estudiadas.

Los componentes de la incertidumbre en la evaluación tipo B se caracterizan por los estadísticos y que pueden considerarse una aproximación de la varianza y desviación típica correspondiente.

La estimación de la incertidumbre tipo B se usa cuando no se puede hacer medidas repetidas del mensurando que permita estimar la desviación típica experimental. La varianza y la desviación típica calculadas de esta manera se denominan por convenio varianza de tipo B y desviación típica tipo B.

En una evaluación tipo B para poder calcular la desviación típica correspondiente a la incertidumbre típica se debe decidir cuál es la distribución de frecuencias que seguirán los resultados si se pudiese hacer medidas repetidas del mensurando.

### **Coefficiente de sensibilidad**

Frecuentemente denominadas coeficientes de sensibilidad, describen cómo varía la estimación de salida  $y$ , en función de las variaciones en los valores de las estimaciones de entrada.

En particular, la variación de  $y$  producida por una pequeña variación en la estimación de entrada viene dada por  $\frac{\partial y}{\partial x_i}$ . Si esta variación es debida a la incertidumbre típica de la estimación  $x_i$ , la variación correspondiente es la varianza combinada puede considerarse entonces como una suma de términos, cada uno de ellos representando la varianza estimada asociada a  $y$ , debido a la varianza estimada asociada a cada estimación de entrada  $x_i$ .

## **4.4. DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD**

Las distribuciones de frecuencias más habituales para estos tipos de estimaciones son la distribución rectangular uniforme, la triangular isósceles y la triangulo rectángulo.

#### **4.4.1. Distribución rectangular o uniforme**

Este tipo de distribución se caracteriza en que cualquier valor tiene las mismas posibilidades de producirse. La desviación típica es igual a la amplitud de la distribución dividida por. Este tipo de distribución se usa cuando la información que se posee acerca de la posible distribución de los valores es muy escasa

#### **4.4.2. Distribución triangular isósceles**

Este tipo de distribución se caracteriza en que los valores centrales de un intervalo se producen con más frecuencia que los extremos. Su desviación típica es igual a la amplitud de la distribución dividida

#### **4.4.3. Distribución triangular rectángulo**

Este tipo de distribución se caracteriza en que en un extremo de la distribución se produce la frecuencia mínima y en el otro extremo la máxima. Su desviación típica es igual a la amplitud de la distribución dividida para una evaluación de tipo B puede ser tan fiable como una de tipo A, especialmente si esta última se basa en un número bajo de observaciones estadísticamente independiente, Existen diversas maneras de estimar los componentes individuales de la incertidumbre en una evaluación de tipo B. En principio se puede usar cualquier información relevante que esté disponible acerca de la incertidumbre del mensurando en cuestión y que sea compatible con el procedimiento que ese está evaluando. Afortunadamente esta información está muy a menudo al alcance de diversas formas:

### ***Grados de libertad***

De cierta manera el número de grados de libertad asociado a una distribución de una magnitud (X, Y) puede considerarse una incertidumbre de la magnitud, entre mayor sea  $v$  la estimación de la incertidumbre será más confiable.

El número de grados efectivos de libertad considera el número de grados de libertad de cada fuente de incertidumbre.

En la estimación de la incertidumbre de tipo A, depende directamente del número de datos considerados y disminuye conforme el número de parámetros estimados a partir de los mismos datos. La repetibilidad de una medición, estimada por la desviación estándar experimental de  $n$  lecturas.

### **4.5. VALORACION ECONOMICA**

En la tabla N°8 se detalla los costos por parte de la institución para llevar a cabo el proceso de verificaciones en la balanza y en materiales volumétricos

**Tabla N° 8 COSTOS PARA LA VERIFICACION DE MATERIALES  
VOLUMETRICOS Y BALANZAS**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>COSTOS Bs.</b>	<b>DETALLES</b>
Material de referencia	200	Masa patrón E2
Calibraciones	500	Balanza analítica de 600 gr
	320	Balanza analítica de 300 gr
	165	Pipeta graduada variable (3 puntos)
	165	Pipeta de un solo trazo
	200	Micropipetas variable
	165	Probetas graduadas
	105	Matraz Erlenmeyer clase A – B
	170	Dispensadores automático con frasco clase A – B
Material de vidrio volumétricos	70	Pipeta graduada clase A
	50	Pipeta volumétrica clase A
	500	Micropipetas
	80	Probetas (unidad)
	30	Matraz Erlenmeyer

	1200	Dispensadores
Mejora de las instalaciones del laboratorio	1500	Para dar cumplimiento con las especificaciones de la norma 17025 (en proceso)
<b>TOTAL</b>	<b>5420 Bs.</b>	

Fuente: Elaboración Propia



## 5. CAPITULO V

### 5.1. RESULTADOS OBTENIDOS

#### Verificación de pipeta automática de 1000 ml

##### Toma de datos

El Método Gravimétrico consiste en determinar el volumen del líquido contenido o vertido por el instrumento a ser calibrado, en función de la masa y la densidad del líquido utilizado. El líquido utilizado es por lo general agua destilada.

Cuando la balanza en la que se toman mediciones ha sido ajustada con pesas con densidad  $\rho_b$ , entonces la masa del agua está dada por:

$$m_w = (I_L - I_E) \cdot \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_b}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}} \quad (1)$$

Donde:

**$I_L$**  valor de la masa del vaso de precipitado con agua en g

**$I_E$**  valor de la masa del vaso de precipitado sin agua en g

**$\rho_a$**  densidad del aire en g/cm<sup>3</sup>

**$\rho_b$**  densidad de las pesas en g/cm<sup>3</sup>, utilizadas en el ajuste de la balanza.

**$\rho_w$**  densidad del agua en g/cm<sup>3</sup>, calculada con la formula de tanaka:

$$\rho(t, \Delta p) := \left[ 999,9714 \left[ 1 - \left[ \frac{[(t - 3,983035)^2 \cdot (t + 301,797)]}{522528,9 \cdot (t + 69,3488)} \right] \right] \cdot \left[ 1 + (5,074 \cdot 10^{-10} - 3,26 \cdot 10^{-12} \cdot t + 4,16 \cdot 10^{-14} \cdot t^2) \cdot \Delta p \right] + (-4,612 + 0,106t) \cdot 10^{-3} \right] \quad (2)$$

**$t$**  temperatura del vaso de precipitado en °C (para una simplificación se compara con la del líquido de calibración).

**$P$**  presión atmosférica

Sabemos que:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Despejando el volumen para el caso del agua, obtenemos que:

$$V_w = \frac{m_w}{\rho_w} \quad (4)$$

Para la temperatura de referencia (20 °C), tenemos:

$$V_{20} = V_w \cdot (1 - \gamma \cdot (t - 20)) \quad (5)$$

Donde:

**V<sub>20</sub>** volumen a la temperatura de referencia (20 °C) en ml

$\gamma$  Coeficiente de expansión cúbica en 1/K, en el caso de material de vidrio se puede utilizar el usado para borosilicato. Algunos valores se detallan en anexos.

**t** temperatura del vaso de precipitado en °C (para una simplificación se compara con la del líquido de calibración).

Reemplazando (1) y (4) en (5) obtenemos:

$$V_{20} = (I_L - I_E) \cdot \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_b}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}} \cdot \frac{1}{\rho_w} \cdot (1 - \gamma \cdot (t - 20)) \quad (6)$$

Sea:

$$Z = \frac{1}{\rho_w} \cdot \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_b}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}} = \frac{1}{\rho_b} \cdot \frac{\rho_b - \rho_a}{\rho_w - \rho_a} \quad (7)$$

$$Y = 1 - \gamma \cdot (t - 20) \quad (8)$$

Obtenemos que:

$$V_{20} = I \cdot Z \cdot Y \quad (9)$$

En la ecuación (9),  $I$  es valor de la diferencia de las masas del envase con agua ( $I_L$ ) y el envase vacío ( $I_E$ ),  $Z$  comprende la corrección por la flotabilidad del aire del valor de la masa y la conversión de la masa del agua medida en volumen a la temperatura medida (ecuación 7) y  $Y$  es la corrección de expansión térmica para el volumen del instrumento mensurando a ser aplicados si la temperatura de referencia y la medida son diferentes (ecuación 8).

Por lo tanto, el modelo matemático es:

$$V_{20} = (I_L - I_E) \times \left( \frac{1}{\rho_w - \rho_a} \right) \times \left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho_b} \right) \times [1 - \gamma(t - 20)] + M \quad (10)$$

Donde:

**M** Lectura del menisco

Pero antes con la temperatura del agua determinaremos la densidad a la que se encuentra el agua durante el ensayo, con la fórmula:

$$\rho_W = \sum_{i=0}^4 a_i * t_w^i$$

$$\rho_W = \sum_{i=0}^4 a_i * t_w^i \text{ despejando } t_w = 21.7^\circ\text{C}$$

$$\rho_W = (999,85308 * 21.7^0) + (6.32693 * 10^{-2} * 21.7^1) + (8.5233829 * 10^{-3} * 21.7^2) + (6.943248 * 10^{-5} * 21.7^3) + (3.821216 * 10^{-7} * 21.7^4)$$

$$\rho_W = 997.837 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} = 0.997837 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Luego se procede a calcular la densidad del aire a partir de las condiciones atmosféricas que se realizó en laboratorios de IBMETRO para la verificación de los materiales volumétricos usados en el presente trabajo:

$$\rho_a = \frac{k_1 p_a + \varphi (k_2 t_a + k_3)}{t_a + t_{a0}} \text{ entonces}$$

$$\rho_a = 1009 \text{ HPa}$$

$$HR\varphi = 47.8 \%$$

$$t_a = 21.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\rho_a = \frac{0.34844 \cdot 1009 + 47.8 \cdot (-0.00252 \cdot 21.9 + 0.020582)}{21.9 + 273.15}$$

$$\rho_a = 1.18597 \text{ Kg}/\text{m}^3 = 0.00118597 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$v = \frac{m}{\rho_G} * \frac{\rho_G - \rho_a}{\rho_w - \rho_a} * (1 - \alpha_c * (t_b - t_d))$$

$\rho_G$ : 8 g/cm<sup>3</sup>: densidad de las pesas de calibración de la balanza

$$\rho_w = 0.997837 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$\rho_a = 0.00118597 \text{ g}/\text{cm}^3$$

m = Promedio de las 10 pesadas realizadas en la balanza: 0.99766g

$$\alpha_c: 0.00045 \text{ 1}/^\circ\text{C}$$

$$t_b = 21.7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$t_d = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  : temperatura de referencia

$$v_{x1} = \frac{0.99766}{8} * \frac{8 - 0.00118597}{0.997837 - 0.00118597} * (1 - 0.00045 * (21.7 - 20))$$

$$v_{x1} = 1000.10 \text{ ml}$$

$$v_{x2} = 999.92 \text{ ml}$$

$$v_{x3} = 999.98 \text{ ml}$$

$$v_{y1} = 999.82 \text{ ml}$$

$$v_{y2} = 999.94 \text{ ml}$$

$$v_{y3} = 999.73 \text{ ml}$$

Estos mismos pasos serán realizados seis veces, tres veces por el técnico x y otras tres veces por el técnico y, de esa manera obtener los resultados para realizar la validación.

### Cálculo de la incertidumbre expandida

La incertidumbre expandida se encuentra multiplicando la incertidumbre combinada para el factor de cobertura que corresponde al 95.45 % de confianza  $\cdot k = 2$

$$U(v_{20}) = u^2(v_{20}) \cdot k$$

$$U(v_{20}) = 0.577 \cdot 2$$

$$U(v_{20}) = 1.18 \text{ ml}$$

Expresión de los resultados micropipetas

Unidad	Medida	Lectura	Corrección	Incertidumbre
ml	1000	1000.07	-0.07	1.18

### Calibración de matraz aforado de 100ml

**W1** valor de la masa del vaso de precipitado con agua en g

**W2** valor de la masa del vaso de precipitado sin agua en g

**$\rho_a$**  densidad del aire en g/cm<sup>3</sup>

**$\rho_b$**  densidad de las pesas en g/cm<sup>3</sup>, utilizadas en el ajuste de la balanza.

**$\rho_w$**  densidad del agua en g/cm<sup>3</sup>, calculada con la formula de tanaka:

### Toma de datos

Una vez más, debido a que el método utilizado es gravimétrico habrá que transformar los valores de los pesos leídos en la balanza a volumen por medio de la fórmula:

$$V_{20} = (W_2 - W_1) \times \left( \frac{1}{\rho_w - \rho_a} \right) \times \left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho_b} \right) \times [1 - a(t_d - t_b)]$$

Nuevamente antes con la temperatura del agua determinaremos la densidad a la que se encuentra el agua durante el ensayo, con la fórmula:

$$\rho_w = \sum_{i=0}^4 a_i * t_w^i$$

$$\rho_w = \sum_{i=0}^4 a_i * t_w^i \text{ despejando } t_w = 21.7^\circ\text{C}$$

$$\rho_w = (999,85308 * 21.7^0) + (6.32693 * 10^{-2} * 21.7^1) + (8.5233829 * 10^{-3} * 21.7^2) + (6.943248 * 10^{-5} * 21.7^3) + (3.821216 * 10^{-7} * 21.7^4)$$

$$\rho_w = 997.837 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} = 0.997837 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Luego se procede a calcular la densidad del aire a partir de las condiciones atmosféricas durante la calibración

$$\rho_a = \frac{k_1 p_a + \varphi (k_2 t_a + k_3)}{t_a + t_{a0}} \text{ entonces}$$

$$\rho_a = 1004 \text{HPa}$$

$$\varphi = 46.4 \% \text{ HR}$$

$$t_a = 21.7^\circ\text{C}$$

$$\rho_a = \frac{0.34844 * 1009 + 47.8 * (-0.00252 * 21.9 + 0.020582)}{21.9 + 273.15}$$

$$\rho_a = 1.18597 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 0.00118117 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$V = \frac{m}{\rho_G} * \frac{P_G - P_a}{\rho_w - \rho_a} * (1 - \alpha_c * (t_b - t_d))$$

$\rho_G$ :  $8 \text{ g/cm}^3$ : densidad de las pesas de calibración de la balanza

$$\rho_w = 0.997837 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_a = 0.00118597 \text{ g/cm}^3$$

$m$  = Promedio de las 10 pesadas realizadas en la balanza: 0.99766g

$$\alpha_c: 0.0000099 \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$t_b = 21.7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$t_d = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  : temperatura de referencia

$$v_{x1} = \frac{99.766}{8} * \frac{8 - 0.00118597}{0.997837 - 0.00118597} * (1 - 0.0000099 * (21.7 - 20))$$

$$v_{x1} = 99.97 \text{ ml}$$

$$v_{x2} = 99.94 \text{ ml}$$

$$v_{x3} = 99.97 \text{ ml}$$

$$v_{y1} = 99.89 \text{ ml}$$

$$v_{y2} = 99.94 \text{ ml}$$

$$v_{y3} = 99.90 \text{ ml}$$

Estos mismos pasos serán realizados seis veces, tres veces por el técnico x y otras tres veces por el técnico y, de esa manera obtener los resultados.

### Calculo de la incertidumbre expandida

La incertidumbre expandida se encuentra multiplicando la incertidumbre combinada para el factor de cobertura que corresponde al 95.45 % de confianza

$$k = 2$$

$$U(v_{20}) = u^2(v_{20}) * k$$

$$U(v_{20}) = 0.01347 * 2$$

$$U(v_{20}) = 0.027 \text{ ml}$$

### Expresión de los resultados

Unidad	Medida	Lectura	Corrección	Incertidumbre
ml	100	100.286	-0.286	0.0269

### Estadísticas de los resultados logrados

#### Datos estadísticos obtenidos:

#	Balanza 1	Balanza 2	Balanza 3
1	200.003 g	199.97 g	199.63 g
2	200.002 g	199.96 g	199.64 g
3	200.002 g	199.96 g	199.64 g
4	200.002 g	199.97 g	199.62 g
5	200.002 g	199.97 g	199.64 g
6	200.004 g	199.97 g	199.64 g
7	200.005 g	199.97 g	199.64 g
8	200.005 g	199.97 g	199.64 g
9	200.005 g	199.97 g	199.64 g
10	200.004 g	199.96 g	199.63 g
11	199.998 g	199.97 g	199.62 g
12	199.999 g	199.97 g	199.61 g

**Formulas:**

Rango:

$$\text{Rango} = \text{Máx.} - \text{Mín.}$$

Promedio

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Varianza:

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{S^2}$$

**Cálculos estadísticos:**

**Balanza 1:**

#	MUESTRA	(X- $\bar{X}$ )	$(X - \bar{X})^2$
1	200.003 g	0.001	0.000001
2	200.002 g	0.000	0.000000
3	200.002 g	0.000	0.000000
4	200.002 g	0.000	0.000000
5	200.002 g	0.000	0.000000
6	200.004 g	0.002	0.000004
7	200.005 g	0.003	0.000009
8	200.005 g	0.003	0.000009
9	200.005 g	0.003	0.000009

<b>10</b>	200.004 g	0.002	0.000004
<b>11</b>	199.998 g	-0.004	0.000016
<b>12</b>	199.999 g	-0.003	0.000009
<b>Σ</b>	2400.031	0.007	0.000061

**Rango:**

$$R = (200.005 - 199.998)$$

$$R = 0.007$$

**Promedio:**

$$\bar{X} = \frac{2400.031}{12} = 200.002$$

**Varianza:**

$$S^2 = \frac{\Sigma(0.000061)^2}{12 - 1} = 0.0000055$$

**Desviación estándar:**

$$S = \sqrt{0.0000055} = 0.002$$

**Muestra 2:**

#	MUESTRA	(X- $\bar{X}$ )	$(\bar{X} - \bar{X})^2$
1	199.97 g	0.00	0.0
2	199.96 g	-0.01	0.0001
3	199.96 g	-0.01	0.0001
4	199.97 g	0.00	0.0
5	199.97 g	0.00	0.0
6	199.97 g	0.00	0.0
7	199.97 g	0.00	0.0
8	199.97 g	0.00	0.0
9	199.97 g	0.00	0.0

10	199.96 g	-0.01	0.0001
11	199.97 g	0.00	0.0
12	199.97 g	0.00	0.0
$\Sigma$	2399.61	-0.03	0.0003

**Rango:**

$$R = (199.98 - 199.96)g = 0.02$$

**Promedio:**

$$\bar{x} = \frac{2399.61}{12} = 199.97$$

**Varianza:**

$$S^2 = \frac{\Sigma(0.0003)^2}{12 - 1} = 0.000027$$

**Desviación estándar:**

$$S = \sqrt{0.000027} = 0.005$$

**Muestra 3:**

#	MUESTRA	(X- $\bar{X}$ )	$(X - \bar{X})^2$
1	199.63 g	0.00	0.00
2	199.64 g	0.01	0.0001
3	199.64 g	0.01	0.0001
4	199.62 g	-0.01	0.0001
5	199.64 g	0.01	0.0001
6	199.64 g	0.01	0.0001
7	199.64 g	0.01	0.0001
8	199.64 g	0.01	0.0001
9	199.64 g	0.01	0.0001
10	199.63 g	0.00	0.0001
11	199.62 g	-0.01	0.0001
12	199.61 g	-0.02	0.0004
$\Sigma$	2395.59	0.03	0.0013

**Rango:**

$$R = (199.64 - 199.61) = 0.03$$

**Promedio:**

$$\bar{x} = \frac{2395.59}{12} = 199.63$$

**Varianza:**

$$S^2 = \frac{0.0013}{12 - 1} = 0.00012$$

**Desviación estándar:**

$$S = \sqrt{0.00012} = 0.01$$



Temperatura T (° C)	Densidad del agua (g/ cm <sup>3</sup> )	Volumen de 1 g de agua (cm <sup>3</sup> ) a la temperatura indicada	Corregido 20°C	a
10	0.99997026	1.001 4	1.001 5	
11	0.99996084	1.001 5	1.001 6	
12	0.9995004	1.001 6	1.001 7	
13	0.9993801	1.001 7	1.001 8	
14	0.999247 4	1.001 8	1.001 9	
15	0.999102 6	1.002 0	1.002 0	
16	0.998946 0	1.002 1	1.002 1	
17	0.998777 9	1.002 3	1.002 3	
18	0.998598 6	1.002 5	1.002 5	
19	0.998408 2	1.002 7	1.002 7	
20	0.998207 1	1.002 9	1.002 9	
21	0.997995 5	1.003 1	1.003 1	
22	0.997773 5	1.003 3	1.003 3	
23	0.997541 5	1.003 5	1.003 5	
24	0.997299 5	1.003 8	1.003 8	
25	0.997047 9	1.004 0	1.004 0	
26	0.99799678	1.004 3	1.004 2	
27	0.997516 2	1.004 6	1.004 5	
28	0.997236 5	1.004 8	1.004 7	
29	0.995947 8	1.005 1	1.005 0	
30	0.995650 2	1.005 4	1.005 3	

Para soluciones acuosas, el coeficiente de expansión térmica es de alrededor de  $0,0002/^{\circ}\text{C}$  Por ejemplo, si se usa un instrumento de 5 mL calibrado a  $20^{\circ}\text{C}$  a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$ , el volumen que realmente se está midiendo es de:

$$V_{20^{\circ}\text{C}} = 5 \text{ mL} + 0,0002^{\circ}\text{C} \times 5 \text{ mL} \times (20 - 27)^{\circ}\text{C}$$

$$V_{20^{\circ}\text{C}} = 4,993 \text{ ml}$$



## 5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. a) Se ha elaborado la documentación correspondiente (POE para verificación de la balanza) anexo a los registros necesarios que permiten determinar la incertidumbre de  $\pm 0.02$  g para la balanza de 300 g y de 0.002 g para la de 600 g.  
b) Para la balanza de 300 g se establece que el número significativo a ser tomado en cuenta es 0.01 g. Para la balanza de 600 g es de 0.001 g.
2. Para el material volumétrico la incertidumbre establecida está entre:
  - a. Para pipetas graduadas de 1 ml  $\pm 0.007$  ml
  - b. Para pipetas graduadas de 2 ml  $\pm 0.010$  ml
  - c. Para pipetas graduadas de 10 ml  $\pm 0.050$  ml
  - d. Para pipetas graduadas de 25 ml  $\pm 0.10$  ml
  - e. Para probetas de 25 ml  $\pm 0.5$  ml
  - f. Para probetas de 50 ml  $\pm 1.0$  ml
  - g. Para probetas de 100 ml  $\pm 1.0$  ml
3. Los límites superior e inferior se calcularon en base a 2 desviaciones estándar:  $LDS = X + 2 \sigma$

$$LDI = X - 2 \sigma$$

De acuerdo a la revisión de las contribuciones de la incertidumbre se concluye que unas contribuciones son más significativas que otras y que el coeficiente de expansión cubica del material volumétrico es el factor primordial.

4. Durante la resolución se concluye que valores de orden de diez a la menos tres dentro de la formula durante el cálculo de coeficiente de

sensibilidad no tienen una repercusión significativa en el cálculo final de la incertidumbre expandida si son depreciados.

5. La exactitud de los diferentes aparatos volumétricos que se encuentran en el laboratorio, es 0.01.
6. Se ha realizado la capacitación sobre las verificaciones de masa y volumen a todo el personal técnico-operativo del laboratorio, dado que cada 8 semanas se procede al rote establecido, de manera que todos estén autorizados para efectuar esta operación.
7. Debido a que se contaba con experiencia operativa adquirida en el IBMETRO, se han propuesto metodologías básicas para el manejo del proceso de verificación.
8. Los procedimientos que se han elaborado, implantado e implementado están detallados en la documentación correspondiente: POE verificación de balanzas, POE verificación de material volumétrico. Para la confirmación del procedimiento desarrollado se realizaron comparaciones con los laboratorios de referencia concluyendo que los datos obtenidos están dentro de los parámetros requeridos.
9. Se ha podido determinar que los factores que influyen en la exactitud son temperatura y humedad relativa del ambiente, tomando en cuenta que la sección de pesaje tiene  $2.5 \text{ m}^3$ . Por lo tanto, es importante su monitoreo durante el proceso de pesaje.
10. El proceso de verificación diaria que se efectúa a las dos balanzas con que cuenta el laboratorio, permiten conocer la incertidumbre diaria. Y se ha establecido la exactitud 0.1gr y la precisión 0.01gr

Cuando trabajamos con la incertidumbre aportamos un intervalo de valores probables donde se puede encontrar el valor verdadero de un resultado. Se concluye entonces que ningún resultado obtenido en una verificación posee valor único.

Sin embargo, la verificación debe estar coadyuvada por las calibraciones cada 6 meses de manera de asegurar que los valores arrojados por un instrumento sean confiables.

- 11.El costo total para la verificación de balanzas de precisión y de volumen para materiales volumétricos es de 5420 Bs. considerando que algunos aspectos indicados ya se han realizado.



## Recomendaciones

Se recomienda hacer comparaciones permanentes con el laboratorio de referencia para confirmación de resultados metrológicos y asegurar la confiabilidad de los ensayos.

Capacitación continua del analista o técnico dependiendo el caso interviene mucho en lo que es la calidad de los resultados del ensayo por ende entonces se recomienda un analista o técnico que esté familiarizado con los procedimientos, normas internacionales y equipos de laboratorio, de proceso y de la verificación de los materiales volumétricos

Se recomienda la utilización de una lupa o lentes de aumento para disminuir la diferencia entre lecturas en el aforo de los instrumentos de vidrio y así obtener contribuciones a la incertidumbre más pequeñas

Uso de instrumentos complementarios para una verificación de los materiales volumétricos

- Cinta aislante negra
- Embudo
- Manguera
- Jeringa
- Guantes de algodón
- Lupa
- Agua destilada

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ISO/TR 10013 Directrices para la documentación del sistema de gestión de la calidad

Editada 2002-08-05

- Catálogo BRAND GK 800
- Guide for volume determination within the scope of reference measurement
- procedures in medical reference measurement laboratories.

Teil 1: Kalibrierflüssigkeit Wasser, PTB-Mitteilungen 112 (2002) No. 2, pp.139-149

- JCGM 100: 2008 GUM 1995 con ligeras correcciones: Evaluación de datos de medición Guía para la expresión de la incertidumbre de medida.
- EDICIÓN DIGITAL 1 en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008).
- OIML D 10 Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments.

Edition 2007 (E)

- ISO 5725-1:1994.-Exactitud (veracidad y precisión) de métodos de medición y resultados .Parte 1: Principios y definiciones generales.
- ISO 5725-2:1994.-Exactitud (veracidad y precisión) de métodos de medición y resultados .parte 2: método básico para la determinación de repetibilidad y reproducibilidad de un método estándar de medición.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO DE LABORATORIO: Organización panamericana de la salud

- ISO/IEC GUÍA 43-1/1997.- ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios – parte 1: desarrollo y funcionamiento de programas de ensayos de aptitud
- ISO/TR 10017:2003.- Orientación sobre las técnicas estadísticas para la Norma ISO 9001:2000.
- ISO/IEC 17025:2005.- Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.  
Washington D. C., 2005.  
Laboratory glassware - One-mark volumetric flasks



## 7. ANEXOS

### LISTA DE VERIFICACION PARA LA APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE HABILITACION DE LABORATORIOS

ARTICULO	INCISO	REQUISITO	CRITERIO DE EVALUACION	AREA DE PREPARACION DE MATERIAL									
				DESCONTAMINACION		LAVADO		PREPARACION DE MATERIAL		ESTERILIZACION DE MATERIAL Y MEDIOS DE CULTIVO		ALMACENAMIENTO DE MATERIAL Y REACTIVOS	
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>DE LAS INSTALACIONES</b>													
Art. 40	a	El laboratorio se encuentra construido en zona no vulnerable a desastres, y está instalado en área independiente al ambiente de una vivienda	Verificar el área de construcción y separación física efectiva del laboratorio con el ambiente de una vivienda.	X		X		X		X		X	
Art. 41	a	El laboratorio cuenta con	La sala de espera es acorde a la demanda de	X		X		X		X		X	

		sala de espera destinada al laboratorio o de uso común.	atención del laboratorio.									
	b	El laboratorio cuenta con baños para pacientes.	La sala de espera cuenta con baño accesible para el paciente		X NO APLICABLE		X NO APLICABLE		X NO APLICABLE		X NO APLICABLE	X NO APLICABLE
	c	El laboratorio cuenta con área de recepción de muestra.	Verificar la existencia de áreas señalizada para recepción de muestras.	X		X		X		X		X NO APLICABLE
	d	El laboratorio cuenta con ambiente de toma de muestra.	El ambiente de toma de muestra está separada física y efectivamente del área analítica y administrativa, que asegura la privacidad del paciente.		X NO APLICABLE		X NO APLICABLE		X NO APLICABLE		X NO APLICABLE	X NO APLICABLE
	e	El laboratorio cuenta con un Área o ambiente administrativo.	Verificar la existencia de un área o ambiente exclusivo para administración	X		X		X		X		X
	f	El laboratorio cuenta con el ambiente de procesamiento analítico de muestras separado y	El ambiente de procesamiento general tiene separación física y efectiva de áreas técnicamente incompatibles	x		X		X		X		X NO APLICABLE

		diferenciado											
	g	El ambiente de procesamiento de muestras cumple con las dimensiones mínimas adecuadas.	Verificar que el ambiente de procesamiento tiene una superficie mínima de 16m <sup>2</sup> .	X		X		X		X		X	
	h	El laboratorio cuenta con ambientes separados para Biología Molecular (si aplica)	Verificar que cuenta con 3 ambientes separados. a) Extracción de muestra b) Preparación de reactivos (mezcla maestra)  PCR y revelado	X NO APLICA									
	i	El laboratorio cuenta con área de lavado de materiales.	Verificar si el laboratorio cuenta con un área de lavado de materiales.	X NO APLICA		X		X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA	
	j	El laboratorio cuenta con un área o ambiente de depósito para almacenamiento de reactivos, materiales e insumos.	Verificar si el laboratorio cuenta con ambiente o área identificada para depósito o almacenamiento de reactivos, materiales e insumos.	X		X		X		X		X	

	k	El laboratorio cuenta con vestidores o casilleros para el personal de laboratorio	Verificar la existencia de vestidores o casilleros individuales para el guardado de ropa y enseres personales	X		X		X		X	
	l	El laboratorio tiene baños para el personal de laboratorio.	Verificar la existencia de baños para el personal de laboratorio.	X		X		X		X	
	m	El laboratorio tiene un área de descanso para el personal de laboratorio, cuando se hacen turnos de guardia.	Verificar el área de descanso cuando aplique.	X		X		X		X	
Art. 42	a	El laboratorio tiene techos lisos, impermeables y lavables libres de fisura	Verificar que el techo no presente goteras o signos de humedad	X		X		X		X	
	b	El laboratorio tiene paredes revocadas, lisas, pintadas con material impermeable, libres de	Verificar que no presenten rajaduras, signos de humedad, polvo y rajaduras.	X		X		X		X	

		fisuras											
	c	El laboratorio tiene pisos lisos, lavables, libres de fisuras.	Verificar que los pisos no presenten rajaduras, signos de humedad y se encuentren limpios.	X		X		X		X		X	
	d	El laboratorio tiene puertas y ventanas impermeables y lavables, que sean seguras y protejan de los vectores.	Verificar que no presenten rajaduras, signos de humedad, polvo y chapas o vidrios rotos. Y que tengan malla protectora cuando aplique	X		X		X		X		X	
	e	El laboratorio con mesones rígidos de superficie lisas, impermeables y lavables con ancho de medidas estándar.	Verificar que los mesones sean de material lavable, rígido y que tenga un ancho entre 55-70 cm.	X		X		X		X		X	
Art. 43	a	El laboratorio cuenta con iluminación natural y artificial adecuada.	Verificar la calidad de iluminación.	X		X		X		X		X	
	b	Se cuenta con ventilación natural o artificial	Verificar la calidad de ventilación.	X		X		X		X		X	

		adecuada.										
	c	Cuenta con extractor de aire (si aplica)	Verificar su existencia cuando la ventilación sea insuficiente.	X		X NO APLICA		X NO APLIC A		X NO APLICA		X
	d	Aire acondicionado (si aplica)	Verificar su existencia en lugares de clima cálido y cartilla de control.		X NO APLICA	X NO APLICA		X NO APLIC A		X NO APLICA		X
		Calefacción (si aplica)	Verificar su existencia en climas fríos y cartilla de control.		X NO APLICA	X NO APLICA		X NO APLIC A		X NO APLICA		X
	e	El laboratorio cuenta con puntos de agua potable.	Verificar existencia de las conexiones de agua potable.	X		X		X NO APLIC A	X			X NO APLICA
	f	El laboratorio cuenta con instalaciones eléctricas segura y de buena calidad	Verificar que no existan cables por fuera, colgando. Que tengan los térmicos separados para la instalación luminaria y de enchufes para equipos. Equipos grandes deben tener su propio térmico.	X		X	X		X		X	

	g	El laboratorio utiliza unos tomacorrientes para cada equipo.	Verificar los puntos de toma corriente.	X		X		X		X		X	
	h	La instalación eléctrica cuenta con línea a tierra.	Verificar la instalación con línea de tierra y estabilizadores de corriente.		1 X		X		X		X		X
	i	El laboratorio cuenta con puntos de desagüe.	Verificar los puntos de desagüe.	X		X			X NO APLIC A	X			X NO APLICA
	j	El laboratorio cuenta con lavaderos de material impermeable.	Verificar la calidad de los lavaderos.	X		X			X NO APLIC A		X NO APLICA		X NO APLICA
	k	El laboratorio cuenta con alcantarillado o pozo séptico.	Verificar la instalación sanitaria.	X		X		X		X		X	
Art. 44	a	El laboratorio tiene señalización de acceso restringido a los ambientes del laboratorio.	Verificar la señalización.	X		X		X		X		X	
<b>DE LOS REQUISITOS DE EQUIPAMIENTO E</b>													

INSUMOS												
Art. 47	a	El laboratorio dispone de equipos necesarios acorde a la oferta de servicios.	Verificar si cuenta con los equipos mínimos necesarios de acuerdo al Anexo 3 del Reglamento General de habilitación por especialidades.	X		X		X		X		X
	b	Cuenta con silla de toma de muestra.	Verificar existencia.	X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA
	c	Cuenta con camilla para toma de muestra.	Verificar existencia.	X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA
Art. 48	a	El laboratorio cuenta con un inventario actualizado de los equipos.	Verificar existencia de inventario y Kardex de los equipos.	X		X		X		X		X
	b	El laboratorio cuenta con un programa de mantenimiento preventivo de equipos.	Verificar fichas técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo.	X		X		X		X		X
	c	El laboratorio cuenta con registros de	Verificar existencia de registro de control de temperatura: refrigerador,	X		X NO		X		X		X

		control de temperatura de los diferentes equipos.	congelador, incubadoras de micro placas y otros.				APLI CA						
	e	El laboratorio cuenta con procedimientos técnicos escritos de uso de los equipos.	Verificar la existencia de procedimientos técnicos de uso de cada uno de los equipos.	X			X		X	X			X NO APLICA
	f	El laboratorio cuenta con fichas de registro histórico de cada equipo.	Verificar la existencia de fichas de Registro de los equipos.	X		X		X		X		X	
<b>DE LOS REQUISITOS DE REACTIVOS</b>													
Art. 49	a	El laboratorio cuenta con un inventario de los reactivos en uso, y fecha vigente.	Verificar el inventario general de Reactivos y fechas de vencimiento	X		X		X		X		X	
	b	El laboratorio cuenta con fichas de Reactivos en uso con fecha vigente.	Verificar las fichas y fechas de los reactivos	X		X		X		X		X	
	c	El laboratorio cuenta con reactivos	Verificar los reactivos, rótulos con identificación y fechas de elaboración				X		X	NO		X	NO

		preparados en el laboratorio con identificación y fecha de elaboración	de reactivo.	X					APLIC A		APLICA		
	d	El laboratorio cumple las condiciones de almacenamiento o indicadas por el fabricante de reactivo.	Verificar la lista de reactivos con registro sanitario.	X			X				X NO APLICA	X	
Art. 51	a	El laboratorio cuenta con la lista de reactivos con Registro Sanitario vigente	Verificar la lista de reactivos con registro sanitario		X		X		X		X		X
<b>DE LOS RECURSOS HUMANOS</b>													
ART. 29	a	El Laboratorio cuenta con un Regente o Jefe de Laboratorio con Licenciatura en el área de laboratorio.	Verificar título habilitante del personal	X		X	X		X			X	
	b	El laboratorio cuenta con profesionales Bioquímicos	Verificar título habilitante del profesional Bioquímico.	X		X	X		X			X	

		por áreas.											
	c	El Laboratorio cuenta con Licenciados y/o Técnicos Superiores de Laboratorio.	Verificar título habilitante del Técnico Superior y/o licenciatura en Laboratorio.	X		X		X		X		X	
	d	El Laboratorio cuenta con personal auxiliar de laboratorio. (secretaría, auxiliar de limpieza y otros)	Verificar la certificación del personal auxiliar de Laboratorios.	X		X		X		X		X	
<b>DE LA GESTION DE CALIDAD</b>													
Art. 52	a	El Laboratorio se encuentra Registro ante la autoridad competente.	Verificar registro, o resolución de autorización de apertura y funcionamiento en lugar visible.	X		X		X		X		X	
	b	El laboratorio cuenta con la descripción de su Misión y Visión.	Verificar la descripción de la Misión y Visión	X		X		X		X		X	
	c	El Laboratorio cuenta con su organigrama y descripción de	Verificar existencia del organigrama y funciones.	X		X		X		X		X	

		funciones.										
	d	El Laboratorio cuenta con la lista de las determinaciones que oferta a los usuarios.	Verificar la lista de determinaciones ofertadas.		X		X		X			X NO APLICA
	e	El Laboratorio cuenta con el personal capacitado para las funciones que realizan.	Verificar certificaciones de capacitación del personal Registro de capacitaciones realizadas en el laboratorio y cronograma de capacitaciones anuales	X		X	X		X		X	
	f	El Laboratorio cuenta con procedimiento Técnicos escritos para las pruebas que realiza.	Verificar los procedimientos técnicos escritos para las pruebas que realiza (se aceptaran los insertos provistos por los fabricantes de reactivos, siempre que los procedimientos se realicen siguiendo estrictamente las indicaciones. Se deberá verificar que el inserto corresponda al lote de reactivo en uso y el mismo debe estar en el idioma que entiende el personal de laboratorio).	X		X	X		X			X NO APLICA
	g	El Laboratorio cuenta con criterios de aceptación y	Verificar el documento de criterios de aceptación y rechazo de las muestras.	X		X	X		X			X NO

		rechazo de muestras de forma escrita.											APLICA
	h	El laboratorio cuenta con sistema de control de la documentación y mantiene actualizados sus registros.	Verificar que los registros se encuentran al día de la fecha de inspección.	X		X		X		X			X
	i	El laboratorio cuenta con manual de toma y transporte de muestra.	Verificar manual de toma y manejo de muestras disponible para el personal de toma de muestra.	X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA		X NO APLICA			X NO APLICA
	j	El laboratorio cuenta con un sistema de control de calidad interno.	Verificar los registros de control de calidad interno de cada analito, y de las medidas correctivas en caso de no conformidad para al menos un analito por are. Verificación de reactivos; verificación de buen estado de equipos, Capacitación del personal, Revisión y actualización del POE	X	X					X	X		
	k	El laboratorio participa al menos de un programa de evaluación externa de la	Verificar fecha y resultados de las participaciones en programas de evaluación externa de la calidad.	X		X		X		X NO APLICA			X NO APLICA

		calidad.	Verificar participación en los programas organizados por redes de vigilancia.									
	l	El laboratorio cuenta con un sistema de control para implementar medidas correctivas a las no conformidades encontradas.	Verificar registros de medidas correctivas implementadas.	X		X		X		X		X NO APLICA
	m	El laboratorio cuenta con un sistema de información que asegure la confidencialidad, integridad y restricción del acceso de la información.	Verificar que el acceso a la información sea restringido al personal autorizado.  Verificar que el personal del laboratorio tenga un compromiso de confidencialidad en forma escrita.		X	X		X		X		X NO APLICA
	n	El laboratorio cuenta con convenios escritos para la derivación de muestras a otros laboratorios.	Verificar los convenios o contratos de derivación de muestras.  Verificar en los registros que las derivaciones se efectúan a laboratorios contemplados en los convenios o contratos.		X NO APLICA			X		X		X NO APLICA

Art. 53	a	El laboratorio cumple la emisión del informe de resultados con el formato oficial indicado en el artículo 2.10 del procedimiento para conducción de inspecciones de laboratorio.	Verificar que el formato de los informes de resultados cumple con la normativa.	X NO APLICA	NO APLI CA	X NO APLI CA	X	X NO APLICA
Art. 55	a	El laboratorio cuenta con un registro de entrega de resultados	<p>Verificar el registro y se deben contemplarlas siguientes modalidades de entrega de resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paciente ambulatorio: Registro de entrega al usuario o al médico tratante.</li> <li>• Discapacitado o menor edad: Registro de entrega al profesional tratante o representante legal.</li> <li>• Paciente internado: Registro de entrega al personal del</li> </ul>	X NO APLICA	X NO APLI CA	X NO APLI CA	X NO APLICA	X NO APLICA

			establecimiento de salud.										
Art. 56	a	El laboratorio cumple con la notificación inmediata de los resultados que impliquen un riesgo de salud pública.	Verificar registro de informes a médicos solicitantes	X	NO APLICA								
	b	El laboratorio cumple con la información y notificación obligatoria a la autoridad sanitaria.	Verificar registro de informes de formulario 303 de producción y para vigilancia epidemiológica.	X	NO APLICA	X	NO APLICA	X	NO APLICA	X		X	NO APLICA
Art. 60	a	El laboratorio cuenta con archivos de registros de los cinco años.	Verificar el tiempo de guarda de los archivos. Verificar que los archivos de registros se mantienen en condiciones que preservan su integridad y que son fácilmente recuperables.	X		X		X		X		X	
DE LA BIOSEGURIDAD													
Art. 61	a	El laboratorio cuenta con un manual de bioseguridad	Verificar la existencia y disponibilidad del manual de bioseguridad.	X		X		X		X		X	
	b	El laboratorio cuenta con	Verificar las fichas médicas de cada	X		X		X		X		X	

		programa de control de salud ocupacional del personal y con la aplicación de los esquemas de vacunación completa para el personal del laboratorio	funcionario del laboratorio.										
	c	El laboratorio cuenta con los recursos previstos para dotar de los insumos necesarios para el cumplimiento de la Norma de Bioseguridad y de Residuos.	Verificar los POAS y gestiones administrativas para la obtención de los recursos.	X		X		X		X			X
DE LOS PRINCIPIOS ETICOS													
Art. 69	a	El laboratorio cuenta con un Código Ético escrito y de conocimiento de todo el personal del laboratorio.	Verificar el documento escrito.	X		X		X		X			X
	b	El Código de Ética	Verificar instructivo que certifiquen el	X		X		X		X			X

		manifiesta los principios del	cumplimiento de los principios éticos.										
--	--	-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia





**PROGRAMA**

**PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACION INTERNA**

LMC/PR/PRACI-10

Versión: 00

Fecha de emisión: 2018-02-15

**AÑO 2018**

SERVIDOR PUBLICO	ENE.			FEB.			MAR.			ABR.			MAY.			JUN.			JUL.			AGO.			SEP.			OCT.			NOV.			DIC.		
	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A
	EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD			EJECUTAD					
Responsable Técnico del laboratorio	X									X																										
Supervisor del Área de Preparación de medios de cultivo				X									X																							
Supervisor de la Sección de Distribución de medios de cultivo	X									X																										
Supervisor de la Sección de Medición de pH				X									X																							
Supervisor del Área de Aseguramiento de la calidad							X									X																				
Personal nuevo																X			X																	
Practicantes																						X						X								
	M = CAPACITACION EN MASA						V = CAPACITACION EN VOLUMEN						A = AUTORIZACION																							

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE	Victor Rolando Ocaña Arias	Dra. Elizabeth Torrico	Dra. María Monasterios Arza
CARGO	Asistente de Investigación	Representante ante el Comité de Gestión de la calidad	Responsable Técnico del Laboratorio de Medios de cultivo
FIRMA			
FECHA	15/02/2018	16/02/2018	16/02/2018

	<b>INSTRUCTIVO</b>	<b>Código:</b> <b>LMC/IVM-0012-B13</b> <b>VERSIÓN: 0.0</b> <b>Página 2 de 1</b>
	<b>VERIFICACIÓN DE MATRACES</b>	

**CONTENIDO**

- 1.- OBJETIVO
- 2.- ALCANCE
- 3.-RESPONSABILIDAD
- 4.-TERMINO Y DEFINICIONES
- 5.- REFERENCIAS
- 6.-DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
- 7.-REGISTRO
- 8.-APENDICE
- 9.-REVISION APROVACION Y ACTUALIZACION
- 10.-IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS

	<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>ACTUALIZADO POR:</b>
<b>Nombre</b>	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Rios	Dra. María Magdalena Monasterios Arza	
<b>Cargo</b>	Asistente de Investigación	Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	Responsable Técnico del Laboratorio	
<b>Firma</b>				
<b>Fecha</b>	2017/03/14	2017/03/16	2017/03/16	



		REGISTRO				Código:				
		VERIFICACIÓN DE MATRACES Y PROBETAS Y DISPENSADORES				LMC/R/VMPD-00012-B11				
						Version: 0.00				
						Fecha de vigencia:				
						20/03/2017				
CONDICIONES AMBIENTALES										
Temperatura	<input type="text"/>	°C	Humedad	<input type="text"/>	%HR	HORA	<input type="text"/>			
	Masa del recipiente vacío (g)		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
Volumen nominal (ml)	Mediciones									
	1°		2°		3°		4°		5°	
	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
m = masa del recipiente con agua							ERROR	<input type="text"/>		
t = temperatura del agua en el recipiente										
Observaciones										
<hr/>										
<hr/>										
Operador				Revisión						
ELABORADO POR:		REVISADO POR:			APROBADO POR:					
Nombre:	Rolando Ocaña Arias		Dra. Tatiana Rios			Dra. Maria Monasterios Arza				
Cargo	Asistente de Investigación		Responsable de Gestión de la Calidad			Responsable Técnico				
Firma										
Fecha:	24/03/2017		27/03/2017			27/03/2017				





**INSTRUCTIVO**

**VERIFICACION DE PROBETAS**

**Código:**  
**LMC/II/VP-0012-B14**  
**VERSIÓN: 1.0**  
**Página 1 de 1**

**CONTENIDO**

- 1.- OBJETIVO
- 2.- ALCANCE
- 3.-RESPONSABILIDAD
- 4.-TERMINO Y DEFINICIONES
- 5.- REFERENCIAS
- 6.-DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
- 7.-REGISTRO
- 8.-APENDICE
- 9.-REVISION APROVACION Y ACTUALIZACION
- 10.-IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS

	<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>ACTUALIZADO POR:</b>
<b>Nombre</b>	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Rios	Dra. María Magdalena Monasterios Arza	
<b>Cargo</b>	Asistente de Investigación	Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	Responsable Técnico del Laboratorio	
<b>Firma</b>				
<b>Fecha</b>	2017/03/14	2017/03/16	2017/03/16	



		REGISTRO				Código: LMC/R/VMPD-00012-B11				
		VERIFICACIÓN DE MATRACES Y PROBETAS Y DISPENSADORES				Version: 0.00 Fecha de vigencia: 20/03/2017				
CONDICIONES AMBIENTALES										
Temperatura	°C		Humedad	%HR		HORA				
Masa del recipiente vacío (g)										
Volumen nominal (ml)	Mediciones									
	1°		2°		3°		4°		5°	
	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)
m = masa del recipiente con agua t = temperatura del agua en el recipiente										
								ERROR		
Observaciones										
.....										
.....										
Operador					Revisión					
<b>ELABORADO POR:</b>			<b>REVISADO POR:</b>			<b>APROBADO POR:</b>				
Nombre:	Rolando Ocaña Arias			Dra. Tatiana Rios			Dra. Maria Monasterios Arza			
Cargo	Asistente de Investigación			Responsable de Gestión de la Calidad			Responsable Técnico			
Firma										
Fecha:	24/03/2017			27/03/2017			27/03/2017			





**INSTRUCTIVO**

**VERIFICACIÓN DE DISPENSADORES**

**Código:**  
**LMC//VD-0012-B12**  
**VERSIÓN: 0.0**  
**Página 1 de 1**

**CONTENIDO**

- 1.- OBJETIVO
- 2.- ALCANCE
- 3.-RESPONSABILIDAD
- 4.-TERMINO Y DEFINICIONES
- 5.- REFERENCIAS
- 6.-DESCRIPCION DE ACTIVDADE S
- 7.-REGISTRO
- 8.-APENDICE
- 9.-REVISION APROVACION Y ACTUALIZACION
- 10.-IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS

	<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>ACTUALIZADO POR:</b>
<b>Nombre</b>	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Rios	Dra. María Magdalena Monasterios Arza	
<b>Cargo</b>	Asistente de Investigación	Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	Responsable Técnico del Laboratorio	
<b>Firma</b>				
<b>Fecha</b>	2017/03/14	2017/03/16	2017/03/16	



		REGISTRO				Código:				
		VERIFICACIÓN DE MATRACES Y PROBETAS Y DISPENSADORES				LMC/R/VMPD-00012-B11				
						Version: 0.00				
						Fecha de vigencia:				
						20/03/2017				
CONDICIONES AMBIENTALES										
Temperatura	<input type="text"/>	°C	Humedad	<input type="text"/>	%HR	HORA	<input type="text"/>			
	Masa del recipiente vacío (g)		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
Volumen nominal (ml)	Mediciones									
	1°		2°		3°		4°		5°	
	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)	m (g)	t (°C)
m = masa del recipiente con agua							ERROR	<input type="text"/>		
t = temperatura del agua en el recipiente										
Observaciones										
.....										
.....										
Operador				Revisión						
ELABORADO POR:		REVISADO POR:			APROBADO POR:					
Nombre:	Rolando Ocaña Arias		Dra. Tatiana Rios			Dra. Maria Monasterios Arza				
Cargo	Asistente de Investigación		Responsable de Gestión de la Calidad			Responsable Técnico				
Firma										
Fecha:	24/03/2017		27/03/2017			27/03/2017				



**INSTRUCTIVO**

**VERIFICACION DE PIPETAS**

**Código:**  
**LMC/IVP-0012-B11**  
**VERSIÓN: 1.0**  
**Página 1 de 1**

**CONTENIDO**

- 1.- OBJETIVO
- 2.- ALCANCE
- 3.-RESPONSABILIDAD
- 4.-TERMINO Y DEFINICIONES
- 5.- REFERENCIAS
- 6.-DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
- 7.-REGISTRO
- 8.-APENDICE
- 9.-REVISION APROVACION Y ACTUALIZACION
- 10.-IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS

	<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>ACTUALIZADO POR:</b>
<b>Nombre</b>	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Rios	Dra. María Magdalena Monasterios Arza	
<b>Cargo</b>	Asistente de Investigación	Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	Responsable Técnico del Laboratorio	
<b>Firma</b>				
<b>Fecha</b>	2017/03/14	2017/03/16	2017/03/16	



REGISTRO

VERIFICACIÓN DE PIPETAS GRADUADAS Y MICROPIPETAS

Código:  
LMC/R/VPmPP-00012-B12  
Version: 0.00  
Fecha de vigencia:  
20/03/2017

Temperatura  °C Humedad  %HR HORA  h

Masa del recipiente vacío  g

Volumen nominal (ml)	Valores iniciales t (°C)	Mediciones					Valores finales t (°C)
		1° m (g)	2° m (g)	3° m (g)	4° m (g)	5° m (g)	

m masa del líquido vertido  ml

t temperatura del agua en el recipiente

Tiempo de vertido   
Tiempo de vertido permitido  min s,max s

Observaciones

-----  
-----  
-----

\_\_\_\_\_  
Operador

\_\_\_\_\_  
Revisión

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Rios	Dra. Maria Monasterios Arza
Cargo	Asistente de Investigación	Responsable de Gestión de la Calidad	Responsable Técnico
Firma			
Fecha	24/03/2017	27/03/2017	27/03/2017



	<b>INSTRUCTIVO</b>	<b>Código:</b> <b>LMC/IVmP—0012-B10</b> <b>VERSIÓN: 1.0</b> <b>Página 1 de 1</b>
	<b>VERIFICACION DE MICROPIPETAS</b>	

**CONTENIDO**

- 1.- OBJETIVO
- 2.- ALCANCE
- 3.-RESPONSABILIDAD
- 4.-TERMINO Y DEFINICIONES
- 5.- REFERENCIAS
- 6.-DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
- 7.-REGISTRO
- 8.-APENDICE
- 9.-REVISION APROVACION Y ACTUALIZACION
- 10.-IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS

	<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>ACTUALIZADO POR:</b>
<b>Nombre</b>	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Rios	Dra. María Magdalena Monasterios Arza	
<b>Cargo</b>	Asistente de Investigación	Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	Responsable Técnico del Laboratorio	
<b>Firma</b>				
<b>Fecha</b>	2017/03/14	2017/03/16	2017/03/16	



REGISTRO

VERIFICACIÓN DE PIPETAS GRADUADAS Y MICROPIPETAS

Código:  
LMC/R/VPmPP-00012-B12  
Version: 0.00  
Fecha de vigencia:  
20/03/2017

Temperatura  °C Humedad  %HR HORA  h

Masa del recipiente vacío  g

Volumen nominal (ml)	Valores iniciales t (°C)	Mediciones					Valores finales t (°C)
		1° m (g)	2° m (g)	3° m (g)	4° m (g)	5° m (g)	

m masa del líquido vertido  ml

t temperatura del agua en el recipiente

Tiempo de vertido   
Tiempo de vertido permitido  min s,max s

Observaciones

-----  
-----  
-----  
-----

Operador

Revisión

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Ríos	Dra. María Monasterios Arza
Cargo	Asistente de Investigación	Responsable de Gestión de la Calidad	Responsable Técnico
Firma			
Fecha	24/03/2017	27/03/2017	27/03/2017



**PROCEDIMIENTO**

**(POE)**

**PESAJE DE MEDIOS DE CULTIVO Y SOLUCIONES  
ESPECIALES**

**CÓDIGO:**

**LMC/P/POE-PMCySE-012-**

**B1**

**VERSIÓN: 1.0**

**Página 1 de 1**

**CONTENIDO**

- 1.- OBJETIVO
- 2.- ALCANCE
- 3.-RESPONSABILIDAD
- 4.-TERMINO Y DEFINICIONES
- 5.- REFERENCIAS
- 6.-DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
- 7.-REGISTRO
- 8.-APENDICE
- 9.-REVISION APROVACION Y ACTUALIZACION
- 10.-IDENTIFICACION DE LOS CAMBIOS

	<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>ACTUALIZADO POR:</b>
<b>Nombre</b>	Rolando Ocaña Arias	Dra. Tatiana Rios	Dra. María Magdalena Monasterios Arza	
<b>Cargo</b>	Asistente de Investigación	Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	Responsable Técnico del Laboratorio	
<b>Firma</b>				
<b>Fecha</b>	2017/03/14	2017/03/16	2017/03/16	

Programa rote del personal técnico operativo LMC/PR/PTTO-8-2.

	<b>PROGRAMA</b>	<b>CÓDIGO:</b>
	<b>TURNOS PERSONAL TÉCNICO OPERATIVO</b>	<b>LMC/PR/PTTO-8-2</b>
		<b>VERSIÓN: 0.0</b>
		<b>PAGINA: 1 de 1</b>
		<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> <b>03/01/2014</b>
<b>FECHA</b>	<b>AREA</b>	<b>AUXILIAR DE LABORATORIO</b>
Del 6 de febrero al 31 de marzo	PESAJE	Dra. Elizabeth torrico Helguero
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Deysi Valdez Taboada
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Maria Monasterios Arza
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Tatiana rios Quisberth
del 3 de Abril al 27 de Mayo	PESAJE	Dra. Tatiana rios Quisberth
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Elizabeth torrico Helguero
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Deysi Valdez Taboada
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Maria Monasterios Arza
Del 29 de mayo al 21 de julio	PESAJE	Dra. Maria Monasterios Arza
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Tatiana rios Quisberth
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Elizabeth torrico Helguero
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Deysi Valdez Taboada
Del 24 de julio al 15 de septiembre	PESAJE	Dra. Deysi Valdez Taboada
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Maria Monasterios Arza
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Tatiana rios Quisberth
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Elizabeth torrico Helguero
Del 18 de septiembre al 10 de noviembre	PESAJE	Dra. Elizabeth torrico Helguero
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Deysi Valdez Taboada
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Maria Monasterios Arza
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Tatiana rios Quisberth
Del 13 de noviembre al 05 de enero	PESAJE	Dra. Tatiana rios Quisberth
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Elizabeth torrico Helguero
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Deysi Valdez Taboada
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Maria Monasterios Arza
del 08 de enero al 02 de marzo	PESAJE	Dra. Maria Monasterios Arza
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Tatiana rios Quisberth
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Elizabeth torrico Helguero
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Deysi Valdez Taboada
Del 06 de marzo al 28 de abril	PESAJE	Dra. Deysi Valdez Taboada
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Maria Monasterios Arza
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Tatiana rios Quisberth
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Elizabeth torrico Helguero
Del 01 de mayo al 23 de julio	PESAJE	Dra. Elizabeth torrico Helguero
	DISTRIBUIÓN Y DISOLUCIÓN	Dra. Deysi Valdez Taboada
	MEDICIÓN DE PH	Dra. Maria Monasterios Arza
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Dra. Tatiana rios Quisberth
<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
<b>NOMBRE:</b> Sra. Silvia Jimenez	<b>NOMBRE:</b> Dra. Elizabeth Torrico Helguero	<b>NOMBRE:</b> Dra. Maria Monasterios Arza
<b>CARGO:</b> Responsable de Asuntos Administrativos	<b>CARGO:</b> Responsable de Gestión de la calidad	<b>CARGO:</b> Jefe del laboratorio
<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

POE de limpieza y desinfección de ambientes LMC/P/POE-LDA-07-1.

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO:</b> <b>LMC/P/POE-LDA-07-1</b> <b>VERSIÓN: 0.0</b> <b>Página 1 de 1</b> <b>FECHA DE VIGENCIA:</b> <b>2017/05/20</b>
	<b>POE</b>  <b>LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE AMBIENTES</b>	
<p><b>PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO</b></p> <p><b>LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE AMBIENTES</b></p> <p><b>LMC/P/POE-LDA-07-1</b></p>		
<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
<b>NOMBRE:</b> Marisol Achá Aruquipa	<b>NOMBRE:</b> Dra. Elizabeth Torrico.	<b>NOMBRE:</b> Dra. María M. Monasterios Arza
<b>CARGO:</b> Postulante a Trabajo Dirigido	<b>CARGO:</b> Responsable de Gestión de Calidad	<b>CARGO:</b> Responsable Técnico
<b>FIRMA :</b>	<b>FIRMA :</b>	<b>FIRMA :</b>
<b>FECHA:</b> 2016/11/03	<b>FECHA:</b> 2016/11/10	<b>FECHA:</b> 2016/11/20

Instructivo manejo de la balanza de 300 LMC//UB-12-B1

	<b>INSTRUCTIVO</b>	<b>Código:</b> <b>LMC//UVB-0012-B1</b>
	<b>USO Y VERIFICACIÓN DE BALANZA DE PRECISION 300 Gr</b>	<b>VERSIÓN: 1.0</b> <b>Página 1 de 1</b>
<p>1 conectar el interruptor al toma corriente numero 1</p> <p>2 verificar que la burbuja de aire este en el centro</p> <p>3 pulsar la tecla ON</p> <p>4 esperar que el visor se estabilice a 0.00</p> <p>5 pulse el botón PRINT</p> <p>6 una vez presionado el botón PRINT se debe la pesa sobre la balanza en el centro de la balanza (peso patrón 200 g )</p> <p>7 puesta la pesa sobre sobre la balanza apretar el botón PRINT</p> <p>8 si se quiere tarar presionar la tecla RE-ZERO</p> <p>9 realizar la verificación de la balanza según registró: LMC/R/CVB-00012-B1, con la pesa patrón hacer la verificación en los siguientes puntos norte, sur, este, oeste y centro luego proceder a realizar los cálculos de desviación estándar (X)</p> <p>10 pulsar la tecla off para apagar</p> <p>11 desconectar el interruptor del toma corriente</p> <p>12 con el algodón empapado en alcohol limpiar la balanza de manera de remover el material orgánico depositado.</p> <p>13 cubrir la balanza para evitar la humedad y polvos del medio ambiente</p> <p>14 fin</p>		
<b>ELABORADO POR:</b> <b>NOMBRE:</b> Rolando Ocaña Arias <b>CARGO:</b> Asistente de Investigación	<b>REVISADO POR:</b> <b>NOMBRE:</b> Dra. Tatiana Ríos <b>CARGO:</b> Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	<b>APROBADO POR:</b> <b>NOMBRE:</b> Dra. María Monasterios Arza <b>CARGO:</b> Jefe del laboratorio

Instructivo manejo de la balanza de 600 LMC//UB-12-B2.

	<b>INSTRUCTIVO</b>	<b>Código:</b> <b>LMC//UVB-0012-B2</b>
	<b>USO Y VERIFICACION BALANZA DE PRECISION 600 Gr</b>	<b>VERSIÓN: 1.0</b> <b>Página 1 de 1</b>
<p>1 conectar el interruptor de la toma corriente</p> <p>2 verificar que la burbuja de aire este en el centro</p> <p>3 pulse el botón ON para prender la balanza</p> <p>4 pulse el botón CAL seguidamente se producirá una vibración</p> <p>5 se visualizara en la pantalla 0.000 g</p> <p>6 pulse el botón PRINT</p> <p>7 una vez presionado el botón PRINT, se debe poner la pesa Sobre la balanza en el centro de la balanza (peso patrón 200 g)</p> <p>8 puesta la pesa sobre la balanza apretar el botón PRINT</p> <p>9 Si se quiere tarar presionar la tecla TARE</p> <p>10 realizar la verificación de la balanza según registró: LMC/R/CVB-00012-B1, con la pesa patrón hacer la verificación en los siguientes puntos norte, sur, este, oeste y centro luego proceder a realizar los cálculos de desviación estándar (X)</p> <p>11 pulsar la tecla off para apagar</p> <p>12 desconectar el interruptor del toma corriente</p> <p>13 con un algodón empapado en alcohol limpiar la balanza de manera de remover el material orgánico depositado</p> <p>14 cubrir la balanza para evitar la humedad y polvos del medio ambiente.</p>		
<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
<b>NOMBRE:</b> Rolando Ocaña Arias	<b>NOMBRE:</b> Dra. Tatiana Ríos	<b>NOMBRE:</b> Dra. María Monasterios Arza
<b>CARGO:</b> Asistente de Investigación	<b>CARGO:</b> Responsable de la Sección de Distribución de Medios de cultivo	<b>CARGO:</b> Jefe del laboratorio
<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

Instructivo de verificación de la balanza LMC//VB-0012-B3.







**PROGRAMA**  
**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

**CODIGO:**  
**LMC/PR/CA--8**  
**VERSIÓN: 0.0**  
**Página 1 de 1**  
**FECHA DE VIGENCIA:**  
**2016/11/20**

Horario	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
De 9.00 a 11.00	Recepción solicitud laboratorio de <b>Microbiología de alimentos</b> y Venta externa	Recepción solicitud laboratorios de <b>Antiveninas e Inmunología</b>	Recepción solicitud laboratorio de <b>Bacteriología clínica</b> y Venta externa	Recepción solicitud laboratorio de <b>TUBERCULOSIS</b>	Recepción solicitud laboratorio de <b>Producción de Biológicos</b>
De 8.00 a 14.00	Preparación de medios de cultivo para los laboratorios de <b>Producción de Biológicos</b> y <b>TUBERCULOSIS</b>	Preparación de medios de cultivo para el laboratorio de <b>Microbiología de alimentos</b> y Venta externa	Preparación de medios de cultivo para los laboratorios de <b>Antiveninas, Inmunología y Microbiología de alimentos y TUBERCULOSIS</b>	Preparación de medios de cultivo para el laboratorio de <b>Bacteriología clínica</b> y Venta externa	Preparación de medios de cultivo para los laboratorios de <b>Bacteriología clínica</b> y <b>TUBERCULOSIS</b>
De 12.00 a 13.30	Entrega de medios de cultivo preparados para los laboratorios de <b>Bacteriología clínica</b> y <b>TUBERCULOSIS</b>	Entrega de medios de cultivo preparados para los laboratorios de <b>Producción de Biológicos</b> y <b>TUBERCULOSIS</b>	Entrega de medios de cultivo preparados para venta externa	Entrega de medios de cultivo preparados para los laboratorios de <b>Antiveninas, Inmunología, Microbiología de alimentos y TUBERCULOSIS</b>	Entrega de medios de cultivo preparados para venta externa, <b>Bacteriología clínica</b> y <b>TUBERCULOSIS</b>

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
<b>NOMBRE:</b> Marisol Achá Aruquipa	<b>NOMBRE:</b> Dra. Elizabeth Torrico.	<b>NOMBRE:</b> Dra. María M. Monasterios Arza
<b>CARGO:</b> Postulante a Trabajo Dirigido	<b>CARGO:</b> Responsable de Gestión de Calidad	<b>CARGO:</b> Responsable Técnico
<b>FIRMA :</b>	<b>FIRMA :</b>	<b>FIRMA :</b>
<b>FECHA:</b> 2016/11/03	<b>FECHA:</b> 2016/11/10	<b>FECHA:</b> 2016/11/20



Registro hojas de trabajo LMC/R/HT-00012-B-2

	<b>REGISTRO</b>	<b>CÓDIGO:</b> LMC/R/HT-00012-B2
	<b>HOJA DE TRABAJO</b>	<b>Versión: 0.0</b> <b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 31/12/2013

<b>N° de LOTE:</b>	
<b>MEDIO DE CULTIVO A PREPARAR :</b> .....	
Fecha e preparación:.....	
<b>LABORATORIO SOLICITANTE:</b> .....	<b>PEDIDO N°:</b>
Cantidad solicitada:	Tubos:..... volumen:..... ml Total =.....ml Cajas:..... volumen:..... ml Total =.....ml EM:..... volumen:..... ml Total =.....ml
<b>VOLUMEN TOTAL A PREPARAR:</b> .....ml	
CODIGO:.....	MARCA:..... LOTE:.....
CODIGO:.....	MARCA:..... LOTE:.....
CODIGO:.....	MARCA:..... LOTE:.....
<b>FORMULACION:</b>	
pH del agua:..... pH teórico del MC:.....	
Conductividad:..... pH inicial:.....	
pH ajustado:.....	
pH final (MC esterilizado):.....	
<b>ESTERILIZACION:</b>	Temperatura = .....°C Tiempo = .....min
<b>FILTRACION:</b> .....µm	
<b>TOTAL PRODUCTOS PREPARADOS:</b> .....	
5% Productos para Control de calidad:.....	
<b>TOTAL PRODUCTOS ENTREGADOS:</b> .....	
<b>PREPARADO POR:</b> Nombre:..... Firma:.....	
<b>AUTORIZADO POR:</b> Nombre:..... Firma:.....	

Registro codificación de hojas de trabajo LMC/R/CHT-00012-B-3

	<b>REGISTRO</b>		<b>CÓDIGO:</b> LMC/R/CHT-00012-B3						
	<b>CODIFICACION DE HOJAS DE TRABAJO</b>		<b>VERSIÓN: 0.0</b> <b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 31/12/2013						
<b>ENERO - FEBRERO - <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MARZO</span> - ABRIL - MAYO - JUNIO</b> <b>JULIO - AGOSTO - SEPTIEMBRE - OCTUBRE - NOVIEMBRE - DICIEMBRE</b>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
<b>ELABORADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>					
<b>NOMBRE:</b> Sra. Silvia Jimenes Ponce		<b>NOMBRE:</b> Dra. Elizabeth Torrico Helguero		<b>NOMBRE:</b> Dra. Maria Monasterios Arza					
<b>CARGO:</b> Responsable del area administrativa		<b>CARGO:</b> Responsable de Aseguramiento de calidad		<b>CARGO:</b> Responsable Tecnico					
<b>FIRMA:</b>		<b>FIRMA:</b>		<b>FIRMA:</b>					
<b>FECHA:</b>		<b>FECHA:</b>		<b>FECHA:</b>					



**PROGRAMA**

**PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACION INTERNA**

LMC/PR/PRACI-10  
 Versión: 00  
 Fecha de emisión: 2018-02-15

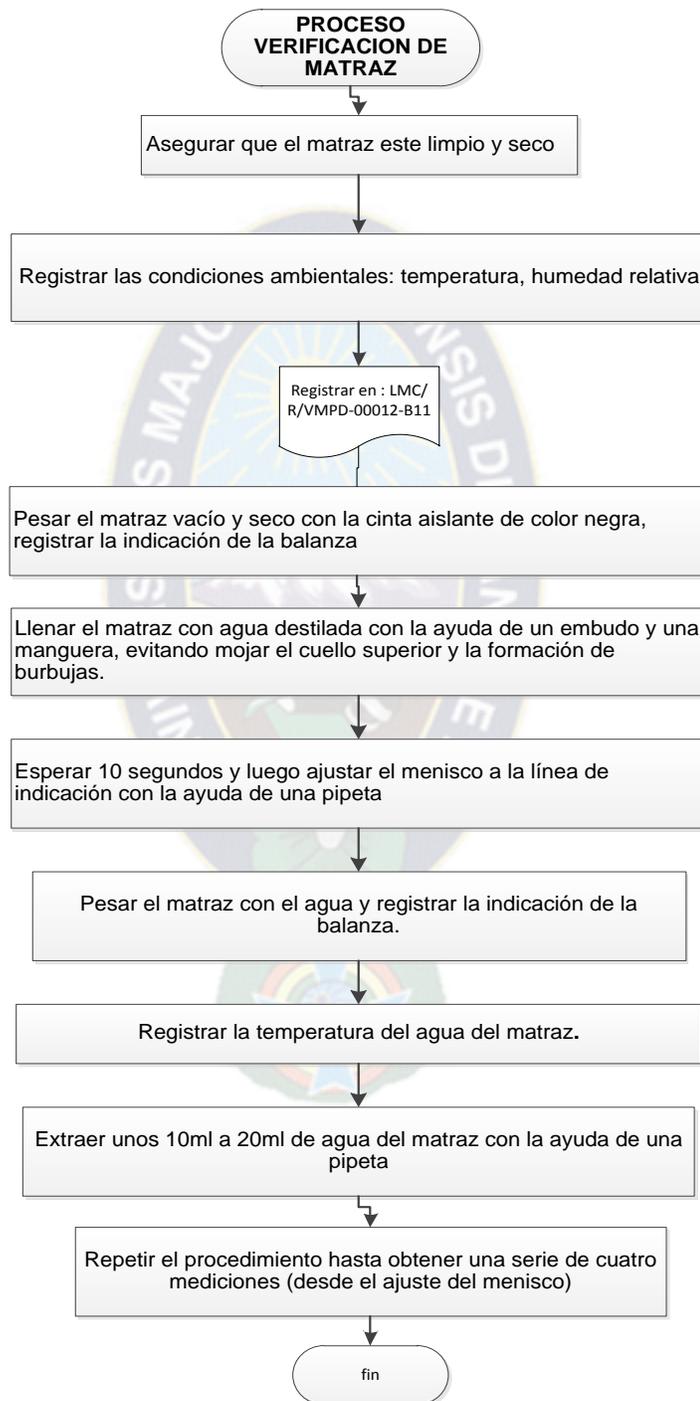
**AÑO 2018**

SERVIDOR PUBLICO	ENE.			FEB.			MAR.			ABR.			MAY.			JUN.			JUL.			AGO.			SEP.			OCT.			NOV.			DIC.		
	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A	M	V	A
Responsable Técnico del laboratorio	X									X																										
Supervisor del Área de Preparación de medios de cultivo				X									X																							
Supervisor de la Sección de Distribución de medios de cultivo	X									X																										
Supervisor de la Sección de Medición de pH				X									X																							
Supervisor del Área de Aseguramiento de la calidad							X									X																				
Personal nuevo																			X						X						X					
Practicantes																																				

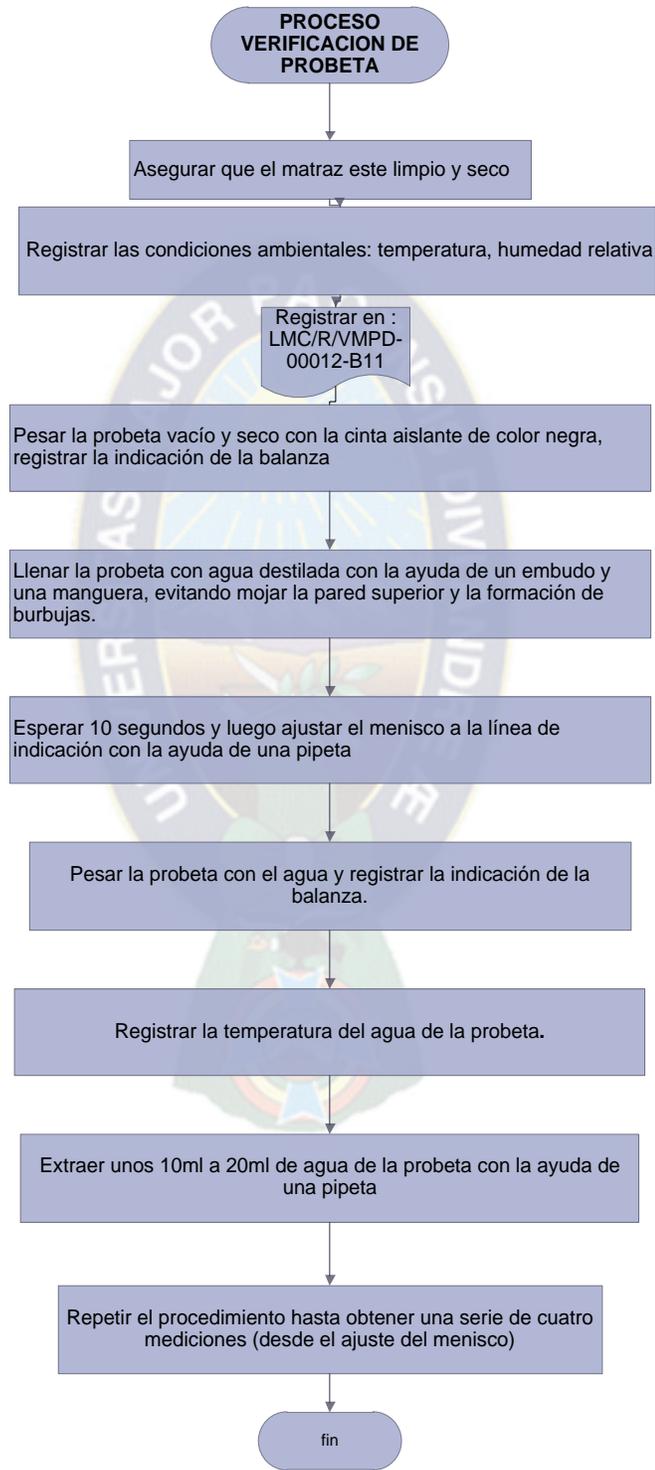
M = CAPACITACION EN MASA      V = CAPACITACION EN VOLUMEN      A = AUTORIZACION

NOMBRE	ELABORADO POR: Victor Rolando Ocaña Arias	REVISADO POR: Dra. Elizabeth Torrico	APROBADO POR: Dra. María Monasterios Arza
CARGO	Asistente de Investigación	Representante ante el Comité de Gestión de la calidad	Responsable Técnico del Laboratorio de Medios de cultivo
FIRMA			
FECHA	15/02/2018	16/02/2018	16/02/2018

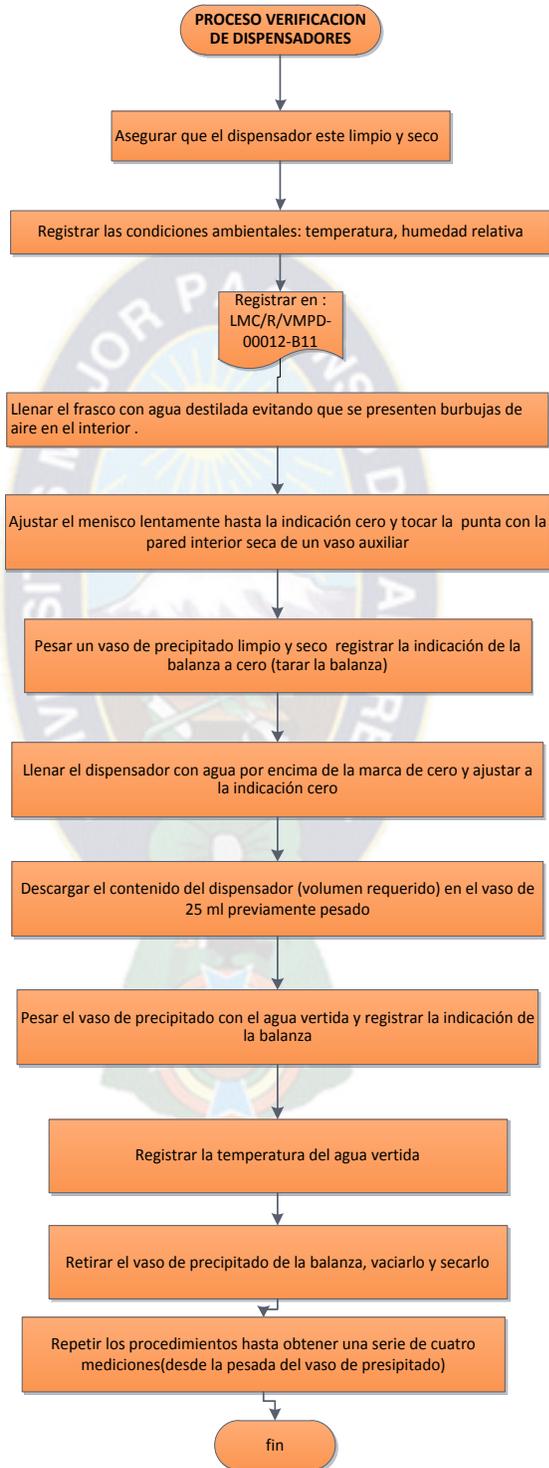
## DIAGRAMA DE FLUJO DE VERIFICACIÓN DE MATRAZ



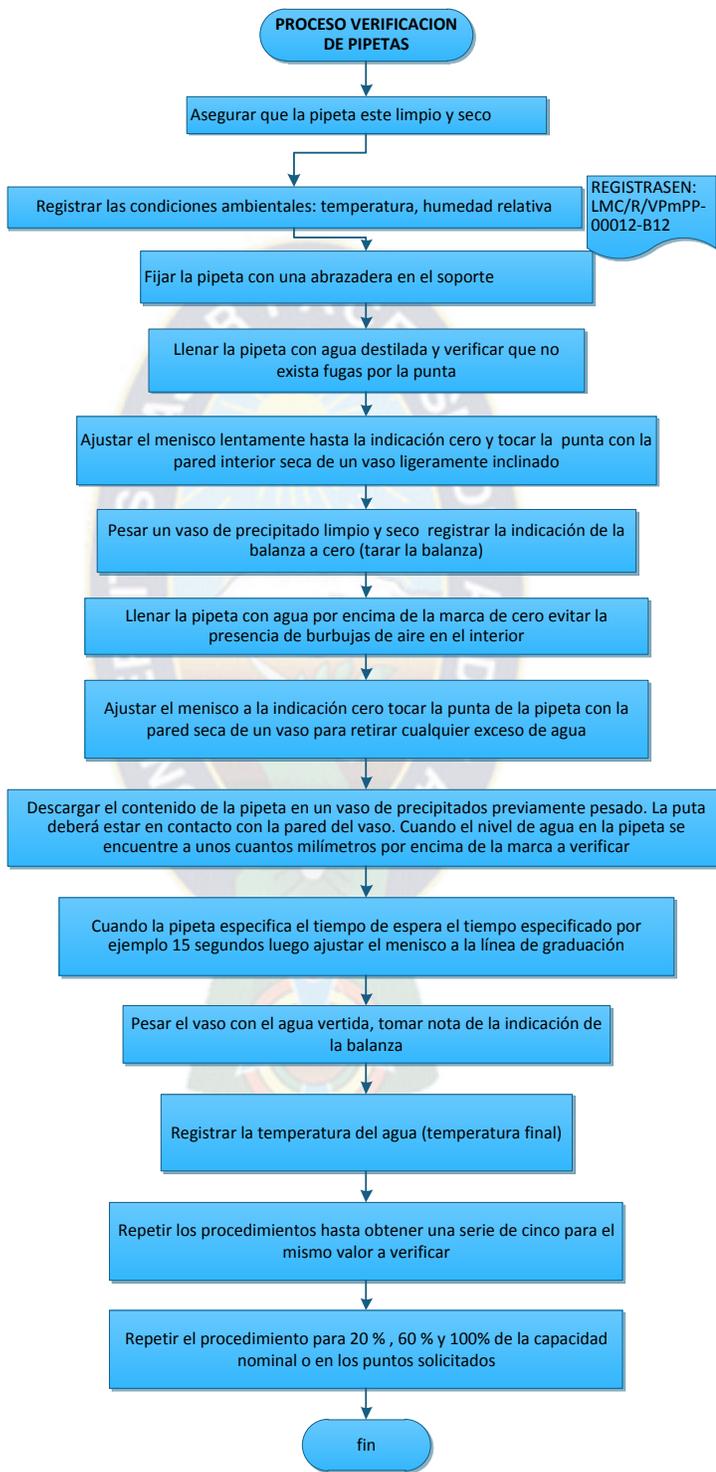
## DIAGRAMA DE FLUJO DE VERIFICACION DE PROBETAS



## DIAGRAMA DE FLUJO DE DISPENSADORES



## DIAGRAMA DE FLUJO DE VERIFICACION DE PIPETAS



## DIAGRAMA DE FLUJO DE VERIFICACION DE MICROPIPETAS

