UNIVERSIDAD DON BOSCO

# PROPUESTA DE PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LAS MEDICIONES PARA EL SISTEMA NACIONAL DE LA SALUD

TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
JORGE GUILLERMO ALVAREZ CARDONA
MONICA ARELY MOLINA ORELLANA

ASESOR:
ING. CAROLINA NUILA DE BENAVIDES

SOYAPANGO OCTUBRE DEL 2005, ELSALVADOR

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

AUTORIDADES

RECTOR:

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET

VICERECTOR:

PBRO. VICTOR BERMUDEZ

SECRETARIO GENERAL:

HNO. MARIO OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA:

ING. GODOFREDO ERNESTO GIRON.

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ING. RIGOBERTO SILVA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADUACION

# PROPUESTA DE PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LAS MEDICIONES EN EL SISTEMA NACIONAL DE LA SALUD.

| | | |
|---|---|---|
| Ing. Miguel Tevez. | Ing. Heber Portillo. | Ing. Julio Castro |
| Jurado | Jurado | Jurado |

| | |
|---|---|
| Ing. Rosita Soza | Ing. Carolina Nuila |
| Turor | Asesora. |

# INTRODUCCIÓN

En nuestro país es de suma importancia la salud de las personas y para tener un mejor control se tiene el ente regulador de la salud: el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; es el encargado de suplir las necesidades existentes en todas las unidades de salud por medio de los SIBASI. Es importante que éstos mantengan sus instrumentos en óptimas condiciones para proporcionar confiabilidad de los resultados a los pacientes proporcionando un valor real de la medición y así obtener diagnósticos de acuerdo al estado de salud de las personas. Para obtener resultados técnicamente válidos, es conveniente que los instrumentos utilizados dentro de los centros de salud en el territorio nacional estén calibrados.

En este documento se presenta la estructuración de la propuesta de plan de aseguramiento de las mediciones en el sistema nacional de salud, el cual consta de cuatro capítulos.

## CAPÍTULO I GENERALIDADES

Se refiere a los aspectos más relevantes para la comprensión del tema: antecedentes, importancia, justificación, proyección social, objetivo general, objetivos específicos, alcances y limitaciones.

## CAPÍTULO II MARCO TEORICO

Este describe los antecedentes del SIBASI-Ilopango y las unidades de salud, los principales conceptos relacionados con el tema, los instrumentos médicos utilizados dentro de las unidades de salud y las técnicas, herramientas y metodología que se emplearán para el desarrollo de la propuesta.

CAPÍTULO III DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LAS UNIDADES DE SALUD

En este capítulo se aplican técnicas y herramientas de ingeniería para determinar la condición actual de las unidades de salud en estudio, el análisis del proceso, los criterios de los instrumentos a calibrar y la definición del problema.

CAPÍTULO IV PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LAS MEDICIONES

Este capítulo da a conocer la estructuración del plan de aseguramiento de las mediciones definiéndose el análisis de la propuesta, donde se dan a conocer tres alternativas para que el SIBASI-ILOPANGO decida por la más factible económicamente, para el cumplimiento del plan se presentan las hojas de revisión diaria a cada instrumento y las guías de uso de los instrumentos médicos.

Finalmente se presentan las conclusiones respecto a los objetivos planteados, recomendaciones a la institución para la mejora de los controles de las mediciones.

En los anexos se muestra: el VIM, las fotos del taller del SIBASI- Ilopango, los formatos de check list, técnica de inventario metrologico, viñeta de calibración, y certificado de calibración.

# INDICE

CONTENIDO


| | Pagina |
|---|---|
| INTRODUCCION | i |
| CAPITULO I GENERALIDADES | |
| 1.1 Antecedentes del tema | 1 |
| 1.2 Importancia y justificación del tema | 3 |
| 1.2.1 Importancia | 3 |
| 1.2.2 Justificación | 3 |
| 1.3 Proyección social y de desarrollo empresarial | 4 |
| 1.4 Objetivos | 6 |
| 1.4.1 Objetivo general | 6 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 6 |
| 1.5 Alcances y limitaciones | 7 |
| 1.5.1 Alcances | 7 |
| 1.5.2 Limitaciones | 7 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 Marco histórico | 8 |
| 2.1.1 Antecedentes de la metrología | 8 |
| 2.1.2 Antecedentes del sibasi-ilopango | 9 |
| 2.1.3 Antecedentes de las unidades de salud en estudio | 10 |
| 2.1.3.1 Unidad de salud de san martín | 10 |
| 2.1.3.2 Unidad de salud de alta vista | 11 |
| 2.1.3.3 Unidad de salud de santa lucia | 13 |
| 2.2 Marco conceptual | 13 |
| 2.2.1 Criterio de selección de los instrumentos médicos | 13 |
| 2.2.2 Metrología | 14 |
| 2.2.2.1 Campos de la metrología | 15 |
| 2.2.2.2 Beneficios de la metrología | 15 |
| 2.2.2.3 Principales conceptos relacionados con la metrología | 16 |
| 2.2.3 Metrología relacionada con el estudio | 19 |
| 2.2.3.1 Metrología de presión | 19 |
| 2.2.3.1.1 Instrumentos para medir presión | 20 |
| 2.2.3.2 Metrología de temperatura | 21 |
| 2.2.3.3 Instrumentos de pesaje y masas | 22 |
| 2.2.3.3.1 Masas de laboratorio | 22 |
| 2.2.3.3.2 Masas | 22 |
| 2.2.3.3.3 Instrumentos de pesaje | 24 |
| 2.2.3.3.3.1 Balanzas | 24 |
| 2.2.3.3.3.2 Tipos de balanzas | 25 |

2.2.3.3.3.3 Clasificación de pesas por la clase de exactitud según la oiml 28
2.2.3.4 Metrologia dimensional (longitud) 28
2.2.4 Instrumentos médicos de calibración y de caracterización 30
2.2.4.1 Instrumentos médicos de calibración (IMD) 31
2.2.4.1.1 Esfigmomanómetros 31
2.2.4.1.2 Balanzas 31
2.2.4.1.3 Termómetro (tlv) 31
2.2.4.1.4 Cronometro 31
2.2.4.1.5 Microscopio 32
2.2.4.2 Instrumentos médicos de caracterización (IMC) 32
2.2.4.2.1 Autoclave 32
2.2.4.2.2 Refrigeradoras 32
2.2.4.2.3 Aparatos respiratorios (nebulizadores) 33
2.2.4.2.4 Calorímetro 33
2.2.4.2.5 Rotador 33
2.2.4.2.6 Micro centrífuga 33
2.2.4.2.7 Macro centrífuga 33
2.2.4.2.8 Baño de maría 33
2.2.4.2.9 Espectrofotómetro 34
2.2.4.2.10 Incubadora 34
2.2.4.2.11 Horno 34
2.2.5 Marco normativo general 34
2.2.5.1 Niveles de normalización 34
2.2.5.2 Iso 35
2.2.5.3 Iso 1012 36
2.2.6 Metodología del estudio 37
2.2.7 Herramientas de análisis de investigación 39
2.2.7.1 Check list (lista de verificación) 39
2.2.7.2 Proceso de diseño 39
2.2.8 Técnicas 46
2.2.8.1 Técnica de inventario metrologico 46
2.2.8.2 Determinación de puntos críticos 46
2.2.8.2.1 Diagrama de pareto 46
2.2.8.2.2 Diagrama de causa y efecto 47

CAPÍTULO III DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LAS UNIDADES DE SALUD

3.1 Tipo de estudio a realizar 49
3.1.1 Proceso muestral 49
3.1.2 Determinación de la población 50
3.1.2.1 Criterio de selección 50
3.1.2.2 Aplicación de los criterios de selección 50
3.1.2.3 Determinación del tamaño de la muestra 51
3.2 Justificación de la selección de las unidades de salud para realizar el estudio 51

3.3 Sibasi-ilopango y unidades de salud 52
3.3.1 Sibasi-ilopango 52
3.3.2 Unidad de salud de altavista 54
3.3.3 Unidad de salud de san martín 54
3.3.4 Unidad de salud de santa lucia 55
3.4 Contexto del sibasi-ilopango y unidades de salud 56
3.4.1 Organización 56
3.4.1.1 Sibasi-ilopango 56
3.4.1.1.1 Organigrama del SIBASI-Ilopango 57
3.4.1.2 Organigrama de las unidades de salud 58
3.4.1.2.1 Unidad de salud de san martín 58
3.4.1.2.2 Unidad de salud de santa lucia 59
3.4.1.2.3 Unidad de salud de altavista 60
3.5 Situación actual de las unidades de salud en estudio 61
3.5.1 Investigación del procedimiento de uso de los instrumentos médicos 61
3.5.2 Aplicación del check list 61
3.5.2.1 Interpretación del formato del check list 61
3.5.2.2 Unidad de salud de san martín 63
3.5.2.3 Unidad de salud de altavista 64
3.5.2.4 Unidad de salud de santa lucia 66
3.5.3 Aplicación del inventario metrologico 68
3.5.3.1 Interpretación del formato de inventario metrologico 68
3.5.3.2 Unidad de salud de san martín 69
3.5.3.3 Unidad de salud de altavista 72
3.5.3.4 Unidad de salud de santa lucia 74
3.6 Depuración de los datos obtenidos 76
3.6.1 Check list 76
3.6.2 Técnica de inventario metrológico 81
3.7 Análisis de los instrumentos médicos 83
3.8 Análisis del proceso de consulta 86
3.8.1 Proceso básico para pasar consulta en las unidades de salud 86
3.8.1.1 Instrumentos indispensables en el proceso de consulta 89
3.8.1.1.1 Esfigmomanómetro 89
3.8.1.1.2 Balanza 90
3.8.1.1.3 Termómetro 91
3.8.1.2 Instrumentos de caracterización indispensables en el proceso de consulta 92
3.8.1.2.1 Autoclave 92
3.8.1.2.2 Refrigeradores 92
3.9 Criterios para elección de instrumentos a calibrar 93
3.10 Definición del problema 99
3.10.1 Planteamiento del problema 99
3.10.2 Aplicación del diagrama causa y efecto 100
3.10.3 Identificación del problema 106

CAPÍTULO IV PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LAS MEDICIONES EN EL SISTEMA NACIONAL DE LA SALUD


4.1 Evaluación de la propuesta 111
4.1.1 Alternativa A calibraciones internas 111
4.1.1.1 Elementos necesarios para la calibración interna de los instrumentos 112
4.1.1.1.1 Protocolo ce calibración de los instrumentos médicos 112
4.1.1.1.1.1 Protocolo de calibración de la balanza 112
4.1.1.1.1.2 Protocolo de calibración del esfigmomanómetro 113
4.1.1.1.1.3 Protocolo de calibración del termómetro 114
4.1.1.1.2 Calibraciones de instrumentos médicos de calibración 115
Calibración del esfigmomanómetro 115
4.1.1.1.2.2 Calibración del termómetro 116
4.1.1.1.2.3 Calibración de la balanza 118
4.1.1.1.3 Diseño de viñeta y certificado de calibración 120
4.1.1.1.3.1 Diseño de viñeta de calibración 120
4.1.1.1.3.2 Diseño de certificado de calibración 121
4.1.1.1.3.2.1 Uso de los certificados de calibración 121
4.1.1.1.4 Programa de calibración 124
4.1.1.1.4.1 Formato de programa de calibración 126
4.1.1.1.5 Costos de la alternativa 127
4.1.1.1.6 Ventajas y desventajas 129
4.1.2 Alternativa B calibración de los instrumentos externos 130
4.1.2.1 Costos de la alternativa 130
4.1.2.2 Ventajas y desventajas 132
4.1.3 Alternativa C adquisición de los instrumentos nuevos 133
4.1.3.1 Costos de la alternativa 133
4.1.3.2 Ventajas y desventajas 134
4.2 Formato de hoja de revisión diaria de los instrumentos médicos 135
4.2.1 Formato de revisión diaria de los instrumentos de calibración 136
4.2.2 Formato de revisión diaria de los instrumentos de caracterización 140
4.3 Guía de usuario de los instrumentos médicos 154

CONCLUSIONES 225
RECOMENDACIONES 227
FUENTES DE INFORMACIÓN 229
ACRÓNIMOS 231
GLOSARIO TÉCNICO 233
ANEXOS 236
ANEXO 1 VIM 237
ANEXO 2 FOTOGRAFÍAS DE TALLER DE REPARACION DE SIBASI-ILOPANGO 262
ANEXO 3 ENTREVISTAS 266
ANEXO 3.1 ENTREVISTA A UNIDADES DE SALUD 266
ANEXO 3.2 ENTREVISTA A TALLER 268

ANEXO 4 FORMATOS 269
ANEXO 4.1 CHECK LIST 269
ANEXO 4.2 INVENTARIO METROLÓGICO 270
ANEXO 4.3 VINETA DE CALIBRACIÓN 271
ANEXO 4.4 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 272

# CAPÍTULO I GENERALIDADES

Se dan a conocer los antecedentes del tema, la importancia, justificaciones, la proyección social y el desarrollo empresarial, los objetivos que se cumplirán durante el desarrollo de la propuesta de plan de aseguramiento de las mediciones para el sistema de nacional de salud, sus alcances y limitaciones.

## 1.1 ANTECEDENTES DEL TEMA

La metrología ha venido evolucionando debido a la importancia de mantener exactitud en la determinación de magnitudes, lo cual tiene una relación estrecha con el área médica, denominada para este estudio: Aseguramiento de las mediciones en el sistema nacional de salud, debido a que es importante que los instrumentos utilizados en el campo médico se encuentren en óptimas condiciones para obtener resultados correctos, logrando diagnósticos confiables.

En El Salvador, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), mediante 27 SIBASI (Sistema Básico de Salud Integrado) distribuidos a nivel nacional, es el encargado de ofrecer el servicio de salud a la población en general.

Dentro del MSPAS se maneja un taller denominado San Esteban y cada SIBASI posee su propio taller. El Taller San Esteban es el encargado de mantener en buenas condiciones los instrumentos médicos de todos los centros de salud. Su prioridad son los hospitales nacionales, por lo que norman a todos los talleres de cada SIBASI para realizar sus operaciones. El MSPAS les proporciona su presupuesto y éstos lo ocupan de acuerdo a sus necesidades, es decir, ellos se deben encargar de calibrar sus instrumentos si lo necesitan.

Los Hospitales Nacionales: Benjamín Bloom (niños), Maternidad y Rosales no pertenecen a ningún SIBASI, son instituciones autónomas.

El prototipo para la propuesta a efectuar será el SIBASI-Ilopango, debido a la facilidad de acceso obtenido por medio de la Doctora Orellana (Sub-directora, SIBASI-Ilopango); el cual, tiene a su cargo trece unidades de salud, de las que se estudiarán tres, que se encuentran dentro del entorno geográfico de la Universidad Don Bosco: Alta Vista, San Martín y Santa Lucía.

La población que se encuentra en el área de Santa Lucía (Ilopango): 47,383 habitantes[1] de los cuales el 3% visita esta unidad de salud semanalmente; en San Martín se encuentran 115,000 habitantes[2] de estas el 3% acude a la unidad de salud a la semana; así también el 9% de los 37,791 habitantes[3] de Alta Vista (Tonacatepeque) consultan el centro de salud por semana; debido a esta demanda de personas que visitan dichos centros, las cuales confían su salud a los doctores como a la tecnología disponible, es necesario que se ocupen herramientas de ingeniería para efectuar un estudio dentro de estas unidades para garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos con los instrumentos de medición usados con fines de diagnóstico médico.

A la fecha, dentro de éstas unidades de salud en estudio, no se ha realizado ningún estudio metrológico para determinar el estado funcional de los instrumentos; asimismo, no tienen conocimiento de servicios de metrología que se prestan en nuestro país[4].

[1] Fuente de información: Alcaldía Municipal de Ilopango.
[2] Fuente de información: Alcaldía Municipal de San Martín.
[3] Fuente de información: Alcaldía Municipal de Tonacatepeque.
[4] Fuente de Información: Doctora Orellana, Sub-directora del SIBASI-Ilopango

En el Salvador se encuentran dos laboratorios que ofrecen el servicio de metrología de forma completa: El Laboratorio Nacional de Metrología Legal del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Laboratorio de Metrología de la

Universidad Don Bosco. Estos laboratorios poseen infraestructura física, patrones de calibración, equipo con tecnología de vanguardia regional y personal capacitado para proporcionar el servicio de calibración.

## 1.2. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

### 1.2.1 IMPORTANCIA

En el control de la salud de las personas, es sumamente necesario que los instrumentos médicos utilizados se encuentren debidamente calibrados, de manera tal, que los resultados obtenidos sean altamente confiables para poder diagnosticar y prescribir medicamentos adecuados al paciente, según las lecturas obtenidas.

Los instrumentos empleados en el área médica deben ser confiables y encontrarse calibrados, por lo que se considera que con la investigación se mejorará las mediciones que dictan los instrumentos médicos en el servicio de salud que se proporciona a los habitantes de los municipios de Ilopango, San Martín y Tonacatepeque.

### 1.2.2 JUSTIFICACIÓN

El estudio del aseguramiento de las mediciones es un campo de ingeniería que no ha sido explotado en la industria. Por lo tanto, analizar los instrumentos médicos utilizado en las unidades de salud, representa la oportunidad de utilizar herramientas de ingeniería para proponer un plan de aseguramiento de las mediciones, por medio de la metrología, al servicio de salud pública de la nación. Dentro de este estudio se ha tomado como prototipo el SIBASI-ILOPANGO y las unidades de salud en estudio, debido a que se encuentran dentro del área geográfica de influencia de la Universidad Don Bosco.

La propuesta del plan de aseguramiento de las mediciones servirá para obtener prescripciones médicas de acuerdo al estado de salud real de los pacientes, a través de la calibración de los instrumentos médicos.

Asimismo, procura beneficiar a los centros de salud a mantener los instrumentos médicos en buen estado funcional y debidamente calibrados, mediante el control de los instrumentos médicos y la prevención de fallas; debido a que cuando surge algún daño, la unidad queda con escasos recursos materiales para atender a las personas.

La población de Ilopango, San Martín y Tonacatepeque es de 157,174 habitantes, de los cuales un 15% consultan las 3 unidades de salud del sector[5]. Además, se sabe que la red del área de las unidades de salud pública no calibra el equipo sino que solamente les proporciona mantenimiento.

## 1.3 PROYECCIÓN SOCIAL Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL

La metrología es una ciencia que ha cobrado gran relevancia a través de la historia, ya que ha servido de base para el análisis de las magnitudes vrs. las unidades.

La Metrología tiene diversas áreas de aplicación, sin embargo se analizará la Metrología Industrial, está se encarga de calibrar los instrumentos de medición que guardan relación con la calidad de los productos (para este estudio, el producto serán las mediciones confiables para los diagnósticos).

[5]Fuentes de Información: Unidades de Salud de: Altavista, San Martín y Santa Lucía

En base a ella se puede hacer un aseguramiento de las mediciones en el sistema nacional de salud, con el cual se ofrece un servicio de calibración de diferentes instrumentos, que son utilizados en las diversas unidades de salud a nivel nacional, lo que permite que la toma de mediciones realizada sea lo más precisa, según lo establezca la normativa internacional, o bien la homologación hecha para El Salvador de dichas normas.

Esto le permitirá a las personas encargadas de procesar la información o lectura del instrumento médico, tomar una mejor decisión en cuanto al diagnóstico del paciente que esta siendo examinado por el personal médico o de enfermería dentro de la unidad de salud, admitiendo que el instrumento sea aceptado o rechazado cuando éste presente una no conformidad a la norma o estándar de calibración, cuando ya no funcione o se encuentre deteriorado.

Desde una perspectiva empresarial, las unidades de salud son empresas que prestan servicios de salud a una cartera de clientes clasificados por áreas geográficas.

Dado que es un servicio público, el beneficio que se obtendrá a nivel empresarial, será básicamente el de proporcionar un correcto servicio de salud para las personas, comprobando este por medio de controles de los instrumentos para poder estar verificando que los instrumentos puedan estar dando una medida cercana al valor verdadero mejorando así la calidad de diagnósticos realizados a los pacientes, permitiendo que se disminuyan situaciones de incertidumbre de padecimientos, haciendo el servicio más confiable; reduciendo de esta manera, errores de medición por tratamientos incorrectos que puedan ocasionar riesgos de vida y de práctica médica.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Elaborar una propuesta de plan de aseguramiento de mediciones que sea factible económicamente dentro del sistema nacional de la salud para poder obtener medidas confiables.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la condición actual de los instrumentos y sus procedimientos de uso en las unidades de salud de: Altavista, San Martín y Santa Lucia para poder conocer su estado funcional real.

- Diseñar hojas de revisión diarias para tener un mejor control de los instrumentos utilizados.

- Diseñar protocolos de calibración para la recolección de datos en las calibraciones internas.

- Elaborar guías de usuario para el manejo adecuado y la conservación de instrumentos calibrados.

- Realizar un análisis de la propuesta cualitativa para poder validar la factibilidad del plan de aseguramiento de las mediciones en las unidades de salud.

## 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

### 1.5.1 ALCANCE

Se tomará como universo de estudio el SIBASI-ILOPANGO, específicamente las unidades de salud: Alta vista, San Martín y Santa Lucía

### 1.5.2 LIMITACIÓN

No se podrá garantizar el éxito de la implantación de la propuesta, debido a que se encuentra sujeta a instancias superiores; es decir, la implantación no depende del grupo de trabajo.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Se describen los antecedentes de la metrología, el SIBASI-Ilopango y las unidades de salud en estudio, los principales conceptos relacionados con el tema, los instrumentos médicos utilizados dentro de las unidades de salud, las técnicas y herramientas que se emplearán para el desarrollo de la propuesta.

## 2.1 MARCO HISTÓRICO

### 2.1.1 ANTECEDENTES DE LA METROLOGÍA

La metrología se remonta desde el inicio del ser humano, prueba de ello es que existen unidades de medición con el nombre de partes del cuerpo tales como: brazos, pie, cuarta, mano, pulgada, etc.

En cuanto a la Metrología Internacional; la mayoría de países del mundo, se reunieron y formaron la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), realizada en Francia, de donde surgió el Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM - 1875). Luego, en la XI Conferencia General, del año 1960, nace el Sistema Internacional, y la distribución de los prototipos de las unidades de medida. Inglaterra y Estados Unidos de América crearon su propio sistema de medición, llamado Sistema Inglés.

Metrología Regional: a finales de la década del 60, se reunieron todos los presidentes de los Bancos Centrales de C.A porque determinaron que estaban mal las mediciones en las transacciones comerciales, por lo que decidieron contratar a un experto; en los años 70, llegó al país un italiano, quién analizó la situación, fue a todos los ministerios de C.A, y llegó a la conclusión que en el país existían 5 sistemas de medición los cuales eran: El sistema Internacional, Sistema Inglés, Sistema Español, Sistema Regional y Sistema Indígena; y que había mucho trabajo que realizar en la región con respecto a las mediciones.

Para controlar las unidades de medición, en El Salvador se crearon instituciones que velaran por la metrología y el bienestar de los consumidores. De esta manera, surgió el laboratorio CONACYT-UES en 1994, que se encarga de la normalización, metrología y calidad, al mismo tiempo, el Ministerio de Economía se aseguró que los instrumentos de medición cumplan los requisitos para ser utilizados en el comercio.

El 24 de mayo del  2000 se inaugura el laboratorio de metrología de la Universidad Don Bosco.

### 2.1.2 ANTECEDENTES DEL SIBASI-ILOPANGO[6]

A partir de 1995, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social crea los sistemas sanitarios de salud a nivel nacional con el objetivo de acceder los servicios de salud a la población de escasos recursos económicos. En el 2000, apoyando la reforma y reestructuración del sector salud, se visualiza una nueva estrategia y se conforman los SIBASI (Sistema Básico de Salud Integral). Actualmente se encuentran 27 SIBASI a nivel nacional.

Los SIBASI están conformados por tres niveles de atención:

- Atención preventiva
- Centro de referencia
- Hospitales de segundo nivel

La estrategia del SIBASI se basa en cinco grandes áreas:

- Planificación
- Provisión de Servicios
- Conservación
- Mantenimiento
- Información Social

[6]Fuente de Información: SIBASI-ILOPANGO

El SIBASI prototipo para el estudio (SIBASI Ilopango Norte), se origina de la fusión de dos SIBASI: Norte e Ilopango. Nace en el año 2002, con el objetivo de proporcionar servicios o atención de segundo nivel a la zona norte de San Salvador, abarcando nueve municipios: El Paisnal, Aguilares, Guazapa, Tonacatepeque, Apopa, Nejapa, San Martín, San Bartolomé Perulapía e Ilopango. Está conformado por: Trece unidades de salud, catorce casas de salud, tres centros rurales de nutrición (CRN), un centro de atención de emergencia y el Hospital Nacional de San Bartolo; de esta manera, proporciona atención a una población de 693,179 habitantes en una extensión territorial de 60.92 $km^2$.

### 2.1.3 ANTECEDENTES DE LAS UNIDADES DE SALUD EN ESTUDIO

#### 2.1.3.1 UNIDAD DE SALUD DE SAN MARTÍN[7]

En el año de 1959, la Unidad de Salud del Municipio de San Martín, inicia la atención a los usuarios en las Instalaciones de la Alcaldía Municipal de San Martín.

Luego, en 1970, continuó ofreciendo servicios de Salud con la colaboración del Sr. Salvador Marenco, quien asignó por un tiempo una de sus propiedades para dar atención a los usuarios. Durante este periodo, el Director de la Unidad de Salud era el Dr. Cañada, quien con sus influencias, solicita al Arquitecto Caledonio, de la empresa constructora de la Urbanización Providencia I, un terreno para la construcción de un establecimiento de salud.

La petición del Dr. Cañada tuvo cumplimiento en el año de 1983, cuando se le entrega el inmueble ubicado en la misma urbanización.

Los servicios que se ofrecían en esa época a los usuarios de la unidad de Salud eran: Nutrición, Ginecología, Odontología, Medicina General, Vacunas Humanas, entre otras. En la actualidad continúa de la misma forma.

[7] Fuente de Información: Dr. Dagoberto Molina – Director Unidad de Salud de San Martín

#### 2.1.3.2 UNIDAD DE SALUD DE ALTAVISTA[8]

La Unidad de Salud de Altavista nace como una alianza entre el MSPAS y la Fundación Salvadoreña para la Salud y el Desarrollo Humano (FUSAL), con el objetivo de proporcionar atención integral en Salud, a través de un modelo diferente de prestación del servicio, capaz de enfrentar la problemática de salud que afecta a la urbanización Altavista. Dentro de este modelo se integran las habilidades y fortalezas de cada una de las instituciones participantes y se conforman equipos de trabajo, cuyo campo de acción es el área intramural (Unidad de Salud) o extramural (Área Urbana) y que planifica sus actividades bajo la misma dirección, obteniendo una mejor respuesta en la implementación de éstas, ya que todo lo que se realiza en el área extramural tiene eco en el área intramural y viceversa. Este modelo incluye

como ejes principales la atención en salud, nutrición, saneamiento ambiental, organización comunitaria, y participación ciudadana.

A través de la prestación del servicio, desde la unidad de salud como centro de acción, se garantiza atender a toda la urbanización Altavista, sean éstos asegurados o no, así como a usuarios que demanden servicios de salud de otras comunidades aledañas, ya que para el año 2003 incorporó un modelo de atención mixta:

- Un horario de atención extenso durante todo el año (07:00 – 19:00 hr).
- Personal a tiempo completo que incluye a especialistas en las áreas de Pediatría, Ginecología y Obstetricia, Psicología.
- Un sistema de citas por teléfono.
- Un horario de atención de citas diarias dentro del establecimiento, que permite que el usuario acceda a los servicios de salud a la hora que sea más conveniente.
- Un cuadro básico de medicamentos más amplios y de buena calidad.

[8] Fuente de Información: Dr. Ernesto Morales – Director Unidad de Salud de Altavista

- Una atención integral en todas las áreas.
- Equipos extramurales (6 en total), que se desplazan diariamente a realizar diversas actividades: Control de medio ambiente, vacunación, seguimiento de casos especiales (Maltrato infantil, violencia intrafamiliar, casos de VIH, curaciones, identificación y/o búsqueda de mujeres embarazadas que no asisten a sus controles, búsqueda de niños faltistas a sus controles y/o faltistas a vacunación), inspección a establecimientos que manipulen alimentos, control de la calidad del agua, disposición adecuada de basura, control de lectores, visitas a guarderías infantiles para el control, entre otros.

La sinergia entre ambos equipos (INTRA y EXTRAMURAL), permite ejecutar acciones oportunas de promoción, protección, curación y rehabilitación con eficiencia, eficacia, equidad y calidad. El establecimiento de salud inicia operaciones

en junio 24, 2002 atendiendo a la población de responsabilidad del MSPAS, y desde octubre 2002 hasta noviembre 2003 a los derecho habientes y beneficiarios del ISSS.

El trabajo y funcionamiento de la unidad de salud, con un modelo mixto de atención, está regido bajo la administración de FUSAL, respetando las normativas del MSPAS, e integrando los lineamientos técnico-operativos del ISSS hasta noviembre 2003 (octubre 2002-noviembre 2003). En diciembre 2003 se inició la atención de usuarios bajo los lineamientos del MSPAS, atendiendo a toda la población de la urbanización Altavista, sin distinción de razón patronal. Para establecer un diagnóstico poblacional para la comunidad, se creó una ficha familiar, la cual fue efectuada en el año 2003, por los equipos extramurales y recursos contratados y capacitados en cada una de las viviendas de la urbanización, con ello se logró obtener un censo poblacional que permitió planificar actividades en forma conjunta con el personal. Además, este censo sirvió de base para obtener el total de población asegurada y realizar un contrato con el ISSS sobre prestación de servicios a sus derechohabientes.
Para el año 2004, el modelo tuvo algunas modificaciones:

- No renovación del contrato con el ISSS.
- Horario de atención: Desde las 08:00 hasta las 17:00 hr, 365 días al año.
- Actualmente se cuenta con médico pediatra y psicólogos en Servicio Social.
- Durante el año 2004 solamente contó con tres equipos extramurales, realizando las mismas actividades.
- El resto del modelo conservó sus características de flexibilidad, equidad, calidad, calidez e igualdad.

### 2.1.3.3 UNIDAD DE SALUD DE SANTA LUCÍA[9]

La Unidad de Salud de Santa Lucía comienza a funcionar en el año de 1985, ubicada en el pasaje 83 de la colonia Santa Lucía en Ilopango. Surgiendo esta por la proyección social de mejorar las condiciones de salud de la población, en un marco que permita ampliar la cobertura bajo el contexto de eficacia, eficiencia y equidad;

controlando así la calidad en la prestación de servicios de salud, de tal manera que satisfagan las necesidades del usuario; permitiendo dar respuesta a las necesidades de salud planteados por la población.

Debido a la demanda de pacientes que se atendían, en el año 1990, la unidad de salud se trasladó al sitio donde se encuentra actualmente, inaugurada por el MSPAS. Pertenece, geográfica y administrativamente, al municipio de Ilopango.

Durante este periodo, la unidad de salud ha tenido tres directores a cargo.

[9] Fuente de Información: Dr. Mauricio Campos - Director Unidad de Salud de Santa Lucía

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS MÉDICOS[10]

Los criterios considerados para la selección de los instrumentos médicos para el estudio son los siguientes:

a) **Criterio Médico:** Se considera de acuerdo a la sintomatología que se presenta comúnmente dentro de las unidades de salud, y los signos vitales (Temperatura, Tensión Arterial, Peso, Talla) que son de suma importancia realizar previamente a las personas para poder obtener sus diagnósticos.
b) **Criterio Metrológico**: Este se encuentra basado en lo que se medirá, qué se controlara, cómo se medirá y la importancia.
c) **Criterio de Función:** Se utiliza para conocer si los instrumentos médicos se encuentran en buen estado funcional
d) **Criterio de Uso:** .De acuerdo a la gran demanda de pacientes que son atendidos en las unidades de salud, y al desgaste que tienen todos los días.

Se aplica de acuerdo al tipo de instrumento médico que utilizan dentro de las unidades de salud. Si el instrumento mide directamente una magnitud se considera: instrumento médico de calibración (IMD), y si el es una componente que mide la magnitud a calibrar se considera: instrumento médico de caracterización (IMC).

[10]Fuente de Información: Grupo de tesis

### 2.2.2 METROLOGÍA

La metrología es la ciencia que trata de las medidas, de los sistemas de unidades adoptados y los instrumentos usados para efectuarlas e interpretarlas.

Metrología: Metron= Medida Logos= Tratado. De acuerdo con sus raíces, la metrología está relacionada con todas y cada una de las actividades de la humanidad. Ayuda a todas las ciencias existentes para facilitar entendimiento, aplicación, evaluación y desarrollo, habiendo estado ligado al hombre desde su creación o aparición sobre la faz de la tierra.

Hoy en día, contamos con el Sistema Internacional de Unidades (SI), que es una versión modernizada del sistema métrico establecido por acuerdo internacional, el cual suministra un marco lógico interconectado con todas las mediciones de ciencia, industria y comercio. Oficialmente abreviado SI, el sistema es construido sobre el cimiento que forman siete unidades bases. Las otras unidades del SI se derivan de éstas unidades.

#### 2.2.2.1 CAMPOS DE LA METROLOGÍA

La metrología se divide en tres campos: Científica, Legal e Industrial.

Científica: Se encarga de investigar nuevos métodos de medición y de mejorar los ya existentes.

Legal: Según la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) es la totalidad de los procedimientos legislativos, administrativos y técnicos establecidos por, o por referencia a, autoridades públicas y puestas en vigor por su cuenta con la finalidad de especificar y asegurar, de forma regulatoria o contractual, la calidad y credibilidad apropiadas de las mediciones relacionadas con los controles oficiales, el comercio, la salud, la seguridad y el ambiente.

Industrial: La función de la metrología industrial reside en la calibración, control y mantenimiento adecuados de todos los equipos de medición empleados en producción, inspección y pruebas. Esto con la finalidad de garantizar que los productos se encuentren conformes a normas. El equipo se controla con frecuencias establecidas y de forma que se conozca la incertidumbre de las mediciones. La calibración debe hacerse contra equipos certificados, con relación válida conocida a patrones, por ejemplo los patrones nacionales de referencia.

#### 2.2.2.2 BENEFICIOS DE LA METROLOGÍA

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

La metrología, para el presente estudio, es el punto de referencia para la aplicación de técnicas de ingeniería en el área médica. Se logrará, con la propuesta de plan de aseguramiento de las mediciones, que todos los instrumentos médicos de las unidades de salud se encuentren en un estado que garantice las medidas precisas para obtener diagnósticos confiables.

#### 2.2.2.3 PRINCIPALES CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA METROLOGÍA

Estos conceptos se tomaron del Vocabulario Internacional de Metrología (VIM) (Ver anexo 1, Pág. 237)

Ajuste: Operación de ubicar un instrumento de medición en un estado de funcionamiento adecuado para su uso.

Calibración: Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicadas por un instrumento de medición o por un sistema de medición, o los valores representados en una medida materializada o por un material de referencia y valores correspondientes determinados por medio de los patrones.

Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o el valor de un patrón, por el cual puede ser relacionado con los patrones de referencia, usualmente patrones nacionales o internacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo establecidas las incertidumbres.

Incertidumbre de la medición: Parámetro, asociado con el resultado de una medición, que caracteriza a la dispersión de los valores que en forma razonable se le podrían atribuir a la magnitud por medir.

Magnitud: Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede ser identificado cualitativamente y determinado cuantitativamente.

Medición: Conjunto de operaciones que tienen como objetivo determinar el valor de una magnitud.

Método de medición: Secuencia lógica de operaciones, generalmente descritas, usada en la ejecución de las mediciones.

Patrón: Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud que sirva como referencia.

TIPOS DE PATRONES:

Los patrones se clasifican debido a su jerarquía de la siguiente manera (ver Diagrama 1, Pág. 18):

- ✓ Internacionales
- ✓ Nacionales
- ✓ Primarios
- ✓ Secundarios
- ✓ Trabajo
- ✓ Viajeros
- ✓ Referencia
- ✓ Transferencia

P. TRANSFERENCIA P. REFERENCIA ←

DIAGRAMA 1. Representación de la jerarquía de los patrones

Patrón Internacional de Medición: Patrón reconocido mediante un acuerdo internacional, que sirve internacionalmente como base para asignar valores a otros patrones de la misma magnitud.

Patrón Nacional de Medición: Patrón reconocido mediante una decisión nacional, que sirve en un país como base para asignar valores a otros patrones de la misma magnitud.

Patrón Primario: Patrón que es designado o ampliamente reconocido como poseedor de las más altas cualidades metrológicas, y cuyo valor se acepta sin reverenciarlo a otros patrones de la misma magnitud. El concepto de patrón primario es igualmente válido para magnitudes básicas y para magnitudes derivadas de ellas.

Patrón Secundario: Patrón cuyo valor se asigna mediante comparación con un patrón primario de la misma magnitud.

Patrón de Trabajo: Patrón que se utiliza rutinariamente para calibrar o comprobar, instrumentos de medición. Un patrón de trabajo generalmente se calibra contra un patrón de referencia.

Patrón Viajero: Patrón, a veces de construcción especial, destinado a ser transportado entre lugares diferentes.

Patrón de Referencia: Patrón que generalmente posee la máxima calidad petrológica que le permite en un sitio dado, a partir del cual se derivan las mediciones hechas en dicho lugar.

Patrón de Transferencia: Patrón que se utiliza como medio para comparar patrones.

### 2.2.3 METROLOGÍA RELACIONADA CON EL ESTUDIO

El estudio tomará en cuenta, por los instrumentos involucrados a la metrología:

- Presión
- Temperatura
- Masas
- Dimensional

#### 2.2.3.1 METROLOGÍA DE PRESIÓN

Se encarga de la calibración de los instrumentos que miden presión. Se entenderá presión como la fuerza por unidad de área ejercida por un fluido en la pared del recipiente que lo contiene. Los diferentes tipos de presión que existen son (ver Diagrama 2):

- Presión absoluta: Presión que se mide a partir del cero absoluto o vacío absoluto.
- Presión atmosférica: Presión que ejerce la atmósfera sobre los cuerpos.
- Presión relativa: Presión medida arriba de la presión atmosférica conocida también como presión positiva.
- Presión negativo: Presión medida por debajo de la presión atmosférica.
- Presión diferencial: Mide la diferencia entres dos presiones

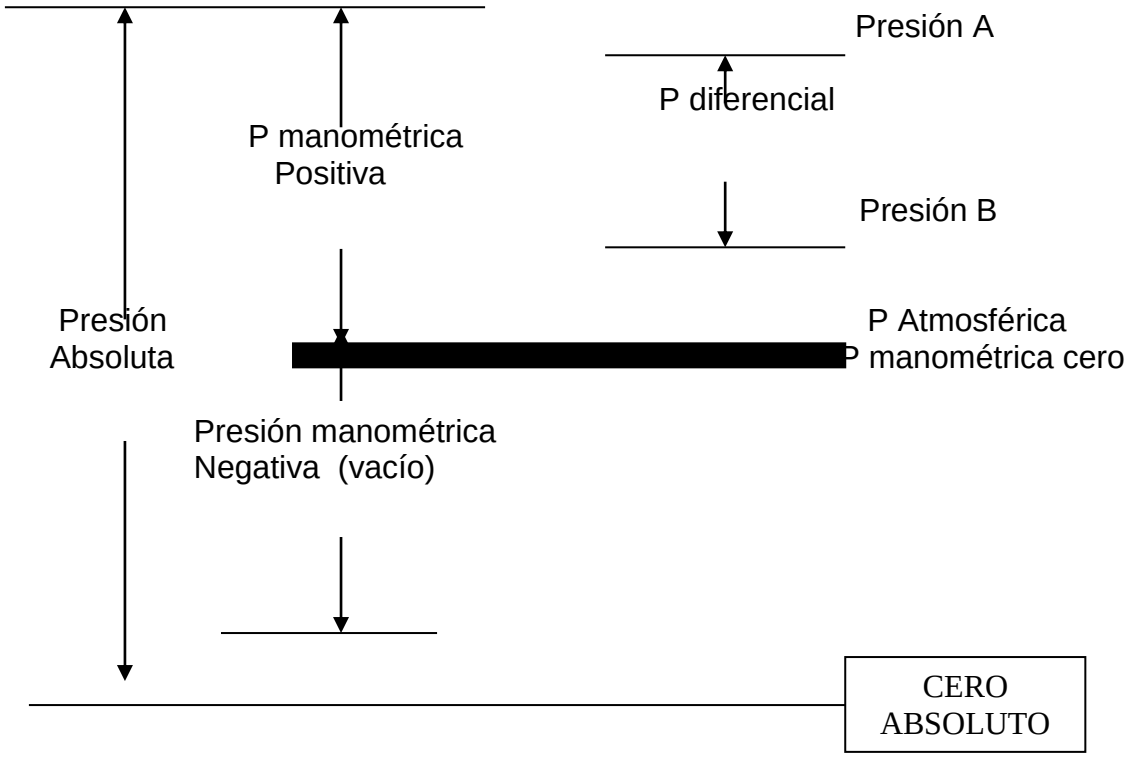



DIAGRAMA 2 NIVELES DE PRESIÓN

2.2.3.1.1 INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA PRESIÓN

- Manómetros: Nombre genérico de los instrumentos que miden diferencia de presión, usando a la P Atm como referencia.
- Vacuómetros: Miden la presión negativa.
- Barómetros: Miden la presión atmosférica local.

2.2.3.2 METROLOGÍA DE TEMPERATURA

La temperatura es la propiedad de un sistema que determina si está o no en equilibrio térmico con otro sistema

FENOMENOS TERMICOS

- Fenómenos dependientes de temperatura

  - Expansión térmica de sólidos, líquidos y gases.
  - Equilibrio entre fases de la sustancia.
  - Agitación térmica de los átomos y moléculas.
  - Emisión de radiación térmica.

- Puntos fijos

Algunos sistemas en la naturaleza siempre parecen tener la misma temperatura.
Ejemplos:

  - Derretir el hielo
  - Hervir el agua a nivel del mar
  - El interior del cuerpo humano saludable
  - Puntos de equilibrio de fases de materiales puros

- Propiedades termométricas

Los fenómenos dependientes de la temperatura pueden llegar a ser sistemas con propiedades físicas medibles.
Ejemplos:

- Presión
  - De un volumen constante de gas
  - Longitud de una columna de líquido expandiéndose en un capilar o tubo

2.2.3.3 INSTRUMENTOS DE PESAJE Y MASAS

Instrumento de pesaje: Instrumento de medición que se utiliza para determinar la masa de un cuerpo usando la acción de la gravedad sobre ese cuerpo.

El instrumento puede ser también usado para determinar otras cantidades, magnitudes, parámetros o características relacionadas con la masa.

Las masas patrón deben ser resistentes a la corrosión. La calidad del material debe ser tal que los cambios en la masa de las pesas debe ser despreciable en relación a los errores máximos permitidos en su clase de exactitud bajo condiciones normales de uso y el propósito para el cual ellos han sido usados. Se utilizan para calibrar otras de sus mismas especies.

Las masas tienen doble función: calibrar otras masas y las balanzas.

#### 2.2.3.3.1 MASAS DE LABORATORIO

Existen clasificaciones internacionales, y son:

- ✓ OIML
- ✓ ASTM
- ✓ NIST

#### 2.2.3.3.2 MASAS [11]

Existen tres categorías que están clasificados de acuerdo a la exactitud y se muestran en la Tabla 1:

| MASAS | CATEGORIA |
|---|---|
| Especial (E) | $E_1$ , $E_2$ |
| Fina (F) | $F_1$ y $F_2$ |
| Media (M) | $M_1$ , $M_2$ y $M_3$ |

TABLA 1. CATEGORIAS DE MASAS OIML

Clase de exactitud de pesas: Una clase de pesa con determinados requisitos metrológicos y que cumplen con un rango de errores especificados para cada clase en esta norma.

La clase de exactitud de las pesas usadas para la calibración o verificación de instrumentos de pesaje deberá ser de acuerdo a la Clase de exactitud del instrumento.

[11]Fuente de Información: Norma OIML 111

Pesas usadas para la calibración o verificación de pesas de una clase de menor exactitud. $E_1$: Pesas con valores derivados de los prototipos internacionales del kilogramo para asegurar la trazabilidad entre los estándares nacionales y pesas de clase $E_2$ y menor.

Las pesas de clase $E_1$ o juego de pesas deben siempre estar acompañadas por un certificado de calibración.

$E_2$: Pesas para ser usadas en la calibración o verificación primitiva (inicial) de pesas de clase $F_1$. Las pesas de clase $E_2$ o juego de pesas deben siempre estar acompañadas por un certificado de calibración; ellas pueden ser usadas como pesas de clase $E_1$ si cumplen con los requerimientos de rugosidad de superficie y susceptibilidad magnética de las pesas de clase $E_1$ y si su certificado de calibración provee los datos apropiados.

$F_1$: Pesas para ser usadas en la calibración o verificación inicial de pesas de clase $F_2$.

$F_2$: Pesas para ser usadas en la calibración o verificación inicial de pesas de clase $M_1$ y posiblemente $M_2$.

$M_1$: Pesas para ser usadas en la calibración o verificación inicial de pesas de clase $M_2$.

$M_2$: Pesas para ser usadas en la calibración o verificación inicial de pesas de clase $M_3$.

La clase de exactitud mínima de pesas usadas con instrumentos de pesaje se muestra a continuación:

$F_1$, $E_2$: Pesas para ser usadas en instrumentos de pesaje con clase de exactitud (I).

$F_{2:}$ Pesas para ser usadas en instrumentos de pesaje de clase de exactitud (II) empleadas en transacciones comerciales importantes (Ej. oro y piedras preciosas).

$M_1$: Pesas para ser usadas en instrumentos de pesaje con clase de exactitud (II).

$M_2$: Pesas para ser usadas en los instrumentos de pesaje de clase de exactitud (III) empleadas en transacciones comerciales normales.

$M_3$: Pesas para ser usadas en instrumentos de pesaje con clases de exactitud (III) y (IIII).

2.2.3.3.3 INSTRUMENTOS DE PESAJE

2.2.3.3.3.1 BALANZAS[12]

BALANZA: Instrumento de medida que sirve para determinar la masa de un objeto generalmente a partir de la fuerza ejercida por este objeto sobre su soporte, en el campo de gravitación de la tierra. La balanza puede utilizarse igualmente para medir otras magnitudes.

2.2.3.3.3.2 TIPOS DE BALANZA:

Las balanzas se clasifican según distintos criterios:

[12] Fuente de Información: Norma OIML 76

POR EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

- Mecánico

Es aquél que al colocar una masa sobre el receptor de carga ejerce una fuerza sobre una palanca o sistema de palancas o un resorte o conjunto de resortes que conectado al dispositivo indicador proporciona lecturas en unidades de masa.

- Electrónico

Es aquél que al colocar una carga sobre el receptor ejerce una fuerza sobre un transductor de esfuerzos o conjunto de ellos que conectado al dispositivo indicador proporciona lecturas en unidades de masa.

- Electromecánico o híbrido

Es aquél que al colocar una carga sobre el receptor de carga ejerce una fuerza sobre una palanca o sistema de palancas conectadas a un transductor de esfuerzos o conjunto de ellos que a su vez conectado al dispositivo indicador proporciona lecturas en unidades de masa.

INSTRUMENTO PARA PESAR NO AUTOMÁTICO

Instrumento que requiere la intervención de un operador durante el proceso para pesar, por ejemplo para depositar o remover del receptor la carga a ser pesada y obtener el resultado.

El instrumento permite la observación directa de los resultados de la pesada, exhibiéndola o imprimiéndola. Ambas posibilidades son cubiertas por el término "indicación".

- Instrumento graduado

Instrumento que permite la lectura directa del resultado completo o parcial de la pesada.

- Instrumento no graduado

Instrumento no equipado con una escala numerada en unidades de masa.

- Instrumento de indicación automática

Instrumento en el cual la posición de equilibrio se obtiene sin la intervención de un operador.

- Instrumento de indicación semiautomática

Instrumento con un intervalo de pesada de indicación automática, en el cual el operador interviene para alterar los límites de este intervalo.

- Instrumento de indicación no automática

Instrumento en el cual la posición de equilibrio se obtiene por el operador.

TIPO DE INSTRUMENTOS SEGÚN OIML-76

- Instrumentos electrónicos

Instrumento únicamente equipado con componentes electrónicos.

- Instrumento mecánico

Instrumento únicamente equipado con componentes mecánicos.

- Instrumento electromecánico o híbrido

Instrumento únicamente equipado con componentes mecánicos y electrónicos.

- Componente electrónico

La entidad física más pequeña que utiliza electrones o huecos de conducción en semiconductores, gases o en vacío.

- Instrumento con escalas de precio

Instrumento que muestra el precio a pagar por medio de gráficas o escalas de precios relacionadas a un intervalo de precios unitarios.

- Instrumento con dispositivo calculador de precio

Instrumento que calcula el importe y/o el total a pagar, sobre la base de la masa indicada y el precio unitario.

- Instrumento con dispositivo impresor de precio

Instrumento capaz de imprimir el valor de la masa y/o precio unitario y/o el importe a pagar.

- Instrumento de autoservicio

Instrumento que es operado por el cliente.

INDICACIONES PROPORCIONADAS POR UN INSTRUMENTO

- Indicaciones primarias

Indicaciones, señales y símbolos que están sujetos a requisitos de esta Norma.

- Indicaciones secundarias

Indicaciones, señales y símbolos no normalizados que no son indicaciones primarias.

SEGÚN EL ALCANCE DE MEDICIÓN

- Instrumento para pesar de bajo alcance de medición

Instrumento para pesar con alcance máximo igual o menor a 20 kg.

- Instrumento para pesar de mediano alcance de medición

Instrumento para pesar con alcance máximo de más de 20 kg a 5000 kg.

- Instrumento para pesar de alto alcance de medición

Instrumento para pesar con alcance máximo mayor a 5000 kg.

2.2.3.3.3.3 CLASIFICACION DE PESAS POR LA CLASE DE EXACTITUD SEGÚN OIML

| TIPO | NOMBRE |
|---|---|
| I | ESPECIAL (de alta precisión) |
| II | FINA (de precisión) |
| III | MEDIA (Escala comercial) |
| IIII | ORDINARIA (Escala de alta capacidad) |

TABLA 2. Clasificación de las balanzas por su exactitud

### 2.2.3.4 METROLOGÍA DIMENSIONAL (DE LONGITUD)

La metrología dimensional incluye la medición de todas aquellas propiedades que se determinen mediante la unidad de longitud, como por ejemplo distancia, posición, diámetro, redondez, planicies, rugosidad, etc. La longitud es una de las siete magnitudes base del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Esta especialidad es de gran importancia en la industria en general, pero muy especialmente en la de manufactura, pues las dimensiones y la geometría de los componentes de un producto son características esenciales del mismo, ya que, entre otras razones, la producción de los diversos componentes debe ser dimensionalmente homogénea, de tal suerte que estos sean intercambiables aun cuando sean fabricados en distintas máquinas, en distintas plantas, en distintas empresas o, incluso, en distintos países.

Intuitivamente todos conocemos lo que es longitud o largo. En la práctica, lo que realmente medimos es la distancia o separación entre dos puntos y considerando que la definición de patrones actualmente se orienta al empleo de constantes universales, es importante estar concientes de que la longitud implica distancia.
Se estima que un 80% de las mediciones hechas en la industria tienen que ver con desplazamiento y por lo tanto con longitud. En el año de 1800, se consideraba adecuada una exactitud de 0,25 mm para las mediciones de longitud, hoy se habla de intervalos para los requerimientos que van del campo de la nanotecnología hasta el campo de la geofísica.

Definición de la Unidad de Longitud, el Metro

La unidad de longitud se define como la distancia recorrida por una onda electromagnética plana en el vacío en un intervalo de tiempo de 1/c segundos, donde c es la velocidad de la luz en el vacío y corresponde a 299 792 458 m/s.

Realización del Metro

Existen varias formas para realizar esta definición conforme a lo establecido por la Mise en Practique pour la Définition du Mètre, la cual fue adoptada por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) en 1983. La realización más frecuente utiliza láseres estabilizados en frecuencia por la técnica de espectroscopia saturada. Para determinar el valor de l se utiliza el valor de la velocidad de la luz en el vacío c, que es una constante física absoluta y únicamente se requiere determinar la frecuencia (n) de la radicación ya que las tres variables se relacionan a través de la ecuación (l = c/n).

De acuerdo a la relación previa, se necesita de una radicación de frecuencia estable para poder determinar l con exactitud. La Mise en Practique, en sus recomendaciones de 2001 enuncia varias fuentes de radiación láser de diversos tipos y longitudes de onda para la realización de la definición de la unidad de longitud. Debido a que estas realizaciones definen a la unidad, se les conoce como patrones primarios. De todas ellas, la más utilizada es la del láser de Helio-Neón estabilizado a una frecuencia de aproximadamente 473 THz por medio de espectroscopia saturada de la transición 11-5 de la molécula de 127I2. La longitud de onda en el vacío (l) de esta frecuencia es la referencia y su valor es de 632,99121258 nm (» 633 nm) refiriéndose a la componente "f" de la transición 11-5.

Las características metrológicas más importantes para los patrones primarios de longitud son la estabilidad y la exactitud de la frecuencia emitida. La Mise en Practique establece una incertidumbre máxima en frecuencia de 5x10 –11 para estos patrones.

Utilizando los láseres estabilizados se pueden obtener incertidumbres relativas de medición de longitud del orden de $10^{-9}$ y $10^{-12}$.

Longitud, anchura, altura, espesor, diámetro, son todas medidas lineales y se han desarrollado numerosos instrumentos para poder medirlas en forma simple y con la exactitud requerida en cada caso. Así tenemos, entre otros: reglas (de madera, metal o plástico, rígidas o plegables), cintas métricas (de metal, plástico o tela), calibradores (de alta precisión, para tuercas y tornillos, para engranajes), micrómetros, nonios o vernieres, bloques patrón, medidores de ángulos, divisores (también conocidos como compases de puntas o bigoteras), medidores de diámetro interior o exterior, medidores de redondez o de planos, rugosímetros, etc.
Estos instrumentos pueden basarse en métodos mecánicos, neumáticos, ópticos o electrónicos. Según el tipo de instrumento y el uso al que esté destinado, se establecen en cada caso tolerancias de exactitud.

### 2.2.4 INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CALIBRACIÓN Y DE CARACTERIZACIÓN UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD.

Dentro de los siguientes instrumentos existen: Instrumentos médicos de calibración e Instrumentos de médicos de caracterización; el criterio que se toma en cuenta para diferenciarlo es que, un instrumento médico de calibración es cuando éste mide una magnitud, calibrándose directamente y es de caracterización si uno de sus componentes mide una magnitud.

#### 2.2.4.1 INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CALIBRACION UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD

##### 2.2.4.1.1 ESFIGMOMANÓMETROS[13]

Es un dispositivo que se utiliza para medir la presión arterial de las personas. Este instrumento es de calibración, ya que es al instrumento mismo al cual se le calibra la magnitud presión.

[13]Fuente de Información: www.instrumentosmédicos/esfigmomanometros.com

##### 2.2.4.1.2 BALANZAS [14]

Son instrumentos de calibración que se utilizan dentro del área médica para la obtención del peso de las personas, dentro de ellas se manejan para niños y para adultos de los cual se diferencia:

2.2.4.1.3 TERMOMETROS (TLV) [15]

Instrumento médico de calibración destinado a realizar mediciones de temperatura, basado en la dilatación longitudinal, proporcional a la temperatura registrada de un liquido (mercurio, aleaciones mercurio/tallo, alcohol, etc.) contenido en un recipiente de vidrio.

2.2.4.1.4 CRONÓMETRO[16]

Este instrumento se utiliza para poder medir el tiempo que deben reposar ciertas pruebas químicas. Instrumento de calibración.

2.2.4.1.5 MICROSCOPIO[17]

Es un equipo que consta de un juego de lentes que permiten al ojo humano observar detalles que a simple vista es imposible observar.

[14]Fuente de Información: OIML-111

[15]Fuente de Información: Procedimiento TH-004 del CEM
[16]Fuente de Información: Procedimiento TF-003
[17]Fuente de Información: Norma JIS

### 2.2.4.2 INSTRUMENTOS DE CARACTERIZACIÓN UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD

#### 2.2.4.2.1 AUTOCLAVE[18]

Es un dispositivo que sirve para esterilizar material médico, o de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura para ello. El uso de una autoclave elimina todos los antivirus y bacterias.
Funcionan permitiendo la entrada o generación de vapor de agua pero restringiendo su calidad, hasta obtener una presión interna de 103 kPa, lo cual provoca que el vapor alcance una temperatura de 121 grados Celsius.

Los autoclaves son altamente utilizados en laboratorios e instituciones médicas, como una medida elemental de esterilización de material. Aunque cabe notar que debido a que el proceso involucra vapor de agua a alta temperatura ciertos materiales no pueden ser esterilizados como por ejemplo papel y plástico. Este instrumento se determina como de caracterización, debido a que a dos de sus componentes se les calibran la temperatura y presión.

#### 2.2.4.2.2 REFRIGERADORES[19]

Se utilizan, dentro del área médica, para tener una cadena fría para todo el material biológico[20] que necesitan éste requisito (2 – 8 ºC). Este instrumento es de caracterización, ya que a un componente se le calibra la temperatura.

[18]Fuente de Información: Guía Meta
[19]fuente de Información: Dr. Dagoberto Molina

#### 2.2.4.2.3 APARATO RESPIRATORIO (NEBULIZADOR) [20]

Puede utilizarse para despejar la mucosidad durante una infección respiratoria aguda. Además, se utiliza cuando la capacidad vital ha disminuido.
Instrumento de caracterización ya que se calibra la presión a un componente de este.

2.2.4.2.4 CALORÍMETRO[21]:

Se utiliza para poder obtener resultados: Químicos (Glucosa, triglicéridos, colesterol, bilirrubinas totales, tiempo de coagulación, nitrógeno ureico) y Hematológicos (Hemoglobina, glóbulos rojos y blancos). Instrumento de caracterización.

2.2.4.2.5 ROTADOR[22]:

Es utilizado para poder remover la sangre y mezclarla.

2.2.4.2.6 MICROCENTRÍFUGA[23]:

Equipo que sirve para poder obtener los resultados de la hematología para los micros capilares. Instrumento de Caracterización.

2.2.4.2.7 MACROCENTRÍFUGA[24]:

Este se utiliza para la obtención de resultado de suero de la sangre. Instrumento de Caracterización.

2.2.4.2.8 BAÑO MARIA[25]:

Sirve para calentar medios especiales que no pueden ser calentados directamente al fuego. Son calentados a temperatura gradual mediante el agua. Instrumento de caracterización debido a que a este se le calibra el componente termómetro.

[20]Material Biológico: Vacuna preventiva (en refrigeración)

[21]Fuente de Información: www.Intrumentosmédicos/nebulizador.com
[22]Fuente de Información: Unidad de Salud Santa Lucia
[23]Fuente de Información: Unidad de Salud Santa Lucia
[24]Fuente de Información: Unidad de Salud Santa Lucia
[25]Fuente de Información: Unidad de Salud Santa Lucia

2.2.4.2.9 ESPECTROFOTÓMETRO[26]

Este equipo se utiliza para leer químicas y bioquímicas.

2.2.4.2.10 INCUBADORA[27]:

Se utiliza para cultivar bacteriología. Instrumento de caracterización, debido a que se le calibra el componente termómetro.

2.2.4.2.11 HORNO[28]:

Sirve para secar instrumentos, muestras y para la eliminación o quema de bacterias. Instrumento de caracterización debido a que se le calibra el componente termómetro.

## 2.2.5 MARCO NORMATIVO GENERAL[29]

Este marco normativo se utilizara dentro del documento para las normas necesarias de calibración y del aseguramiento de las mediciones.

Normalización: Es el proceso de aplicación y elaboración de normas; son herramientas de organización y dirección.

Norma: Es la misma solución que se adopta para resolver un problema repetitivo; es una referencia respecto a la cual se juzgará un producto o una función, y en esencia es el resultado de una elección colectiva y razonada.

### 2.2.5.1 NIVELES DE NORMALIZACION

Esta se utilizara para tomar en cuenta las normas para la calibración de los instrumentos así como también del aseguramiento de las mediciones.

---

[26]Fuente de Información: Unidad de Salud Santa Lucia

[27]Fuente de Información: Unidad de Salud Santa Lucia

[28]Fuente de Información: Unidad de Salud Santa Lucia

[29]Fuente de Información: www.iso.ch

Normalización Internacional: Puede participar organismos de todos los países a este nivel pertenecen las normas ISO (Organización Internacional de Estandarización) y IEO (Comisión Electrotécnica Internacional), OIML (Organización Internacional de Metrología Legal), UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

Normalización Regional: Organismos que pertenecen a un área geográfica, política o económica del mundo. COPANT (América).

Normalización Nacional: Aquellas que tienen lugar en un país especifico. . ANSI (USA), COGUANOR (Guatemala), CONACYT (El Salvador).

#### 2.2.5.2 ISO[30]

La ISO es una organización no gubernamental establecida en 1947. La misión de la ISO es promover el desarrollo de la normalización y las actividades con ella relacionada en el mundo, con el objetivo de facilitar el intercambio de servicios y bienes, y para promover la cooperación en la esfera de lo intelectual, científico, tecnológico y económico.

Todos los trabajos realizados por la ISO resultan en acuerdos internacionales entre los países que la integran, los cuales son publicados como Estándares Internacionales.

El nombre ISO se debe a una palabra, que deriva del Griego “isos”, que significa “igual”, el cual es la raíz del prefijo “ISO” el cual aparece en infinidad de términos; muchas personas habrán advertido la falta de correspondencia entre el supuesto acrónimo en inglés de la Organización y la palabra “ISO”. Así sería, pero ISO no es el acrónimo.

[30]Fuente de Información: www.iso.ch

Desde “igual” a “estándar” es fácil seguir por esta línea de pensamiento que fue lo que condujo a elegir “ISO” como nombre de la Organización.

La certificación ISO es una primera etapa donde las compañías logran que sus procesos sean predecibles y regulares, pero esto no garantiza que sus productos van

a tener éxito en otros mercados. Certificarse es parte de todo un proceso, donde las compañías se preparan para competir en mercados globalizados.

La Organización Internacional para la Normalización estipula que sus normas son producidas de acuerdo a los siguientes principios:

- Consenso: Son tenidos en cuenta los puntos de vista, de todos los interesados: fabricantes, vendedores, usuarios, grupos de consumidores, laboratorios de análisis, gobiernos, especialistas y organizaciones de investigación.

- Aplicación Global: Soluciones globales para satisfacer a las industrias y a los clientes mundiales.

- Voluntario: La estandarización internacional es conducida por el mercado y por consiguiente basada en el compromiso voluntario de todos los interesados del mercado.

2.2.5.3 ISO 10012 [31]

Sistema De Gestión De Las Mediciones: Requisitos Para Los Procesos De Medición Y Equipos De Medición

Esta norma Internacional incluye tanto requisitos como orientaciones para los sistemas de gestión de las mediciones, y puede ser útil en la mejora de las actividades de medición y la mejora de los productos.

---

[31] Fuente de Información: Norma ISO 10012

2.2.6 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Las fuentes de información para la investigación se dividen en:

FUENTES DIRECTAS O PRIMARIAS: Son las personas que laboran en las unidades de salud y en el SIBASI-Ilopango; la observación del equipo médico que utilizan.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

- RECOLECCIÓN DE DATOS:
  - Mediante entrevistas a realizar a los directores de las unidades de salud y personal del SIBASI-Ilopango para poder recabar información general y precisa de los instrumentos médicos utilizados.
  - Visitas técnicas a los centros de salud para poder realizar observación directa, y así determinar el estado funcional de los instrumentos, verificándolo por medio de un check list.

FUENTES INDIRECTAS O SECUNDARIAS: Los datos indirectos se obtienen de libros, publicaciones e Internet.

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

- FUENTES DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICAS:
  - Libros, documentos y publicaciones e Internet, donde se localizan los antecedentes que sirven para el estudio, y los fundamentos conceptuales de la propuesta.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- DEPURACION DE DATOS:
  - Se escogerán los instrumentos principales de medición que serán objeto de estudio y aplicación de normas metrológicas.

- ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS EN LAS UNIDADES DE SALUD.
    - Análisis exhaustivo de todos los detalles, funcionamiento, mantenimiento y calibraciones, usos y tiempo de uso.

DISEÑO DE PROTOCOLOS DE VERIFICACIÓN Y GUÍAS DE USUARIOS DE INSTRUMENTOS.

Elaborar los formatos en la verificación y manuales de uso y mantenimiento del equipo médico.

RETROALIMENTACIÓN.

Se verificaran datos pendientes, o que se encuentran todos los datos utilizados.

HERRAMIENTAS A UTILIZAR

Check List (Lista de Verificación): Este se aplicara a cada unidad de salud con el fin de verificar el estado de los instrumentos de medición.

TÉCNICAS A UTILIZAR

Diagrama Causa y Efecto: Este se aplicará en general en las unidades de salud para poder profundizar la problemática.

Técnica de Inventario: Se utilizará en las unidades de salud para determinar la cantidad y tipo de instrumento que poseen.

Proceso de Diseño: Se recurrirá a esta técnica para realizar la definición del problema.

### 2.2.7 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE INVESTIGACION

#### 2.2.7.1 CHECK LIST (Lista de verificación) [32]

Es una herramienta que sirve para verificar ya sea un problema o para poder ver el estado en que se encuentran las empresas, equipos, entre otros.

Se utiliza para identificar información especifica que ayude a conocer el estado en que se encuentran los instrumentos o verificar que instrumentos hay dentro de una empresa.

### 2.2.7.2 PROCESO DE DISEÑO[33]

Proceso de Diseño: En este se sugiere que la definición del problema se ejecute en dos pasos diferentes a saber: una amplia formulación del problema libre de detalles, seguida de un análisis detallado del mismo. Donde se recomienda hacer la definición del problema en dos pasos separados, con el fin de estimular al diseñador para adoptar una perspectiva amplia del problema, antes de entrar en detalles. El segundo es la inclusión de la fase de especificación hecha con el propósito de comunicar la solución para permitir su aplicación entendiendo esta como la adopción y uso del diseño.

Consta de cinco fases:

- Planteamiento del problema
- Análisis del problema
- Búsqueda de alternativas
- Evaluación de las alternativas
- Especificación de la solución preferida

[32] Fuente de Información: www.calidad.org/s/checklist pdf.gestiopolis.com

[33]Fuente de Información: Ingeniería de Métodos - Edgard v. Krick

En la elaboración de la propuesta, se tomarán en cuenta las primeras tres fases del Proceso de Diseño, ya que no se proporcionó información presupuestaria, por lo tanto el SIBASI-Ilopango se debe encargar de evaluar las alternativas y escoger la opción más conveniente.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Tiene como propósito maximizar la probabilidad de aislar y definir satisfactoriamente el problema que se tiene entre manos y de que deberá hacerse desde un principio.

La formulación implica una descripción breve y general de las características del problema, sin tomar en cuenta en ella los detalles y restricciones; es muy importante que esto se realice al iniciar la solución del problema, tratándose de evitar las influencias que sobre el ingeniero tengan los detalles, restricciones y la solución hasta ahora lograda.

Amplitud de la formulación del problema:
El término amplitud se usará con respecto a la formulación del problema para indicar:
1) El grado de especificación supuesto de los estados A y B al iniciarse el proceso de diseño este determina el número y variedad de soluciones alternativas a disposición del diseñador.
2) La parte del problema total que el diseñador atacará personalmente. Llevando así consigo a la asignación de la parte del problema que resolverá el propio diseñador.
La amplitud de formulación de un problema es una decisión que debe tomar el diseñador, ya que su punto de vista es la manera en que ha captado el problema, bastando a veces tan sólo una serie de razonamientos o simples anotaciones. Puesto que por naturaleza la formulación es flexible, se puede y debe formular el problema ampliamente.
El grado hasta el cual un diseñador es capaz y está justificado para mantener una formulación extensa de un problema, depende de los factores siguientes:

1. El alcance de sus responsabilidades. La capacidad oficial del diseñador es la determinante principal de las decisiones que está autorizado a objetar y a cambiar.
2. La situación económica.

3. El limite arbitrario que se haya puesto al tiempo y al dinero que pueden ser dedicados al problema.
4. Circunstancias especiales: por ejemplo la persona involucrada en e problema pueden hacer que sea imposible poner en duda las decisiones tomadas previamente, aun cuando no estén justificadas por su organización deficiente.

Fallas comunes:

Se debe procurar evitar cuando hace el enfoque de un problema, es la de resolver parcial o totalmente un problema ficticio innecesario, ya que en tal caso, el problema en sí, casi nunca requiere su atención.
Otra falla es atacar la solución actual en lugar del problema mismo, ya que el diseño actual es simplemente una solución, entre muchas, del problema a resolver y la solución actual no es el problema.

Caja Negra:

Este útil y excepcional método de plantear un problema de diseño, lo llamaremos el método de la caja negra. La solución de un problema se visualiza como una caja negra de contenido desconocido y no especificado, con una entrada especificada (ESTADO A), una salida especificada también (ESTADO B), y con criterios dados para evaluar el funcionamiento de la caja.

Este método de la caja negra facilita la identificación adecuada de los estados A y B, a medida que se formula el problema, pues es un truco visual especialmente útil para desviar de la solución actual la atención del diseñador;  para obtener el beneficio máximo de este método, es importante que el diseñador permita que la caja negra aleje de su mente la solución actual, y que él no haga, por el momento suposiciones con respecto a cuál será la solución final, o partes de ella.

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Consiste en hacer una lista detallada de las características del problema, incluyendo las restricciones. Se diferencia de la fase anterior en el grado del detalle y reconocimiento de las restricciones. Debido a que los datos sobre el volumen y límite de tiempo suelen exigir poco detalle, esta fase se refiere principalmente a los estados A y B, a las restricciones y a los criterios. De hecho en esta fase únicamente se les resta atención particular a los criterios, cuando alguno o varios de ellos son de importancia inusitada, ya que en este caso afectan el tipo de soluciones posibles que serán enfatizadas durante la búsqueda de alternativas.

Esta fase implica una cantidad considerable de recopilación de hechos especialmente con respecto a las características de los estados A y B y las restricciones. También implica el análisis y desmenuzamiento de los hechos, de tal manera que cuando el diseñador termine con el análisis del problema, habrá establecido los límites dentro de los cuales trabajará. Lo más importante es que él habrá determinado todo lo que le es permitido y lo que se espera que especifique a medida que progresa, y de esta manera habrá determinado las variables que esta autorizado a alterar, utilizando las áreas de posibilidad dentro de las cuales él es libre de elegir.

## BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS

Esta fase se refiere en un intento para encontrar las soluciones posibles que satisfagan las restricciones impuestas, e indudablemente, durante la evaluación, formulación y análisis del problema, el diseñador concebirá o se tropezará con varias de las soluciones posibles.

Específicamente, esta fase incluye la acumulación de soluciones alternativas y parciales, a partir de diversas fuentes, entre las que pueden citarse libros, manuales,

conversaciones, conocimiento previo, soluciones de problemas similares y soluciones que anteriormente se dio al problema por resolver.

Esta fase raramente culmina en la obtención de un conjunto de soluciones completas, mutuamente exclusivas; por el contrario, lo que se obtenga será probablemente soluciones parciales, ideas relacionadas tan sólo con uno o varios pasos, o variables de las muchas que una solución eventualmente completa debe incluir.

Factores principales en la inventiva:

1. Sus conocimientos: La información de que dispone para ser usada en la concepción de ideas.
2. El esfuerzo que realiza: lo activo de su búsqueda de ideas, así como el grado de su dedicación.
3. Su aptitud: Las cualidades innatas que contribuyen a ala inventiva.
4. El método que usa: Su modo particular de concebir ideas.
5. El Azar: entre el gran número de soluciones posibles a un problema.

EVALUACION DE ALTERNATIVAS

Una vez que el diseñador ha logrado obtener un conjunto de soluciones conforme a los métodos descritos en la fase anterior, procederá a la fase de la búsqueda, la que con toda propiedad puede describirse como un proceso de ampliación tanto del número como de la diversidad de soluciones alternativas, para hacer posteriormente su elección. Una vez terminado este proceso de ampliación, mediante una evaluación, comparación, combinación y recombinación, se procede a una eliminación la cual condensará esta colección de ideas en una única y mejor solución. Entonces al proceso de ampliación lógicamente le sigue uno de reducción, para lo cual la secuela usual es: con medios relativamente burdos, por el simple sentido común. Al final de la fase anterior, se procede a especificar y detallar suficientemente la solución final a fin de que sea aplicable. En ciertas ocasiones, el

diseñador no hace la elección final, sino que presenta a la persona encargada de ello, un número limitado de alternativas con datos sobre su rendimiento y costo, para que así ella pueda tomar una decisión.

Comparación de alternativas:

Para facilitar una decisión, deben presentarse el costo y los criterios intangibles, de tal manera que sea posible la comparación inteligente de las alternativas, para cuyo efecto existen varios métodos que permiten estimar el costo anual total de cada alternativa, el periodo de recuperación del capital y el interés obtenido en la inversión requerida.

ESPECIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PREFERIDA

La fase de especificación del proceso de diseño, implica una delineación de los atributos y de las características de comportamiento del diseño seleccionado, siendo el propósito principal de esta fase el de comunicar la solución a las personas involucradas, tales como:

1. Las personas responsables de aprobar la solución.
2. Las personas encargadas de la creación física de la solución.
3. Las personas responsables de administrar la solución en uso.
4. Las personas responsables del mantenimiento de la solución.
5. Todo aquel que en e futuro necesite de las especificaciones detalladas

El ciclo de Diseño

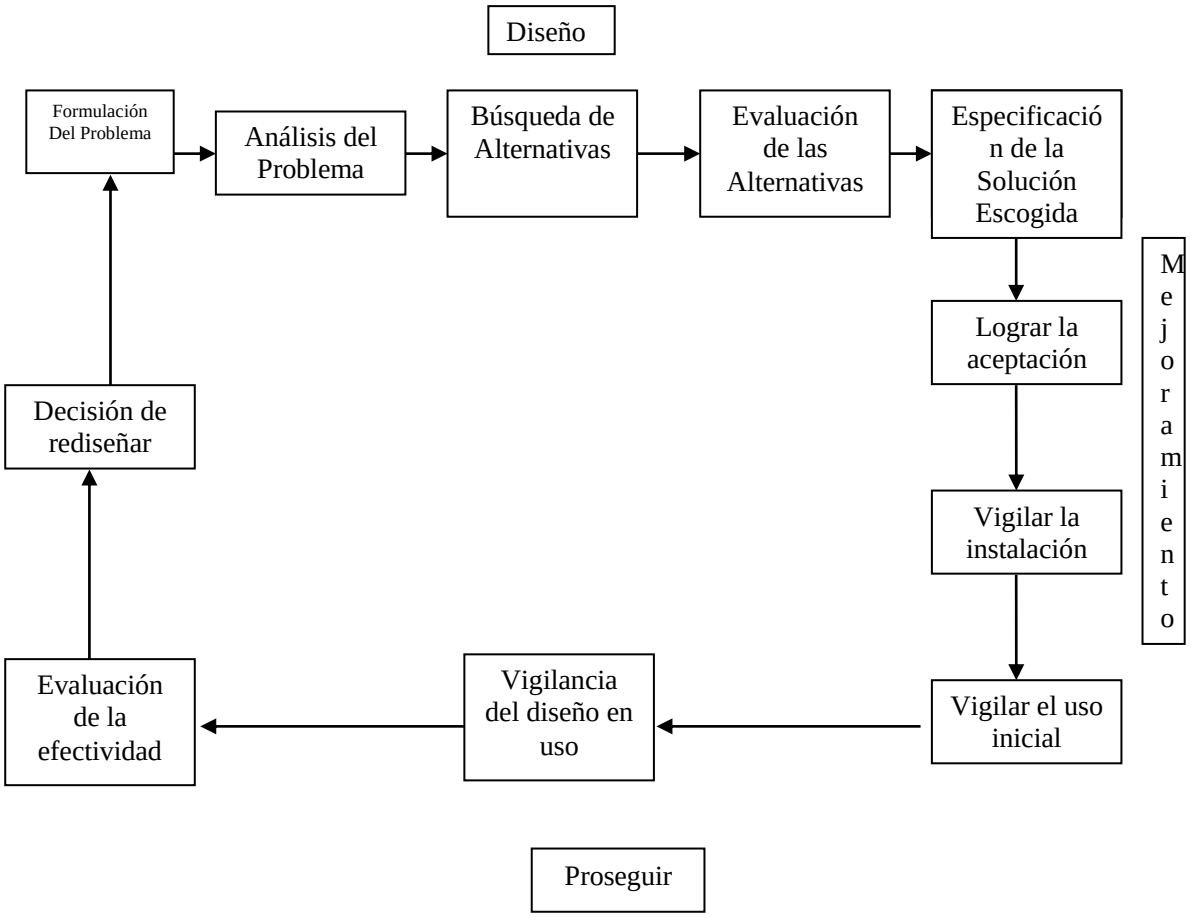



DIAGRAMA 3. CICLO DE DISEÑO.

El diseñador debe lograr que su propuesta gane la aceptación del personal ejecutivo y de operación. Para ganar la aprobación deseada, se requiere que el diseño sea algo más técnica y económicamente aceptable, ya que la aprobación también requiere, con frecuencia, que la propuesta no comprometa los intereses de quienes tengan el poder de veto.

## 2.2.8 TÉCNICAS

### 2.2.8.1 TÉCNICA DE INVENTARIO METROLÓGICO[34]

Es el levantamiento de información en un establecimiento sobre entrada de bienes y sus especificaciones (marca, modelo, año, serie, clase, capacidad), con bases metrológicas; para tener conocimiento sobre los instrumentos que son calibrados y los que no son calibrados.

Determinando de esta forma todos los instrumentos que se encuentran en las unidades de salud.

Se utilizará en las unidades de salud para determinar la cantidad y tipo de instrumento que poseen.

#### 2.2.8.2 DETERMINACION DE PUNTOS CRÍTICOS[35]

En la determinación de puntos críticos, emplearemos dos técnicas: Diagrama de Pareto y Diagrama de causa y efecto; de las cuales, en esta propuesta de aseguramiento de las mediciones , solamente se utilizará el Diagrama causa y efecto, para determinar el problema que existe dentro de las unidades de salud.

##### 2.2.8.2.1 DIAGRAMA DE PARETO[36]

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

[34]Fuente de información[1]: Grupo de tesis

[35]Fuente de Información: grupo de tesis

[36]Fuente de Información: www.calidad.org/s/pareto.pdf.gestiopolis.com

¿Cuando se Utiliza?

- Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.

- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.
- Al identificar oportunidades para mejorar.
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (Ej.: por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.).
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Al evaluar los resultados de los cambos efectuados a un proceso (antes y después).
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.
- Cuando el rango de cada categoría es importante.
- Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor parte el impacto negativo sobre la calidad.

2.2.8.2.2 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO[37]

El Diagrama de Causa y Efecto (o Espina de Pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

[37]www. Calidad.org/s/causa.pdf.gestiopolis.com

SE USA PARA:

- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.

- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones - muchas veces - sencillas y baratas.
- Educa sobre la comprensión de un problema.
- Sirve de guía objetiva para la discusión y la motiva.
- Muestra el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.
- Previene los problemas y ayuda a controlarlos, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso.

# CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LAS UNIDADES DE SALUD

Dentro de este capítulo se utilizan las técnicas y herramientas de ingeniería para poder conocer la situación actual de las unidades de salud en estudio; con la aplicación de estas técnicas y herramientas se pudo realizar el diagnóstico de las Unidades de Salud, el análisis del problema.

## 3.1 TIPO DE ESTUDIO A REALIZAR

Para poder conocer la situación actual de las unidades de salud es necesario conocer el tipo de estudio a realizar, este se regirá bajo el método de investigación descriptivo, este método permite examinar y hacer mediciones de uno o más atributos del fenómeno que se estudia.

### 3.1.1 PROCESO MUESTRAL

Para la obtención de datos concretos y confiables que permitan dar fundamento a la investigación planteada, es necesario utilizar un sistema que dirija las actividades a realizar. El proceso muestral consta de los siguientes pasos:

1) Determinar la población y los parámetros pertinentes.
2) Escoger el marco apropiado de muestreo.
3) Escoger un método de muestreo.
4) Escoger entre el muestreo probabilística y no probabilística
5) Escoger el tamaño necesario de la muestra.
6) seleccionar la muestra y reunir la información.
7) Validar la muestra.
8) Analizar los datos y presentar los resultados.

### 3.1.2 DETERMINACION DE LA POBLACION

#### 3.1.2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN:

A. Ubicación Geográfica: se establece como parte del universo que se encuentre en los alrededores de Soyapango.
B. Tipo de institución: todas aquellas que pertenecen al ministerio de salud.
C. Servicio Específico: Servicio de Salud y ocupación dentro de las instituciones de instrumentos de medición.
D. Participación a nivel de soyapango prestando servicio: que la atención prestada sea mayor de 300 personas diarias.

### 3.1.2.2 APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN

En el siguiente cuadro, se muestra en detalle un análisis aplicado a las instituciones.

| INSTITUCIONES | CRITERIOS | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| U. de S. Altavista | Zona Paracentral | Pertenece al Ministerio de Salud | Institución de salud y ocupación de instrumentos de medición. | Atención de pacientes mas de 300 personas diarias |
| U. de S. San Martín. | Zona Paracentral | Pertenece al Ministerio de Salud | Institución de salud y ocupación de instrumentos de medición. | Atención de pacientes mas de 300 personas diarias |
| U. de S Santa Lucia | Zona Paracentral | Pertenece al Ministerio de Salud | Institución de salud y ocupación de instrumentos de medición. | Atención de pacientes mas de 300 personas diarias |

TABLA 3. ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE UNIDADES DE SALUD PARA EL ESTUDIO

Tomando como base la información del cuadro anterior y aplicando los criterios de selección se obtiene lo siguiente:

Las unidades de salud de Santa Lucia, Altavista y San Martín son las unidades de salud con mayor demanda de atención a los pacientes a nivel de Soyapango, estas unidades de salud se encuentran en Zona Para-Central de Soyapango.

#### 3.1.2.3 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Tomando como base el método dirigido el cual consiste en seleccionar aquellas unidades elementales de la población, según el juicio de investigación:

1. Se tomaron las unidades de salud que se encuentren en los alrededores de Soyapango, y con mayor demanda de atención a pacientes.
2. Por razones de distancia y acceso se tomaron en cuenta las unidades de salud del SIBASI-ILOPANGO.

## 3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE SALUD PARA REALIZAR EL ESTUDIO

Dentro del entorno de la Universidad Don Bosco se encuentra el SIBASI-Ilopango, el cual tiene a su cargo las unidades de salud en estudio: Alta vista, Santa Lucía y San Martín; representando una oportunidad como Ingenieros Industriales de poder explotar el campo de la metrología, con base en el área de la salud, y así, hacer un análisis sobre las medidas de los instrumentos médicos y verificar la confiabilidad que tienen, y proporcionar un diagnóstico apegado a la realidad, a las personas que consultan las unidades de salud.

## 3.3 SIBASI-ILOPANGO Y UNIDADES DE SALUD

### 3.3.1 SIBASI-ILOPANGO

Dirección: Final calle Francisco Menéndez, contiguo a zona franca San Bartolo.

El SIBASI-Ilopango es una subdivisión del control de la salud a nivel nacional que regula el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; teniendo a su cargo 13 unidades de salud.

Es el encargado de proveer y abastecer a las unidades de salud: Equipo, recurso humano y administrativo. Tiene control de las unidades de salud por medio de los directores de cada una de ellas. Los directores de las unidades de salud tienen como función: administrar los recursos humanos, equipos, medicamento y de informar al SIBASI-ILOPANGO de todas las necesidades ya sean de equipo o personal que labora en la unidad de salud, así como de todas las epidemiologías que se tratan en ellas.

Los directores de las unidades de salud se encargan de obtener la capacidad que tiene la unidad de salud para la atención de las personas; la cual es determinada con base al número de personal y instrumentos que se tienen en las unidades de salud.

En las unidades de Salud en estudio el recurso humano que opera dentro de estas instituciones tienen los grados de preparación: Auxiliar de Enfermería ( tres años de bachillerato mas los años de experiencia laboral), Licenciadas en enfermería (cinco años de carrera universitaria mas los años de experiencia laboral), Doctores Internos (se encuentran haciendo su practica comunitaria), Doctores de Año Social (Se encuentran haciendo su servicio social para egresar), doctores de Staff ( 8 años de carrera universitaria graduados más el tiempo de experiencia laboral, dentro de ellos se encuentran médicos especialistas) y las licenciadas de laboratorio clínico (5 años de carrera universitaria mas el tiempo de experiencia laboral). Enfermeras como doctores para egresar de su carrera universitaria tienen que realizar sus practicas en el campo de medicina lo cual ayuda a que aprendan acerca del uso de los instrumentos.

Una de las unidades con las que cuenta el SIBASI-ILOPANGO (Unidad de Salud de Altavista), tiene un convenio con FUSAL (Fundación Salvadoreña para la Salud y Desarrollo), este se encarga de reparar, proveer equipo a la unidad de salud, y adquirir nuevos instrumentos. Esta institución recibe ayuda extranjera y donaciones de instrumentos del exterior.

El Ministerio de Salud ha asignado a cada SIBASI un taller de reparaciones que se encargue del mantenimiento y reparación de los instrumentos utilizados en unidades de salud como los hospitales correspondientes, además del Taller San Esteban que se encarga, a nivel nacional, de proveer normativas a todos los talleres de reparación pertenecientes a todos los SIBASI a nivel nacional.

El SIBASI-Ilopango en su localidad, cuenta con un taller de reparaciones (Ver fotos en anexo 2, Pág. 262), el cual se encarga de reparaciones leves de los instrumentos, utilizados dentro de las unidades de salud y el hospital correspondientes, como: ajustes ligeros, cambio de piezas, soldaduras, enderezados. Si dentro de este taller no se puede reparar un equipo, se encargan de mandarlo al Taller San Esteban, pero solamente si es equipo hospitalario, ya que el Taller San Esteban se encarga de reparar a nivel nacional equipo médico hospitalario.

Por lo tanto, el taller del SIBASI-Ilopango se encarga de la reparación de todo el equipo que pertenece a las unidades de salud. Realiza el mantenimiento correctivo de instrumentos, que está relacionado a: cambios de pieza, soldaduras, reparaciones eléctricas y ajustes mayores a los instrumentos.

### 3.3.2 UNIDAD DE SALUD ALTAVISTA

Dirección: Urb. Altavista, polígono 5, frente a estacionamiento 8, Tonacatepeque.

El Dr. Ernesto Morales, director de la unidad, tiene a su cargo el recurso humano, administrativo y el equipo médico utilizado.

La unidad atiende aproximadamente a 680 pacientes al día, lo cual sobrepasa la capacidad de su personal, debido a que la capacidad que tiene la unidad de salud para atender es de 400 personas diarias.

Esta unidad de salud junto con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, tienen un convenio con FUSAL, el cual se encarga de equiparla, con instrumentos y equipos, donados por instituciones extranjeras; de los cuales, la mayoría llegan usados con buen estado a la institución, pero algunos son nuevos.

Esta unidad también contienen equipo del SIBASI-ILOPANGO, y para las reparaciones, dependiendo del equipo que se deteriore, se toma la decisión de mandarlo al taller de FUSAL o al taller del SIBASI-ILOPANGO.

### 3.3.3 UNIDAD DE SALUD SAN MARTÍN

Dirección: Col. Providencia I, calle antigua a col. Las Flores, San Martín

Está dirigida por el Doctor Dagoberto Molina, quién se encuentra a cargo de todo el recurso humano, administrativo y equipo de la institución.

Unas 500 personas residentes en el sector visitan la unidad cada día, cantidad que supera la capacidad del personal de la unidad; ya que la capacidad de atención que tiene esta unidad es de 300 personas al día.

Es equipada por el SIBASI-ILOPANGO, parte del equipo que se encuentra aquí tiene el mismo tiempo que la institución de existir, a excepción de los instrumentos que son desechables o que no puedan ser reparados como: los termómetros.

En esta unidad los doctores se encargan de proporcionar servicios con instrumentos propios como: estetoscopios, oftalmoscopio, otoscopios, los cuales no son proporcionados por la unidad de Salud.

Cuando un equipo es dañado en la unidad de salud este es llevado al taller del SIBASI de Ilopango.

### 3.3.4 UNIDAD DE SALUD SANTA LUCÍA

Dirección: Col. El Matazano 3, pasaje Los Pinos, Soyapango

La unidad de salud de Santa Lucía se encuentra dirigida por el Dr. Mauricio Campos, quién tiene el control sobre el recurso humano, administrativo y equipo utilizado en esta institución.

Es visitada aproximadamente por 300 personas al día, lo cual sobre pasa la capacidad que tiene la unidad de salud en cuanto a los pacientes que puede atender; debido a que su capacidad es de 285 personas.

Todo el equipo utilizado en esta unidad es equipado por el SIBASI-Ilopango, dentro de esta unidad se manejan escasos equipos como esfigmomanómetros y estetoscopios, de los cuales solo contienen uno para toda la unidad, debido a que los otros se encuentran fuera de uso por no estar calibrados.
Oftalmoscopios y estetoscopios son instrumentos médicos que son llevados personalmente por los doctores.

## 3.4 CONTEXTO DEL SIBASI-ILOPANGO Y UNIDADES DE SALUD

### 3.4.1 ORGANIZACIÓN

#### 3.4.1.1 SIBASI-ILOPANGO

VISION DEL SIBASI

Contar con un hospital de segundo nivel consolidado e integrado a una red de servicios con las unidades de Salud y otros sectores del área geográfica de influencia (SIBASI-ILOPANGO), que facilite y garantice la prestación de servicios básicos de salud a su población de responsabilidad bajo los principios de solidaridad, universalidad, accesibilidad, eficiencia, eficacia, ética y con alta participación social que promueva y fomente el auto cuidado y la generación de estilos de vida saludable.

MISION INSTITUCIONAL

Mejorar los indicadores de salud del área geográfica de influencia, brindando atención integral en las áreas básicas de la medicina, bajo los principios de universalidad, solidaridad, eficiencia, equidad y accesibilidad; contribuyendo al desarrollo humano sostenible.

A continuación se presentan los cuatro organigramas: SIBASI-ILOPANGO, Santa Lucía, San Martín y Altavista; para poder observar los niveles que estas instituciones contiene, y así poder ver el nivel que tienen las personas que nos han proporcionado información para la realización de la propuesta.

3.4.1.1.1 ORGANIGRAMA DEL SIBASI-ILOPANGO[38]

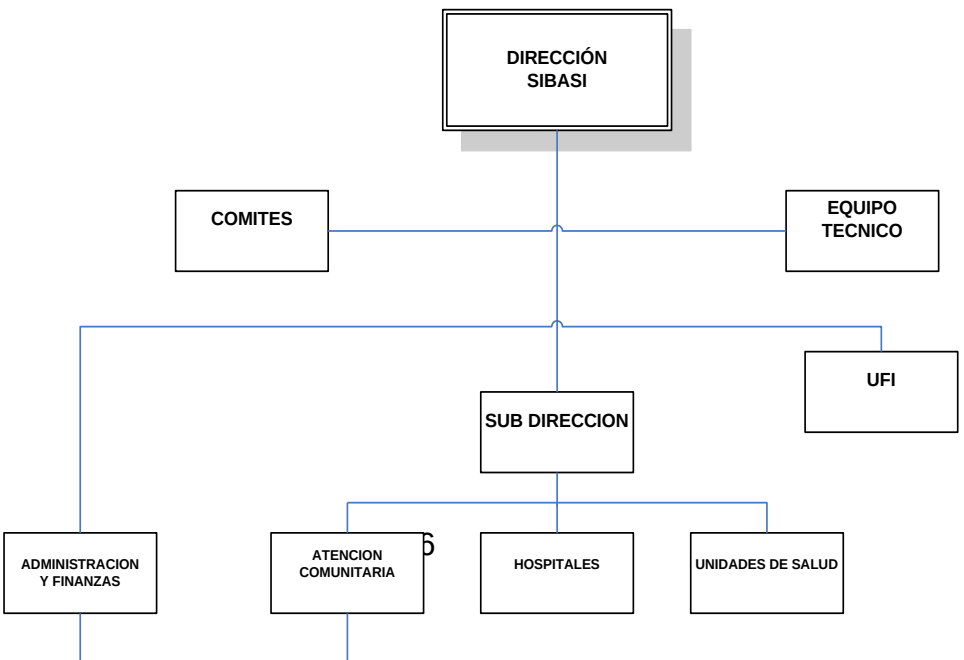


DIAGRAMA 4. ORGANIGRAMA DEL SIBASI-ILOPANGO

El equipo técnico del SIBASI-IOLPANGO será el encargado de darle seguimiento a la propuesta de aseguramiento de las mediciones.

[38]Fuente de Información: Doctora Orellana (SIBASI-ILOPANGO)

### 3.4.2 UNIDADES DE SALUD

#### 3.4.2.1 UNIDAD DE SALUD DE SAN MARTÍN[39]

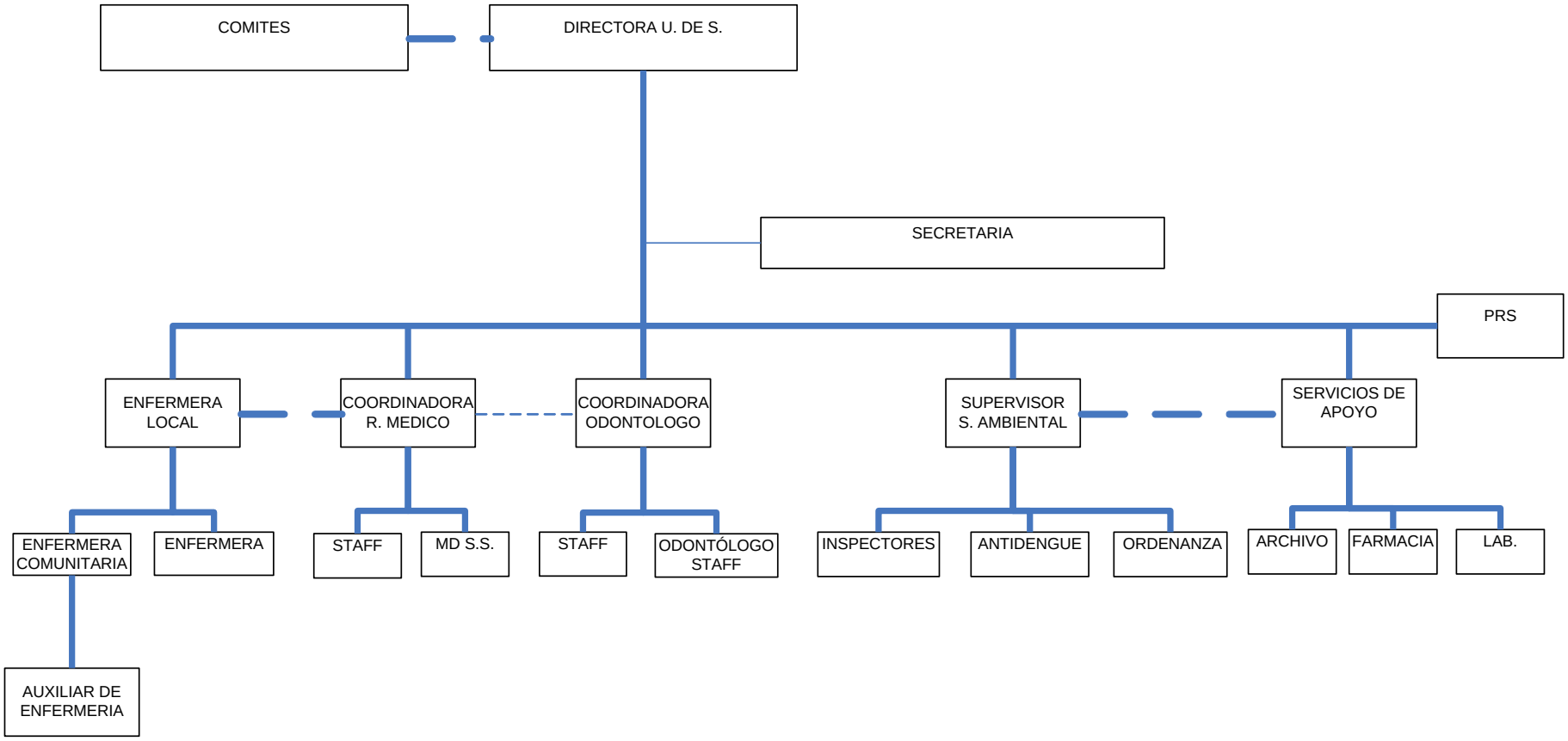



DIAGRAMA 5. ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD DE SALUD DE SAN MARTÍN

[39]Fuente de Información Unidad de Salud San Martín.

### 3.4.2.2 UNIDAD DE SALUD SANTA LUCÍA[40]

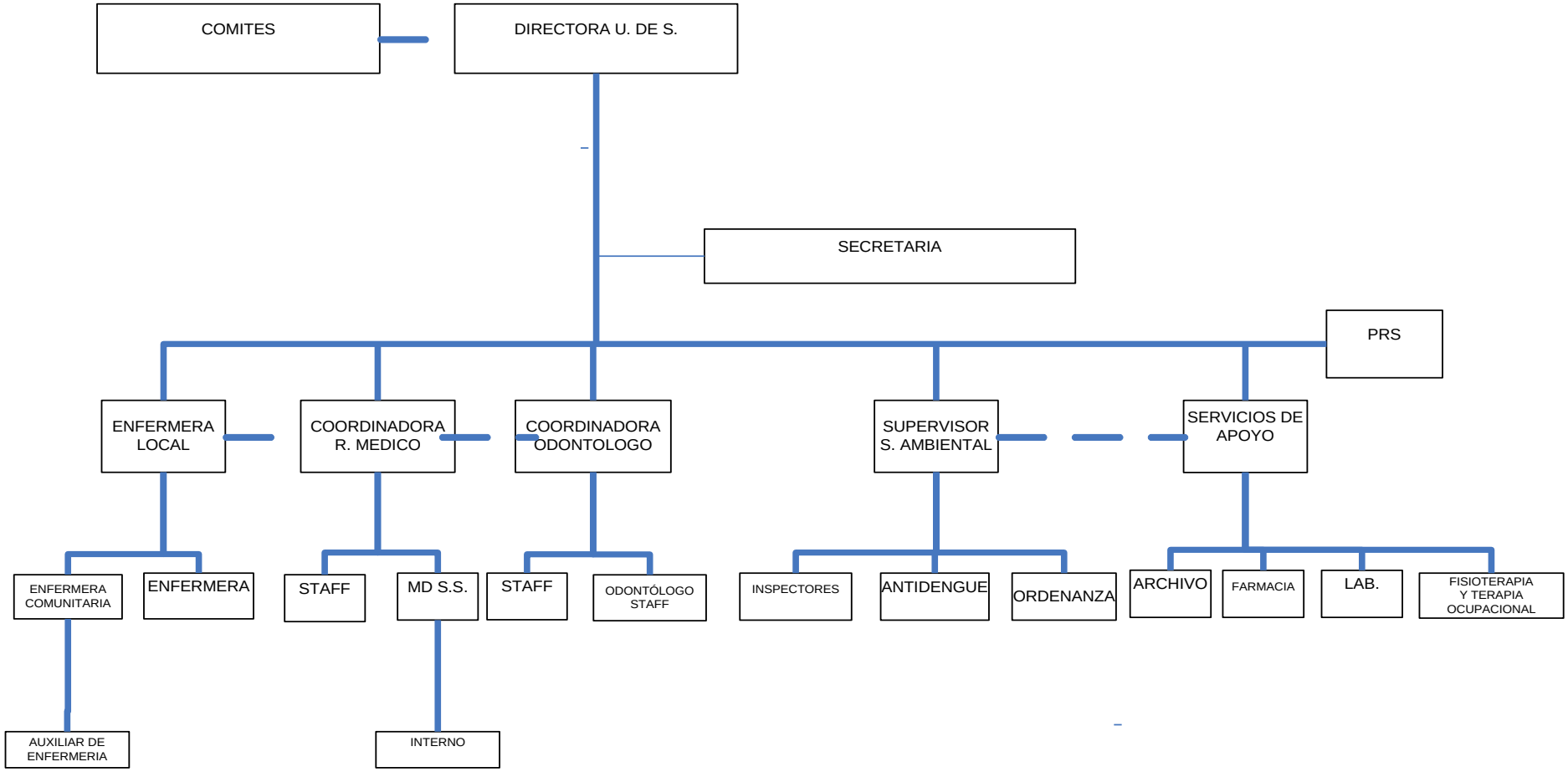



DIAGRAMA 6. ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD DE SALUD DE SANTA LUCÍA.

[40]Fuente de Información unidad de Salud de Santa Lucía

### 3.4.2.3 UNIDAD DE SALUD DE ALTA VISTA[41]

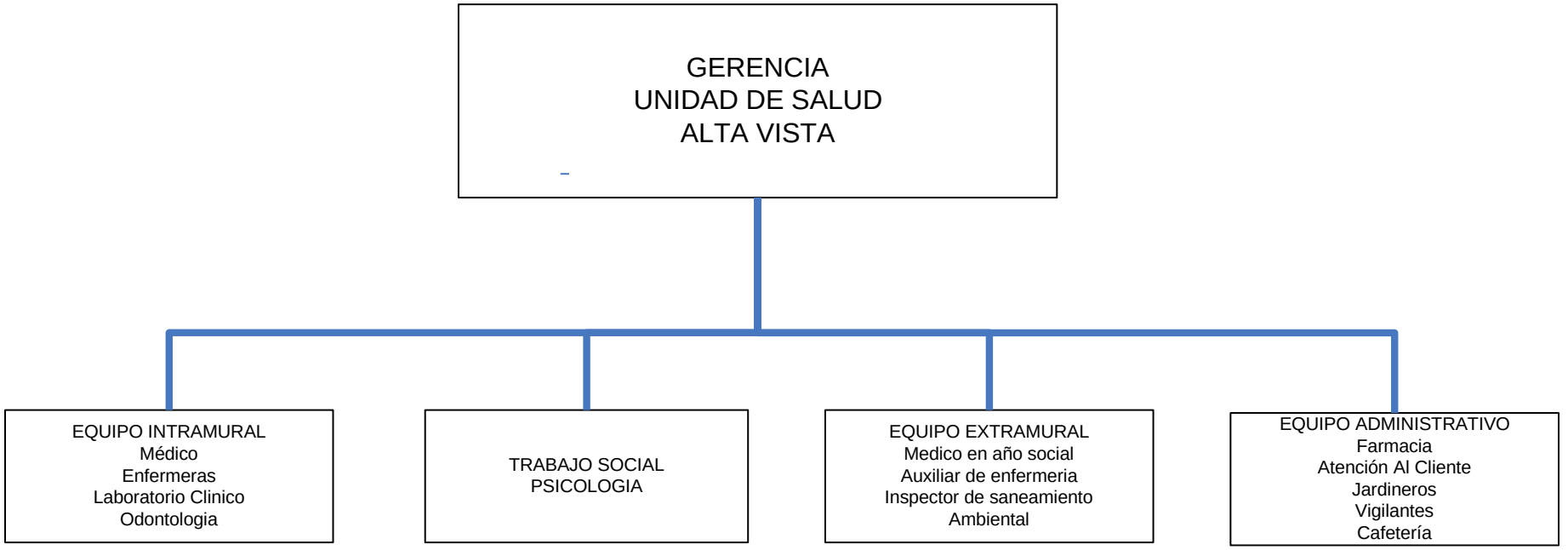



DIAGRAMA 7. ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD DE SALUD DE ALTAVISTA

[41]Fuente de información: Unidad de Salud Alta Vista

## 3.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS UNIDADES DE SALUD EN ESTUDIO

### 3.5.1 INVESTIGACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE USO DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS

Con las entrevistas realizadas dentro de las unidades de salud, se pudo comprobar que: Ninguna de las tres unidades de salud poseen un procedimiento para el uso de los equipos, debido a que los doctores y enfermeras tienen los conocimientos y práctica de los estudios realizados en el uso de todos los instrumentos médicos (Ver anexo 3.1: Entrevista a las unidades de salud, Pág. 266).

### 3.5.2 APLICACIÓN DEL CHECK LIST

Se aplicó el check list para verificar el estado funcional (mediciones) en el que se encuentran todos los instrumentos médicos de las unidades de salud en estudio.

La herramienta del Check List se utilizó para determinar como se encontraban equipadas las unidades de salud, la clase de equipo que esta posee y la cantidad de equipo que se encontraban en cada una de estas unidades de salud.

Esta herramienta se conectó a la de Técnica de Inventario Metrológico, detallando en el formato de check list si el equipo era calibrable, entonces este instrumento pasaba a la hoja de Técnica de Inventario Metrológico.

#### 3.5.2.1 INTERPRETACION DEL FORMATO DE CHEK LIST (VER ANEXO 4.1: FORMATO CHECK LIST, Pág. 269).

El formato de Check List se interpreta de la siguiente manera:

El número es correlativo sirve para determinar la cantidad de instrumentos en cada unidad de salud; el nombre del equipo para distinguirlos, el criterio de calibración se basa en que si el equipo mide una magnitud, entonces es calibrable (instrumento médico de medición), de lo contrario no se calibra directamente sino que uno o mas de sus componentes (instrumento médico de caracterización), la vida útil y el tiempo de uso sirve para establecer luego el periodo de recalibración, donde solamente se tomarán instrumentos que estén dentro de su intervalo de vida útil, comparándolo con su tiempo de uso, y así determinar si el instrumento debe reemplazarse ó no, el criterio de función se utiliza para conocer si el equipo se encuentra funcionando y finalmente el área donde opera el instrumento.

3.5.2.2 UNIDAD DE SALUD SAN MARTÍN

| N⁰ | Nombre | Criterio de Calibración | | | Vida útil | Tiempo de Uso | | Criterio de Función | | Área de Operación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Calibrable | No Calibrable | Componente calibrable | | Años | Meses | Funciona | No Funciona | |
| 1 | Nebulizador | | X | | 5 | 7 | | | X | Terapia |
| 2 | Nebulizador | | X | | 5 | 7 | | X | | Terapia |
| 3 | Nebulizador | | X | | 5 | 12 | | X | | Terapia |
| 4 | Termómetro TLV (4) | X | | | | | 3 | X | | Consultorio |
| 5 | Báscula de pie | X | | | 9 | 12 | | X | | Consultorio |
| 6 | Báscula de mesa | X | | | 9 | 12 | | X | | Consultorio |
| 7 | Esfigmomanómetros | X | | | 5 | 12 | | X | | Consultorio |
| 8 | Esfigmomanómetros | X | | | 5 | 12 | | x | | Consultorio |
| 9 | Esfigmomanómetros | X | | | 5 | 12 | | | X | Consultorio |
| 10 | Esfigmomanómetros | X | | | 5 | 12 | | | X | Consultorio |
| 11 | Esfigmomanómetros | X | | | 5 | 12 | | | X | Consultorio |
| 12 | Horno | | | X | 8 | 12 | | X | | Consultorio |
| 13 | Autoclave | | | X | 15 | 7 | | X | | Inyección |
| 14 | Freezer | | | X | 10 | 5 | | X | | Vacuna |
| 15 | Refrigerador | | | X | 10 | 12 | | X | | Vacuna |
| 16 | Freezer | | | X | 10 | 5 | | X | | Vacuna |
| 17 | Microscopio | X | | | 15 | 10 | | X | | Laboratorio |
| 18 | Microscopio | X | | | 15 | 3 | | X | | Laboratorio |
| 19 | Baño Maria | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 20 | Microcentrífuga | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 21 | Macrocentrífuga | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 22 | Cronometro | X | | | 5 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 23 | Espectrofotómetro | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 24 | Rotador | | | X | 15 | 12 | 6 | X | | Laboratorio |
| 25 | Rotador | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 26 | Agitador | | X | | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 27 | Cocina Eléctrica | | X | | 9 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 28 | Incubadora | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 29 | Espectrofotómetro | | | x | 15 | 12 | | | x | Laboratorio |

TABLA 4. CHECK LIST DE INSTRUMENTOS MÉDICOS DE UNIDAD DE SALUD DE SAN MARTÍN.

3.5.2.3 UNIDAD DE SALUD ALTA VISTA.

| N⁰ | Nombre | Criterio de Calibración | | | Vida útil | Tiempo de Uso | | Criterio de Función | | Área de Operación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Calibrable | No Calibrable | Componentes calibrables | | Años | Meses | funciona | No funciona | |
| 1 | Tensiómetro de pie | X | | | 5 | 2 | 6 | | x | Consultorio |
| 2 | Tensiómetro Móvil | X | | | 5 | 2 | 6 | x | | Consultorio |
| 3 | Estetoscopio | | X | | 5 | | 1 | x | | Consultorio |
| 4 | Infantómetro | | | X | 9 | 2 | 10 | x | | Consultorio |
| 5 | Báscula | X | | | 9 | 2 | 10 | x | | Consultorio |
| 6 | Báscula | X | | | 9 | 2 | 10 | x | | Consultorio |
| 7 | Tensiometro de niño 3 mangas | X | | | 5 | 2 | 10 | x | | Consultorio |
| 8 | Estetoscopio | | X | | 5 | 1 | | x | | Consultorio |
| 9 | Otoscopio | | X | | 5 | 2 | | x | | Consultorio |
| 10 | Oftalmoscopio | | X | | 5 | 2 | | x | | Consultorio |
| 11 | Báscula | X | | | 9 | 2 | 10 | X | | Consultorio |
| 12 | Tensiometro | X | | | 5 | 2 | 10 | X | | Consultorio |
| 13 | Otoscopio | | X | | 5 | 2 | 2 | X | | Consultorio |
| 14 | Estetoscopio | | X | | 5 | 2 | | X | | Consultorio |
| 15 | Báscula | X | | | 9 | 2 | 10 | X | | Consultorio |
| 16 | Tensiometro | X | | | 5 | 2 | 10 | X | | Consultorio |
| 17 | Termómetro Digital | X | | | 2 | 1 | | X | | Consultorio |
| 18 | Estetoscopio | | X | | 5 | 2 | 10 | X | | Consultorio |
| 19 | Báscula | X | | | 9 | 2 | 10 | X | | Consultorio |
| 20 | Estetoscopio | | X | | 5 | 1 | 6 | X | | Consultorio |
| 21 | Tensiometro | X | | | 5 | 2 | 10 | X | | Consultorio |
| 22 | Freezer | | | X | 10 | 3 | | X | | Vacunación |
| 23 | Refrigerador | | | X | 10 | 3 | | X | | Vacunación |
| 24 | Nebulizador (casero) | | X | | 5 | 3 | | X | | Terapia Respiratoria |

| N⁰ | Nombre | Criterio de Calibración | | | Vida útil | Tiempo de Uso | | Criterio de Función | | Área de Operación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Calibrable | No Calibrable | Componentes calibrables | | Años | Meses | funciona | No funciona | |
| 25 | Nebulizador (casero) | | X | | 5 | 3 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 26 | Nebulizador | | X | | 5 | 3 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 27 | Autoclave | | | X | 15 | 2 | 6 | | X | Esterilización |
| 28 | Autoclave | | | X | 15 | | 1 | X | | Esterilización |
| 39 | Termómetro Digital | X | | | 5 | 1 | | X | | Consultorio |
| 30 | Termómetro Digital | X | | | 5 | 1 | | X | | Consultorio |
| 31 | Termómetro Digital | X | | | 2 | 1 | | X | | Consultorio |
| 32 | Termómetro Digital | X | | | 2 | 1 | | X | | Consultorio |
| 33 | Microcentrífuga | | | X | 15 | 3 | | X | | Laboratorio |
| 34 | Microcentrífuga | | | X | 15 | 3 | | X | | Laboratorio |
| 35 | Macrocentrífuga | | | X | 15 | 3 | | X | | Laboratorio |
| 36 | Microscopio | | | | 15 | 3 | | X | | Laboratorio |
| 37 | Espectrofotómetro | | | X | 15 | 3 | | X | | Laboratorio |
| 38 | Refrigerador | | | X | 10 | 3 | | X | | Laboratorio |

TABLA 5. CHECK LIST DE INSTRUMENTOS MÉDICOS DE UNIDAD DE SALUD ALTA VISTA.

### 3.5.2.4 UNIDAD DE SALUD SANTA LUCÍA

| N$^0$ | Nombre | Criterio de Calibración | | | Vida útil | Tiempo de Uso | | Criterio de Función | | Área de Operación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Calibrable | No calibrable | Componente Calibrable | | Años | Meses | Funciona | No Funciona | |
| 1 | Báscula | X | | | 9 | 8 | | X | | Consultorio |
| 2 | Báscula | X | | | 9 | 8 | | X | | Consultorio |
| 3 | Báscula | X | | | 9 | 8 | | X | | Consultorio |
| 4 | Freezer | | | X | 10 | 5 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 5 | Freezer | | | X | 10 | 5 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 6 | Nebulizador | | X | | 5 | 8 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 7 | Nebulizador | | X | | 5 | 8 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 8 | Nebulizador | | X | | 5 | 10 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 9 | Nebulizador | | X | | 5 | 10 | | X | | Terapia Respiratoria |
| 10 | Olla | | | X | 10 | 15 | | X | | Esterilización |
| 11 | Refrigerador | | | X | 10 | 10 | | X | | Saneamiento |
| 12 | Autoclave | | | X | 15 | 12 | | X | | Curación |
| 13 | Termómetro(15) | X | | | | | 7 | X | | Consultorio |
| 14 | Esfigmomanómetro | X | | | 5 | 5 | | | X | Consultorio |
| 15 | Esfigmomanómetro | X | | | 5 | 12 | | | X | Consultorio |
| 16 | Esfigmomanómetro | X | | | 5 | 5 | | | X | Consultorio |
| 17 | Esfigmomanómetro | X | | | 5 | 10 | | | X | Consultorio |
| 18 | Esfigmomanómetro | X | | | 5 | 3 | | X | | Consultorio |
| 19 | Estetoscopio | | X | | 5 | 6 | | X | | Consultorio |
| 20 | Cronometro | X | | | 5 | 12 | | x | | Consultorio |
| 21 | Macrocentrífuga | | | X | 15 | 12 | | | X | Laboratorio |
| 22 | Microcentrífuga | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | Microscopio | X | | | 15 | 12 | | x | | Laboratorio |
| N$^0$ | Nombre | Criterio de Calibración | | | Vida útil | Tiempo de Uso | | Criterio de Función | | Área de Operación |
| | | Calibrable | No calibrable | Componente Calibrable | | Años | Meses | Funciona | No Funciona | |
| 24 | Microscopio | X | | | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 25 | Rotador | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 26 | Incubadora | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 27 | Agitador | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 28 | Espectrofotómetro | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 29 | Baño Maria | | | X | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 30 | Microscopio | X | | | 15 | 12 | | X | | Laboratorio |
| 31 | Refrigerador | | | X | 10 | 8 | | x | | Laboratorio |

TABLA 6. CHECK LIST DE INSTRUMENTOS MÉDICOS DE UNIDAD DE SALUD DE SANTA LUCÍA.

### 3.5.3 APLICACIÓN DEL INVENTARIO METROLÓGICO

Esta técnica se aplicó para observar y verificar los instrumentos que se encuentran calibrados; por medio de la comprobación del uso de viñetas de calibración. Con el fin de determinar los instrumentos médicos que se seleccionarán para realizar la propuesta del plan de aseguramiento de las mediciones; verificando si dentro de las unidades de salud se obtienen calibraciones para los instrumentos.

#### 3.5.3.1 INTERPRETACION DEL FORMATO DE TECNICA DE INVENTARIO METROLOGICO (VER ANEXO 4.2: FORMATO TÉCNICA DE INVENTARIO METROLÓGICO, Pág. 270).

En los formatos presentados a continuación se toman en cuenta los instrumentos médicos de cada unidad de salud, su marca, el criterio de utilización que sirve para conocer si el instrumento se encuentra en uso, la viñeta de calibración para poder conocer si prestan el servicio de metrología, la fecha en la cual se toma la información para el estudio, las observaciones para anotar si el instrumento tiene alguna falla, el criterio de aceptación, el cual se define comparando el criterio de utilización y las observaciones, por ejemplo: si el instrumento se encuentra en uso pero su funcionamiento no es correcto entonces no se acepta; la magnitud para determinar la parte o componente que debe calibrar del instrumento y la división de metrología a la cual pertenece el instrumento.

Dentro de esta técnica de inventario metrológico se toman en cuenta dos tipos de instrumentos médicos:
Instrumento Médicos de Medición: son los que miden una magnitud. Se calibran directamente.
Instrumentos Médicos de Caracterización: son los que no se calibran directamente, sino que una parte o componente de los mismos.

### 3.5.3.2 UNIDAD DE SALUD DE SAN MARTÍN

| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | MAGNITUD | METROLOGÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | |
| INSTRUMENTO DE MEDICION | | | | | | | | | | | |
| Cronometro | Gran Lab | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | |
| Termómetros TLV | Healthcare | X | | | x | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Termómetros TLV | Healthcare | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Termómetros TLV | Healthcare | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Termómetros TLV | Healthcare | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Bascula de pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada | | x | masa | Instrumentos de masas y pesas |
| Bascula de mesa | CMS | X | | | X | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada la aguja esta en 0.5 | | x | masa | Instrumentos de masas y pesas |
| Esfigmomanómetro de pie | Vaumano miner | X | | | x | 19/04/05 | El mercurio se encuentra arriba de cero | | X | Presión | Metrología de presión |

| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | COMPONENTE Y MAGNITUD | METROLOGÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | |
| INSTRUMENTOS DE CARACTERIZACIÓN | | | | | | | | | | | |
| Esfigmomanómetro de pie | Vaumanominer | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Presión | Metrología de presión |
| Tensiometro de pie | Vacumanominer | | X | | X | 19/04/05 | Debido a que se ha descalibrado | | X | Presión | Metrología de presión |
| Tensiometro de pie | Vacumanominer | | X | | X | 19/04/05 | Debido a que se ha descalibrado | | X | Presión | Metrología de presión |
| Microscopio | LeicaIV | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Longitud (objetivos) | Metrología de Longitud |
| Microscopio | Leica DMLS | X | | | X | 19/04/05 | | X | | Longitud (Objetivos) | Metrología de Longitud |
| Tensiometro de pie | Vacumanominer | | x | | X | 19/04/05 | Debido a que se ha descalibrado | | X | Presión | Metrología de presión |
| Baño de María | | X | | | x | 19/04/05 | | x | | temperatura | Metrologia de Temperatura |
| Micro centrifuga | Micro-MQ | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | Metrología de Tiempo |
| Macro centrifuga | IEC clinical | X | | | x | 19/04/05 | | X | | rev/min | Metrología de Tiempo |
| Espectrofotómetro | Espectronic zop | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Luminosidad | |
| Equipo | Marca | Criterio de Uso | | Viñeta de Calibración | | Fecha Actual | Observación | Criterio de Calibración | | Componente y Magnitud | Metrologia |
| | | Uso | desuso | Si | No | | | Aceptado | No Aceptado | | |
| Rotador | Mecton dickinson | | x | | x | 19/04/05 | Tiene descalibrado el medidor de | | x | Tiempo | Metrología de Tiempo |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | tiempo y se dispara | | | | |
| Rotador | Everbody | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | Metrología de Tiempo |
| Incubadora | Coven | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Espectrofotómetro | Espectroniczo | | x | | x | 19/04/05 | | | x | Luminosidad | |
| Horno | Steri-Dent | X | | | X | 19/04/05 | | x | X | $T^0$ y tiempo | Metrología de $T^0$ y Tiempo |
| Autoclave | Caisa | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Temperatura y Tiempo | Metrología de $T^0$ y Tiempo |
| INTRUMENTO DE CARACTERIZACION | | | | | | | | | | | |
| Freezer (Médico) | Electrolex | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Temperatura | Metrología de Temperatura |
| Refrigerador | Roper | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Temperatura | Metrología de Temperatura |
| Freezer | Electrolex | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Temperatura | Metrología de Temperatura |

TABLA 7. INVENTARIO METROLÓGICO DE LA UNIDAD DE SALUD DE SAN MARTÍN.

3.5.3.3 UNIDAD DE SALUD ALTA VISTA

| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | MAGNITUD | METROLOGÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | |
| INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Termómetros Digital | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Termómetros digital | 2MM | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Termómetros digital | 2MM | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Termómetros Digital | 2MM | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Bascula de pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | | x | | Masa | Instrumento de Pesaje y Masa |
| Bascula de Pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada | | x | Masa | Instrumento de Pesaje y Masa |
| Bascula de Pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada | | x | Masa | Instrumento de Pesaje y Masa |
| Bascula de Pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada | | x | Masa | Instrumento de Pesaje y Masa |
| Bascula de Pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | | x | | Masa | Instrumento de Pesaje y Masa |
| Esfigmomanómetro Móvil | Speldel keller | X | | | x | 19/04/05 | La aguja se encuentra antes del cero | | X | Presión | Metrología de Presión |
| Tensiometro Móvil | Speldel keller | X | | | X | 19/04/05 | La aguja se encuentra antes del cero | | x | Presión | Metrología de Presión |

| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | COMPONENTE Y MAGNITUD | METROLOGÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | |
| Tensiometro Móvil | Speldel keller | X | | | X | 19/04/05 | La aguja se encuentra antes del cero | | x | Presión | Metrología de Presión |
| Tensiometro Móvil | Speldel keller | X | | | X | 19/04/05 | La aguja se encuentra antes del cero | | x | Presión | Metrología de Presión |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tensiometro Móvil | Speldelkeller | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Presión | Metrología de Presión |
| INSTRUMENTOS DE CARACTERIZACION | | | | | | | | | | | |
| Esfigmomanómetro de pie | Vaumanominer | | x | | x | 19/04/05 | El mercurio se encuentra arriba de cero | | X | Presión | Metrología de presión |
| Microscopio | Reichating | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Longitud (Objetivos) | Metrología de dimensión |
| Autoclave | Ritter | | x | | X | 19/04/05 | | | x | $T^0$ y tiempo | Metrología de $T^0$ y Tiempo |
| Autoclave | Midmark | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Temperatura y Tiempo | Metrología de $T^0$ y Tiempo |
| Freezer (Médico) | Electrolex | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Temperatura | Metrología de $T^0$ |
| Freezer | Electrolex | X | | | X | 19/04/05 | | x | | Temperatura | Metrología de $T^0$ |
| In fotómetro | Midmard | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada | | x | Masa y longitud | Metrología de dimensión, masa |
| Micro centrifuga | Hamilton Bell | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | Metrología de Tiempo |
| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | COMPONENTE Y MAGNITUD | METROLOGÍA |
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | |
| Macro centrifuga | Hamilton Bell | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | Metrología de Tiempo |
| Macro centrifuga | Hamilton Bell | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | Metrología de Tiempo |
| espectrofotómetro | | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Luminosidad | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Refrigerador | General | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |

TABLA 8. INVENTARIO METROLÓGICO DE LA UNIDAD DE SALUD DE ALTAVISTA.

### 3.5.3.4 UNIDAD DE SALUD SANTA LUCÍA

| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | COMPONENTE Y MAGNITUD | METROLOGÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | |
| INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | | | |
| Termómetros TLV (15) | Healthcare | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de $T^0$ |
| Bascula de pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | | x | | Masa | Instrumento de Masa |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bascula de Pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada no esta en cero | | X | Masa | Instrumento de Masa |
| Bascula de Pie | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada | | X | Masa | Instrumento de Masa |
| Bascula de mesa | 2MM | X | | | x | 19/04/05 | Se encuentra descalibrada | X | | Masa | Instrumento de Masa |
| Esfigmomanómetro Móvil | speldelkeller | X | | | x | 19/04/05 | | x | | Presión | Metrología de Presión |
| Tensiometro móvil | speldelkeller | | x | | x | 19/04/05 | Fuera de uso por estar descalibrado | | x | Presión | Metrología de presión |
| Tensiometro Móvil | Speldelkeller | | x | | X | 19/04/05 | La aguja se encuentra antes del cero | | X | Presión | Metrología de Presión |
| Tensiometro Móvil | Speldelkeller | | X | | X | 19/04/05 | La aguja se encuentra antes del cero | | X | Presión | Metrología de Presión |
| Microscopio | LEICA DMS | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Longitud | Metrología de Dimensión |
| Microscopio | LEICA DMS | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Longitud | Metrología de Dimensión |

| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | COMPONENTE Y MAGNITUD | METROLOGÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | |
| Microscopio | LeicaIV | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Longitud | Metrología de Dimensión |
| Microscopio | LeicaIV | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Longitud | Metrología de Dimensión |
| Tensiometro Móvil | Speldelkeller | | x | | X | 19/04/05 | | | X | Presión | Metrología de Presión |
| INSTRUMENTOS DE CARACTERIZACIÓN | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Micro centrifuga | Broke IGCMB | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | Metrología de tiempo |
| Macro centrifuga | Hettish | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Tiempo | Metrología de tiempo |
| Espectrofotómetro | Bachera t | X | | | x | 19/04/05 | | X | | Luminosidad | |
| Refrigerador | Tropigas | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Baño Maria | Imperial IV | X | | | x | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Incubadora | L-Cover | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Rotador | Fisher | X | | | X | 19/04/05 | | X | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| EQUIPO | MARCA | CRITERIO DE USO | | VIÑETA DE CALIBRACION | | FECHA ACTUAL | OBSERVACION | CRITERIO DE CALIBRACION | | COMPONENTE Y MAGNITUD | METROLOGÍA USO |
| | | USO | DESUSO | SI | NO | | | ACEPTADO | | | |
| Olla | Electro | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Autoclave | Steri-dent | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ y Tiempo | Metrología de $T^0$ y tiempo |
| Refrigerador | Cetron | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Freezer | Electrolux | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |
| Freezer | Electrolux | X | | | x | 19/04/05 | | x | | $T^0$ | Metrología de Temperatura |

TABLA 9. INVENTARIO METROLÓGICO DE LA UNIDAD DE SALUD DE SANTA LUCÍA.

## 3.6 DEPURACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS

### 3.6.1. CHECK LIST.

Con el uso del Check List se pudo obtener toda la información acerca de los instrumentos que tiene cada unidad de salud: El estado funcional, las áreas de operación donde se encuentran ubicados en cada unidad de Salud.

Unidad de Salud Alta Vista:
Se encuentra equipada con los instrumentos de área médica: Esfigmomanómetros, Básculas, Termómetros Digitales, Autoclaves, Freezer, Aparatos Respiratorios (Caseros y de compresores), Infantómetros, estetoscopio, otoscopio, oftalmoscopio.

En el área Clínica: Macro centrifuga, Micro centrifuga, Refrigeradores tradicionales, Microscopio, Fotómetros.

Unidad De Salud Santa Lucía:
Instrumentos que contiene la unidad de Salud de San Martín en el área Médica: Esfigmomanómetros, Básculas (de pie, mesa), Infantómetros, termómetros TLV, Autoclaves, Olla de Vapor, Aparatos Respiratorios, estetoscopio, Freezer, refrigeradores.

En el área Clínica: Cronómetros, Micro centrifuga, Macro Centrifuga, Rotador, Agitador, Incubadora, Microscopio, Espectrofotómetro, Baños Maria, Refrigerador.

Unidad De Salud San Martín:
Esta unidad contiene en el área médica los instrumentos: Esfigmomanómetros, básculas (de pie, de mesa), autoclaves, freezer, refrigeradores, aparatos respiratorios (Caseros, y con compresor), termómetros TLV, Horno.
En el área Clínica: Microscopio, Baño Maria, Micro centrifuga, Macro centrifuga, cronometro, Espectrofotómetro, Rotador, Agitador, Incubadora, Cocina Eléctrica.

LAS UNIDADES DE SALUD SE ENCUENTRAN EQUIPADAS DE LA SIGUIENTE FORMA

Dentro de este cuadro se mezclan las dos clases de instrumentos que contienen en las unidades de salud como son: en el área clínica son todos los instrumentos utilizados en los laboratorios para el uso de pruebas; y en el área médica son todos los instrumentos que son utilizados por los médicos para poder diagnosticar.

| INSTRUMENTO | Unidad de Salud San Martín | Unidad de Salud Santa Lucía | Unidad De Salud Alta Vista |
|---|---|---|---|
| Balanzas | 2 | 2 | 5 |
| Esfigmomanómetros | 5 | 5 | 6 |
| Freezer | 2 | 2 | 1 |
| Refrigeradores | 1 | 2 | 2 |
| Nebulizadores | 3 | 4 | 3 |
| Olla | | 1 | |
| Autoclave | 1 | 1 | 2 |
| Termómetros | 5 | 15 | 5 |
| Estetoscopio | | 1 | 5 |
| Oftalmoscopio | | | 2 |
| Cronometro | 1 | 1 | |
| Microcentrífuga | 1 | 1 | 1 |
| Macrocentrífuga | 1 | 1 | 2 |
| Microscopio | 2 | 4 | 1 |
| Rotador | 2 | 1 | |
| Incubadora | 1 | 1 | |
| EQUIPO | Unidad de Salud San Martín | Unidad de Salud Santa Lucía | Unidad De Salud Alta Vista |
| Agitador | 1 | 1 | |
| Espectrofotómetro | 2 | 1 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Baño Maria | 1 | 1 | |
| Horno | 1 | | |
| Infantómetro | | 1 | 1 |
| Cocina Eléctrica | 1 | | |
| Oftalmoscopio | | | 1 |
| TOTAL | 33 | 46 | 38 |

TABLA 10. REPRESENTACION DE LOS INTRUMENTOS EN LAS UNIDADES DE SALUD

Los siguientes diagramas muestran una comparación de la cantidad de instrumentos médicos de cada unidad de salud y cuántos se encuentran funcionando.

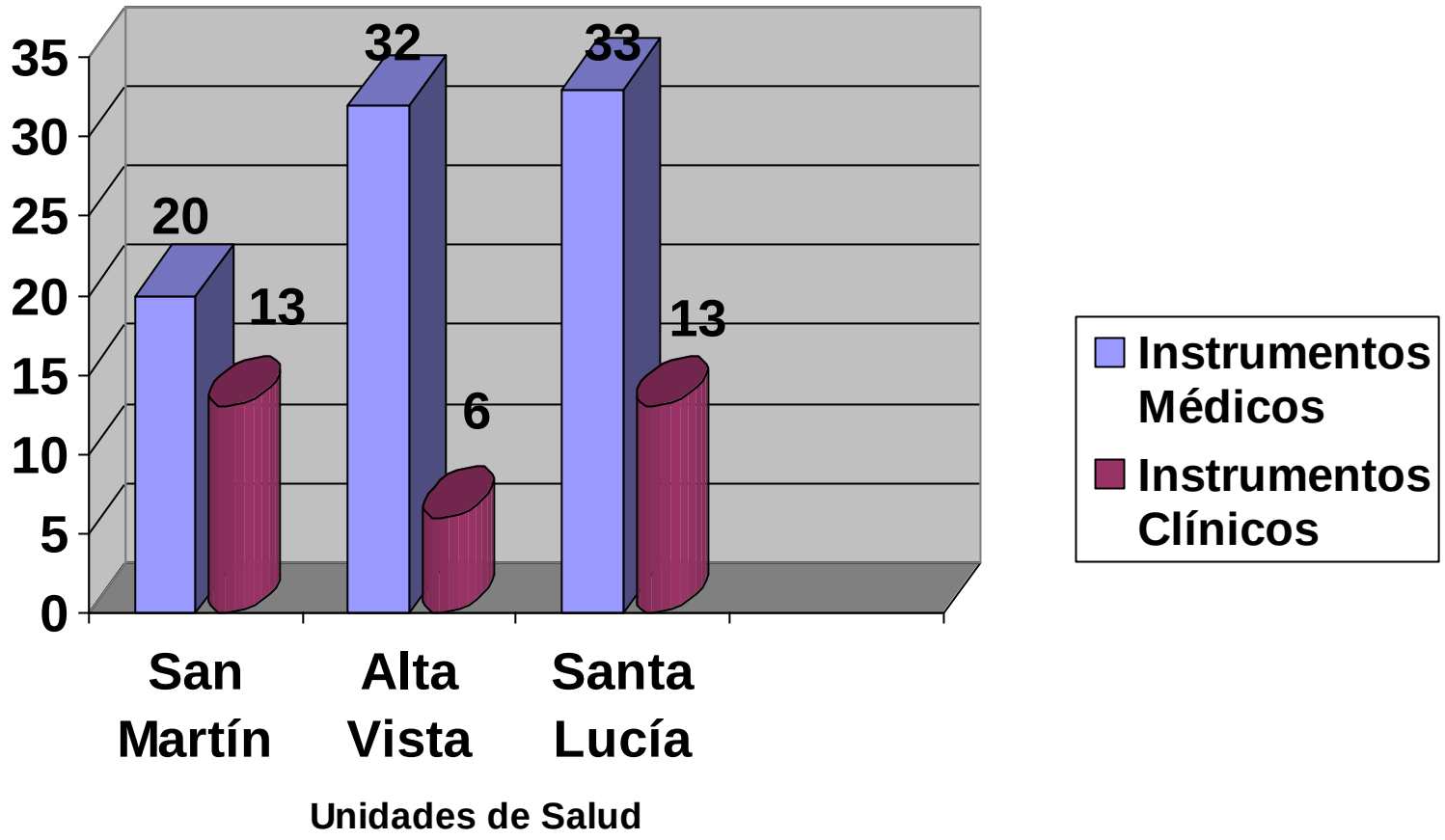



DIAGRAMA 8. COMPARACIÓN DE LA CANTIDAD INSTRUMENTOS EN CADA UNIDAD DE SALUD.

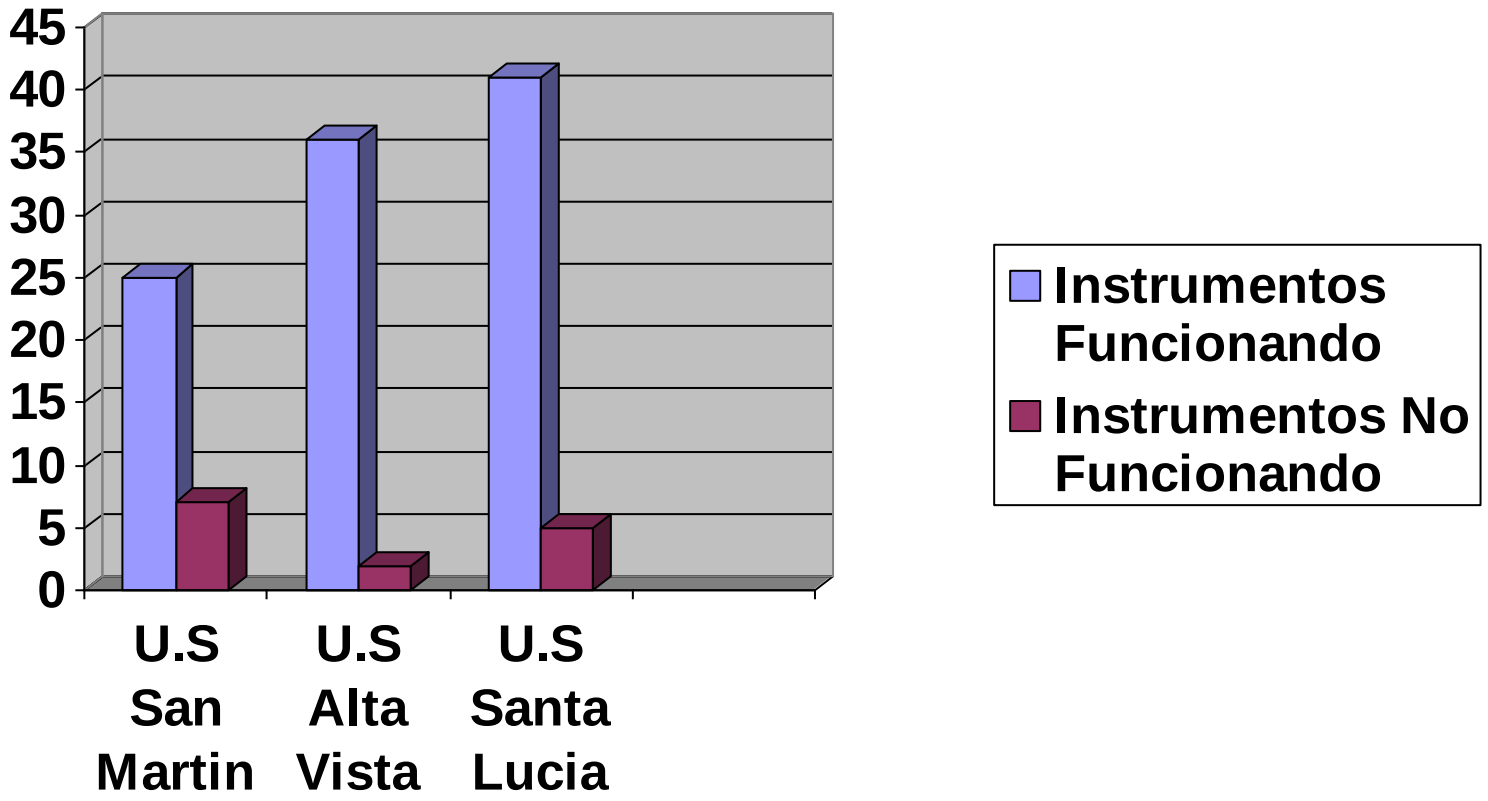



DIAGRAMA 9. Representación de los instrumentos funcionando y no funcionando en las unidades de Salud.

### 3.6.2 TÉCNICA DE INVENTARIO METROLÓGICO

Con esta técnica se logró obtener la depuración de todos los instrumentos de medición que se pueden calibrar y los que no se pueden calibrar, al mismo tiempo los instrumento de caracterización donde se define las magnitudes de las componentes a calibrar ya que para tomar este criterio es necesario la observación y verificación de todos los instrumentos que sean de medición y que con ellos se obtenga una magnitud.

UNIDAD DE SALUD SAN MARTÍN:

Instrumentos de Medición:
Esfigmomanómetros, básculas (de pie, de mesa), Microscopio, cronometro, termómetros TLV.
Instrumentos de Caracterización:
Autoclaves, freezer, refrigeradores, Baño Maria, Micro centrifuga, Macro centrifuga, Espectrofotómetro, Rotador, Incubadora

UNIDAD DE SALUD ALTA VISTA:

Instrumentos de Medición:
Esfigmomanómetros, Básculas, Microscopio, Termómetros TLV
Instrumentos de Caracterización:
Autoclaves, Freezer, Infantómetros, Macrocentrífuga, Microcentrífuga, Refrigeradores, Espectrofotómetro.

UNIDAD DE SALUD SANTA LUCÍA:

Instrumentos de Medición:
Esfigmomanómetros, Básculas (de pie, mesa), Cronómetros

Instrumentos de Caracterización:

Infantómetros, Autoclaves, Olla de Vapor, Aparatos Respiratorios, Freezer, Refrigeradores, Micro centrifuga, Macro Centrifuga, Rotador, Incubadora, Microscopio, Espectrofotómetro, Baños Maria.

El total son 117 instrumentos, que se encuentran en las tres unidades en estudio; y se dividen dos áreas: Médica y Clínica.

En el siguiente gráfico se visualizan el total de los instrumentos que están en uso y los que no están en uso, de las tres unidades: Santa Lucía, San Martín y Alta vista.

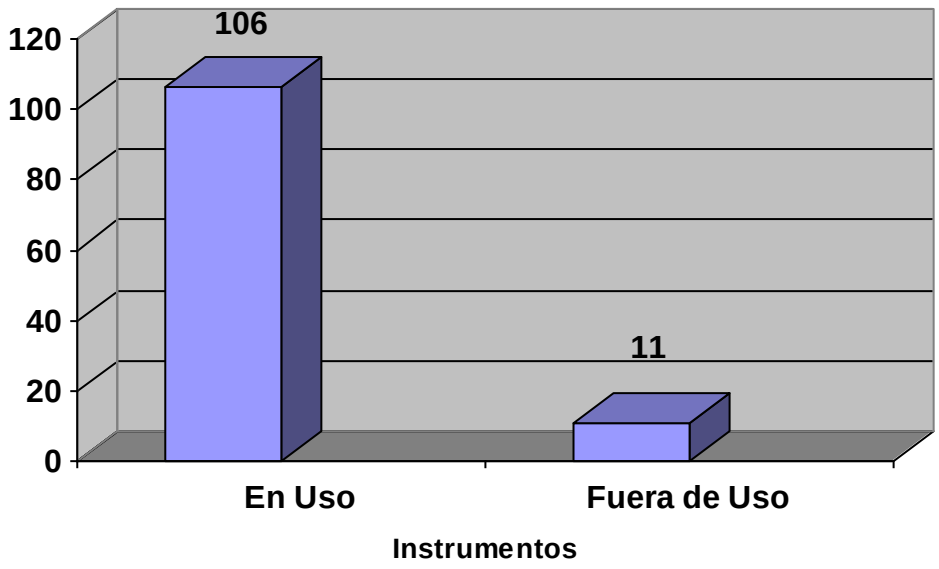



DIAGRAMA 10. INSTRUMENTOS EN USO Y FUERA DE USO DENTRO DE LAS TRES UNIDADES DE SALUD.

3.6.3 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS.

Con la aplicación del check list y la técnica del inventario metrológico, se pueden determinar: Instrumentos que pueden ser calibrados, los que no se pueden calibrar y los instrumentos de caracterización, así también, el estado funcional en que se encuentran.

Son 117 instrumentos en total que se utilizan dentro de las unidades de salud en estudio, de los cuales el 51.28%, que representa 60 instrumentos, son calibrables y el 17.95%, que representa 21 instrumentos, no se pueden calibrar, debido a que son instrumentos que no leen ninguna magnitud para calibrar, y el 30.77% que representa 36 instrumentos son de caracterización.

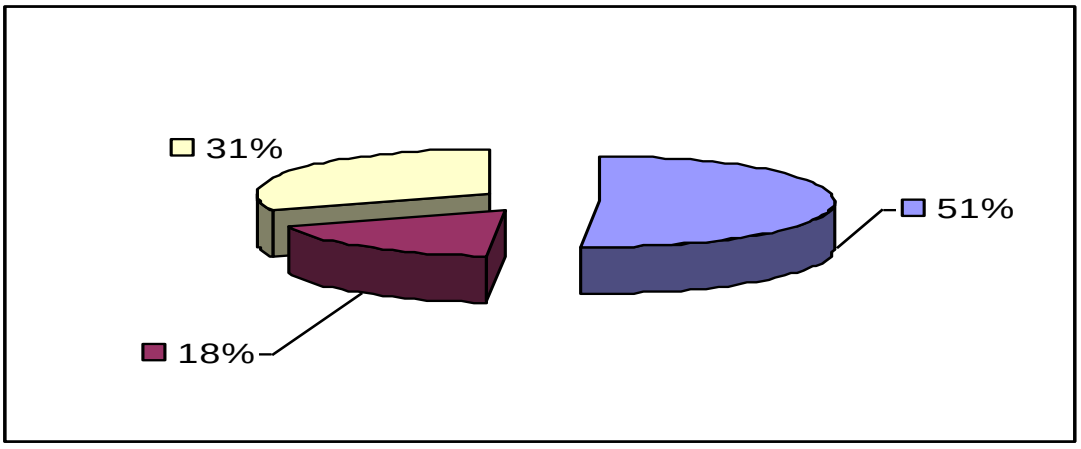



Diagrama 11. Instrumentos médicos, dentro de las unidades de salud, que se calibran, que no se calibran y de caracterización.

UNIDAD DE SALUD DE ALTAVISTA

La unidad de salud Altavista tiene un total de 38 instrumentos, de los cuales el 23,7% (9 instrumentos) se encuentra descalibrado y el 76.3% (29 instrumentos) si se encuentra calibrado.

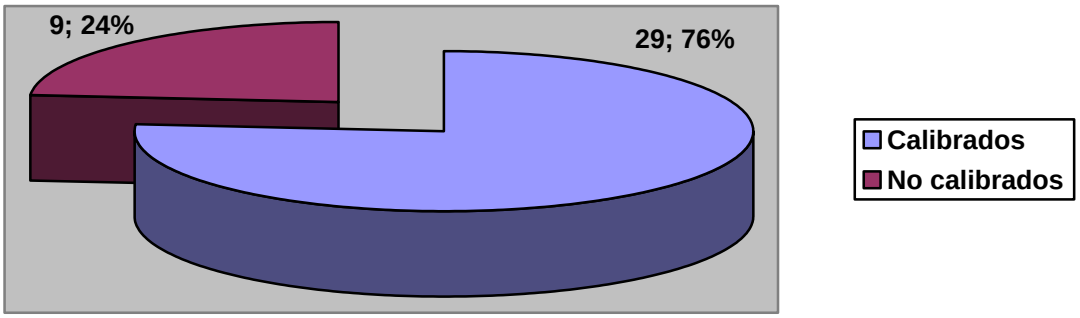



DIAGRAMA 12. INSTRUMENTOS CALIBRADOS Y NO CALIBRADOS DE LA UNIDAD DE SALUD DE ALTAVISTA.

UNIDAD DE SALUD DE SANTA LUCIA

En la Unidad de Salud Santa Lucía se encuentran 46 instrumentos, de los cuales el 13% (6 instrumentos) se encuentra descalibrado y el 87% (40 instrumentos) se encuentran calibrados.

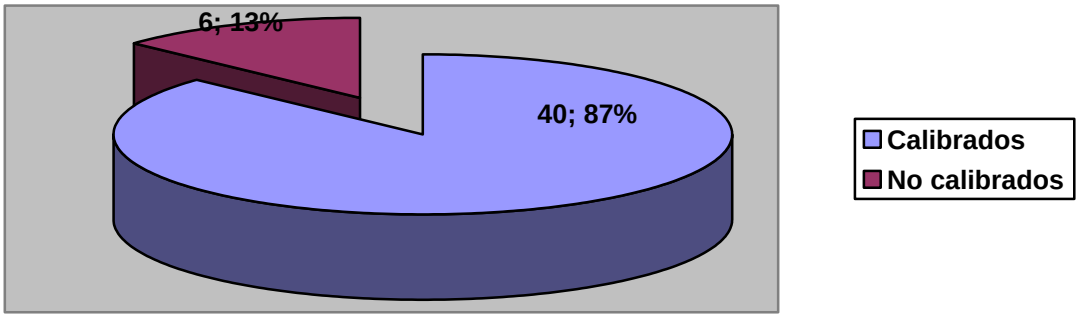



Diagrama 13. Instrumentos Calibrados y No Calibrados de la Unidad de Salud de Santa Lucía.

UNIDAD DE SALUD DE SAN MARTIN

La unidad de salud de San Martín cuenta con 33 instrumentos, de los cuales el 21.2% se encuentran sin calibración y el 78.8% se encuentran calibrados.

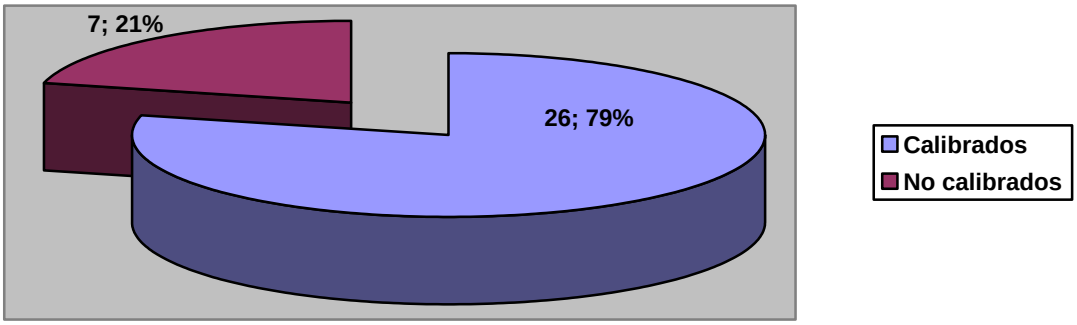



Diagrama 14. Instrumentos Calibrados y No Calibrados de la Unidad de Salud de San Martín.

Con las visitas realizadas a las unidades de Salud, entrevistas con el personal que trabaja en ellas y las aplicaciones de técnicas, se tiene conocimiento que dentro de estas instituciones no existe control de los instrumentos, así también sólo obtienen un mantenimiento correctivo.

Al mismo tiempo al dañarse un equipo por diversas razones las unidades de salud quedan con escasez de recurso; debido a que los talleres toman más importancia a equipo utilizado en los hospitales que en las unidades de salud.

Observando así que dentro de las unidades de salud existen instrumentos que no están calibrados pero se encuentran en uso por el personal y tratan de acoplar los diagnósticos de las personas con margen de la no calibración de los instrumentos, entre los que se pudieron notar que no se encuentran calibrados: Básculas, esfigmomanómetros, infantómetros y rotador.

Dentro de las tres unidades de Salud se observó que ningún instrumento tiene viñetas de calibración y que el tiempo de uso de los instrumentos es el mismo tiempo que tienen las instituciones de estar prestando el servicio.

## 3.8 ANALISIS DEL PROCESO

### 3.8.1 PROCESO BASICO PARA PASAR CONSULTA EN LAS UNIDADES DE SALUD

Este proceso consta de los siguientes pasos:

1. Entrar a lista de pacientes de la unidad de salud respectiva.
2. Tomar los signos vitales en Enfermería (Peso, Presión Arterial, Temperatura)
3. Comprobar las vacunas recibidas, ya que si existe la necesidad de alguna, la persona debe ser vacunada.
4. Ir al consultorio médico indicado.
5. Recibir la atención médica.
6. Finalmente, recoger (o comprar) la medicina en farmacia (interna o externa), si se prescribe receta médica.

Debido al proceso normal que existen en las unidades de salud para recibir asistencia médica, son tomados los puntos críticos, los cuales están evaluados como los puntos más importantes para la decisión del diagnostico de una persona, en los cuales los instrumentos más importantes son: Balanza, esfigmomanómetro, termómetro, refrigerador, freezer y autoclave, ya que con estos toman los signos vitales de las personas, la conservación de vacuna para evitar enfermedades y la esterilización de los instrumentos.

DIAGRAM DE PROCESO BASICO PARA PASAR CONSULTA EN LAS UNIDADES DE SALUD

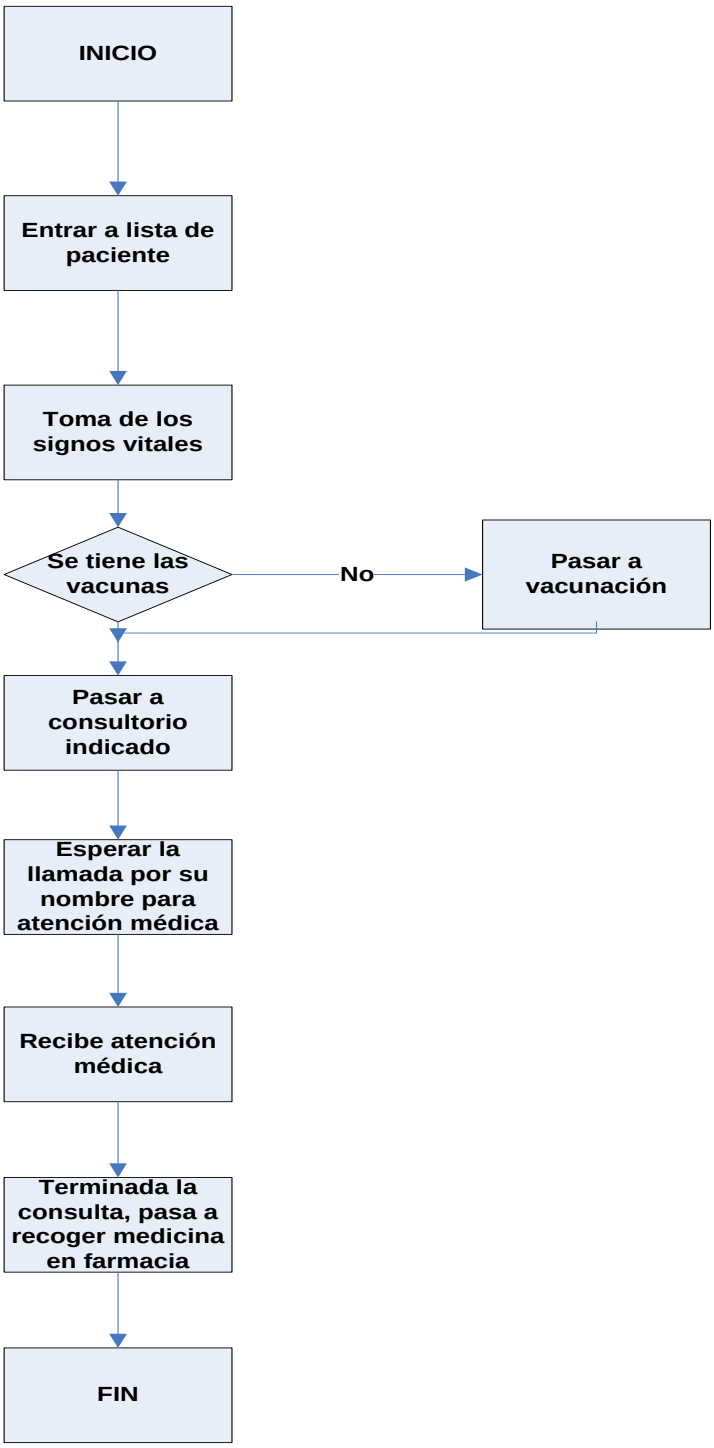



Diagrama 15. Proceso Básico para pasar consulta.

Para proporcionar un servicio básico de salud, son necesarios cinco instrumentos principales:

- Balanza : Peso
- Esfigmomanómetro: Presión Arterial
- Termómetro: Temperatura
- Refrigeradora: Conservación de Material Biológico (vacunas)
- Autoclave: Esterilización de material médico (elimina virus y bacterias)

DIAGRAMA DE TOMA DE SIGNOS VITALES

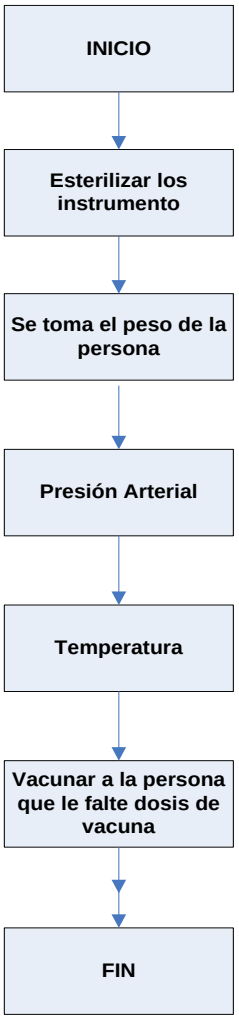



Diagrama 16. Proceso de Signos vitales.

3.8.1.1 INSTRUMENTOS INDISPENSABLES EN EL PROCESO DE CONSULTA

Estos instrumentos son los tomados como puntos críticos en el proceso para el proceso de la consulta.

A continuación, se detallarán los instrumentos médicos indispensables para conocer los signos vitales de las personas, y de esta manera, prescribir medicamentos adecuados, los cuales son necesarios para prestar un mejor servicio básico de salud:

3.8.1.1.1 ESFIGMOMANOMETRO:

Este instrumento sirve para diagnosticar la presión arterial de las personas.

A toda persona mayor de 40 años se le toma la presión arterial, debido a que oscilan en los rangos de presión crítica, y las personas menores de 40 años para realizar un pre-diagnóstico.

Existen dos valores a considerar:

| Valor normal (mmHg) | Tolerancia (mmHg) |
|---|---|
| 110/70 | ± 20 |
| 120/80 | ± 20 |

Tabla 11. Valores normales y tolerancia del esfigmomanómetro.

Estos valores dependen de los siguientes parámetros biológicos:

- Edad
  - Niño
  - Adolescente
  - Adulto
  - Tercera edad.
- Genética:
  - Hombre.
  - Mujer.
- Metabolismo

La Presión Baja se denomina: Hipotensión.

La Presión Alta se denomina: Hipertensión

3.8.1.1.2 BALANZA

Se utiliza dentro del área médica para determinar el peso de las personas. Pueden ser para adultos y para niños.
La balanza para niños tiene un alcance máximo de 15 kg
La balanza para adultos tiene un alcance máximo de 150 kg

El peso ideal de las personas se puede determinar de acuerdo a la estatura y la actividad física de las personas, de la siguiente manera:

Y (cm) * Constante + % = Peso Ideal

En donde:
Estatura: X.Y m
(X= metros - Y=*centimetros*)
Constante = 2.22
%=

- 5% Si la persona tiene una actividad física ligera, por ejemplo: de ciclismo, aeróbicos, o caminata por 20 minutos.
- 10% Si la persona realiza actividad física regular, como por ejemplo: natación por 45 minutos o corre 22 km diariamente.
- 15% Si la persona realiza un entrenamiento físico profesional, por ejemplo: Boxeo, levantamiento de pesas.

Ejemplo:
Si una persona mide 1.57 m de estatura, y además realiza una actividad física ligera, su Peso Ideal aplicando la fórmula es:

Estatura = 1.57 m

0.57*2.22 = 126.54 Libras.

126.54 * 0.05 = 6.32

Peso ideal de la persona = [(0.57*2.22) + (0.57*2.22) (0.05)] = 132.86 lb = 60.3 kg.

El peso ideal se da en libras pero este debe pasarse a kg dividiendo el resultado entre 2.2046.

Tolerancia = (El peso ideal ± 13.5 kg)

Si la persona se encuentra 29 libras arriba de su peso ideal se encuentra en Obesidad, lo cual afecta: Hipertensión, diabetes, artritis, cardíaca, etc.

Si la persona se encuentra 29 libras abajo, se encuentra en Desnutrición que se divide en:

- Desnutrición del 15-25% grado 1, desnutrición leve
- Desnutrición del 30-45% grado 2, desnutrición intermedia
- Desnutrición del 45% en adelante grado 3, esta lleva a la desnutrición severa dando como resultado en paro cardíaco o respiratorio.

3.8.1.1.3 TERMOMETRO

Este instrumento se utiliza para realizar mediciones de temperatura corporal.

Los valores normales de temperatura de la parte del cuerpo de donde se obtenga:

| Parte del cuerpo | Valor normal ( $^0$C) | Tolerancia ( $^0$C) |
|---|---|---|
| Boca | 37.5 | ± 2 |
| Recto | 37 | |
| Axila | 37.8 | |

Tabla 12. Valores normales y tolerancia del termómetro.

Si la temperatura es baja se le denomina Hipotermia, lo cual trae como consecuencia paros cardiovasculares, inconciencia.

Si la temperatura es alta se denomina fiebre, a la cual se le busca su origen como por ejemplo: infecciones, enfermedades neoplasma.

### 3.8.1.2 INSTRUMENTOS DE CARACTERIZACION INDISPENSABLES EN EL PROCESO DE CONSULTA:

#### 3.7.1.2.1 AUTOCLAVE:

Este instrumento sirve para esterilizar material médico o de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura para ello.
Para este instrumento es de suma importancia mantener los valores de 103 kPa y la temperatura de $121^0$C, funcionando este como vapor de agua lo cual si aumentamos la presión aumentamos la temperatura.
Estos parámetros se deben mantener para que el instrumento funcione en óptimas condiciones, es decir; que se puedan esterilizar todos los utensilios médicos necesarios.
Si este parámetro disminuye su valor los utensilios no eliminan las micro bacterias. Y si este parámetro aumenta su valor deteriora los utensilios.

#### 3.7.1.2.2 REFRIGERADORA

Este instrumento se utiliza en las unidades de salud para la conservación del biológico (Vacunas preventivas).
Biológico:

- Hepatitis B
- Tos ferina
- Difteria
- Tétano
- Poliomielitis
- MMR (Papera, Rubéola y Sarampión)
- DPT (Difteria, tos ferina y Tétano)
- Toxoide Tetánico (Control de tétano, exclusiva para las embarazadas)

El biológico debe de estar en los rangos de (+2 a +8)$^0$C en este intervalo debe estar leyendo el termómetro del refrigerador o freezer.
Tolerancia: (5 ± 3)$^0$C

El rango del termómetro puede estar midiendo desde 2 hasta 8 $^0$ C, ya que, dentro de este intervalo, el biológico mantiene su potencialidad. Si la refrigeradora se encuentra arriba de ocho grados Celsius las vacunas se deterioran y si se encuentran debajo de dos grados Celsius se congelan, lo que ocasiona la pérdida del biológico.

## 3.9 CRITERIOS PARA ELECCION DE INTRUMENTOS A CALIBRAR

Estos criterios son con base a calibración:

BALANZA

¿Que se mide?
Se mide el peso de las personas en kg.

¿Qué es lo crítico?
La obesidad y la desnutrición

¿Qué se debe controlar?

| Valor | Tolerancia (kg) | consecuencia |
|---|---|---|
| Peso Ideal | +13.15 | Obesidad |
| Peso ideal | -13.15 | Desnutrición |

¿Cómo se mide?

- Con un juego de masas
- Con una balanza

¿Cuáles son los ciclos de calibración?

Debido a la demanda de pacientes que visitan las unidades de salud, deben ser calibrados cada seis meses.

ESFIGMOMANOMETRO

¿Que se mide?
Se mide la presión arterial de las personas en mmHg

¿Qué es lo crítico?
La hipertensión y la hipotensión

¿Qué se debe controlar?

| Valor (mmHg) | Tolerancia (mmHg) | consecuencia |
|---|---|---|
| 110/70 ó 120/80 | +20 | Hipertensión |
| | - 20 | Hipotensión |

¿Cómo se mide?

- Recipiente metálico rígido con una capacidad de 500 ml
- Un manómetro de referencia
- El generador de la presión con una válvula de descompresión
- Conectores T y mangueras
- Cámara climática

¿Cuáles son los ciclos de calibración?

Debido a la demanda de pacientes que visitan las unidades de salud, deben ser calibrados cada seis meses.

TERMOMETRO

¿Que se mide?

Se mide la temperatura corporal en grados Celsius

¿Qué es lo crítico?

La Fiebre y la hipotermia

¿Qué se debe controlar?

| Valor (º C) | Tolerancia (º C) | Consecuencia |
|---|---|---|
| Anal: 37 | +2 | Fiebre |
| | -2 | Hipotermia |
| Axilar: 37.8 | +2 | Fiebre |
| | -2 | Hipotermia |
| Oral: 37.5 | +2 | Fiebre |
| | -2 | Hipotermia |

¿Cómo se mide?

- Patrón
- Medio (Temperatura Baja – Temperatura Alta)
- Auxiliar (Hidrotermógrafo)

¿Cuáles son los ciclos de calibración?

Debido a la demanda de pacientes que visitan las unidades de salud, deben ser calibrados cada seis meses.

REFRIGERADORES

¿Que se mide?

Se mide la temperatura a la cual deberá estar el biológico

¿Qué es lo crítico?

La pérdida del biológico.

¿Qué se debe controlar?

| Valor ($^0$C) | Tolerancia ($^0$C) | Consecuencia |
|---|---|---|
| 5 | +3 | Arriba o abajo del intervalo se pierde el biológico. |
| | -3 | |

¿Cómo se mide?

Dentro de este equipo lo que se calibra es la temperatura, es decir un termómetro especial que posee la refrigeradora o freezer.

Por lo tanto se mide lo que se utiliza para calibrar un termómetro

- Patrón
- Medio (Temperatura Baja – Temperatura Alta)
- Auxiliar (Hidrotermógrafo)

¿Cuáles son los ciclos de calibración?

Debido a la demanda de pacientes que visitan las unidades de salud, deben ser calibrados cada seis meses.

AUTOCLAVE

¿Que se mide?

Presión y temperatura.

¿Qué es lo crítico?

No eliminar las microbacetrias de los utensilios de las unidades de salud

¿Qué se debe controlar?

Que la presión se mantenga en 103 kPa y la temperatura en $121^0$C

¿Cómo se mide?

En este instrumento se calibra el manómetro y termómetro.

Para manómetro:

- Se utiliza una balanza de peso muerto
- Masas circulares
- Teflón

Para termómetro:

- Patrón
- Medio (Temperatura Baja – Temperatura Alta)
- Auxiliar (Hidrotermógrafo)

¿Cuáles son los ciclos de calibración?

Debido a la demanda de pacientes que visitan las unidades de salud, deben ser calibrados cada seis meses.

A LOS SIGUIENTES INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CARACTERIZACIÓN QUE SE PRESENTAN, SE LES CALIBRARA EL COMPONENTE QUE MIDE LA MAGNITUD DE LA TEMPERATURA, EL CUAL ES COMÚN PARA LOS TRES INSTRUMENTOS SIGUIENTES:

INCUBADORA

Este instrumento médico se utiliza para cultivar las bacterias.

Su rango de operación es el siguiente:

| Valor Normal (º C) | Tolerancia (º C) | Valor Mínimo (º C) | Valor Máximo (º C) |
|---|---|---|---|
| 37 | 1 | 34 | 45 |

Es necesario que el instrumento se mantenga dentro de esos límites para que opere eficientemente, aunque el valor normal dependerá de la técnica que se utilizará.

Si el instrumento opera debajo de 34 º C las bacterias no se cultivan, y si opera arriba de 45º C las bacterias se queman.

BAÑO DE MARIA

Sirve para calentar medios especiales que no pueden ser calentados directamente al fuego.

Su rango de operación es el siguiente:

| Valor Normal (º C) | Tolerancia (º C) | Valor Mínimo (º C) | Valor Máximo (º C) |
|---|---|---|---|
| 37 | 1 | 20 | 60 |

Es necesario que el instrumento se mantenga dentro de esos límites para que opere eficientemente, aunque el valor normal dependerá de la técnica que se utilizará.

Si el instrumento opera debajo de 20 º C existe error en la lectura, y si opera arriba de 60º C las muestras se queman.

HORNO

Sirve para secar instrumentos, muestras y para la eliminación o quema de bacterias.

Su rango de operación es el siguiente:

| Valor Normal (º C) | Tolerancia (º C) | Valor Mínimo (º C) | Valor Máximo (º C) |
|---|---|---|---|
| 300 | 5 | 150 | 500 |

Es necesario que el instrumento se mantenga dentro de esos límites para que opere eficientemente, aunque el valor normal dependerá de la técnica que se utilizará.

Si el instrumento opera debajo de 150 º C no se eliminan o queman las bacterias, y si opera arriba de 500º C las muestras se queman o se quiebran los instrumentos.

## 3.10 DEFINICION DEL PROBLEMA

### 3.10.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El planteamiento del problema se hará por medio de la herramienta del proceso de Diseño (FASE I).

Se determina la caja negra con dos, estados el estado A que es en el estado de la situación actual de las unidades de salud y el estado B que es el estado que se logrará por medio de la propuesta de plan de aseguramiento de las mediciones de las unidades de salud en estudio.

¿Son confiables los resultados obtenidos en el control de la salud de las personas?

¿Se encuentran calibrados los instrumentos médicos?

¿Existe un curso de acción a seguir para asegurar las mediciones?

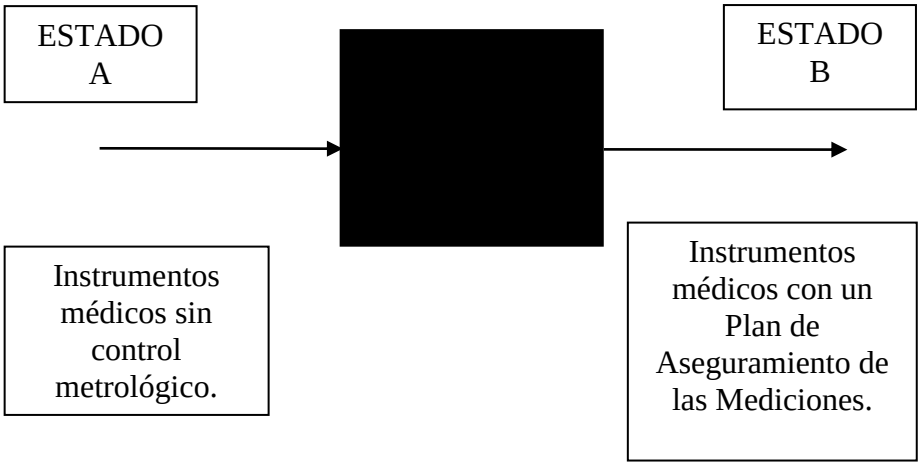



DIAGRAMA 17. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Características del Problema:

Dentro de los centros de salud no existen controles metrológicos: no realizan calibraciones, ajustes metrológicos, no verifican el estado funcional de los instrumentos.

En las unidades de salud, se basan en los signos vitales y la sintomatología presentados por las personas para obtener: Presión arterial, temperatura corporal, peso, tiempo de fecundación (área de clínica), entre otras; con las cuales se puede determinar el diagnostico de las personas. Para los cuales se debe lograr alta exactitud para proporcionar a los pacientes diagnósticos confiables.

### 3.10.2 APLICACIÓN DEL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Esta técnica se ocupará para conocer los inconvenientes que afectan a las unidades de salud, y de esta manera, concretizar mejor el problema.

Para la realización del diagrama causa y efecto es necesario realizar un diagrama de lluvias de ideas, haciéndose por medio de la visita técnicas a las unidades de Salud,

también por medio de las observaciones y entrevistas verbales con el recurso humano para poder determinar el problema.
Dentro de la lluvia de ideas se tomó en cuenta primeramente si el equipo no esta calibrado, cuales son las causas por la que este no este calibrado y que efecto negativo podría tener sobre las mediciones que se toman en las unidades de Salud.

Lográndose generar una lluvia de ideas para detallar las principales dificultades que existen dentro de las unidades de salud. Luego, para tener una mayor panorámica de las causas principales y secundarias del problema, se presenta el Diagrama de Causa y Efecto, el cual nos servirá para identificar el problema dentro de las tres unidades de salud en estudio.

LLUVIA DE IDEAS[42]

DIAGRAMA 18 LLUVIA DE IDEAS

[42]Fuente de Información: Grupo de tesis

DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO[43]

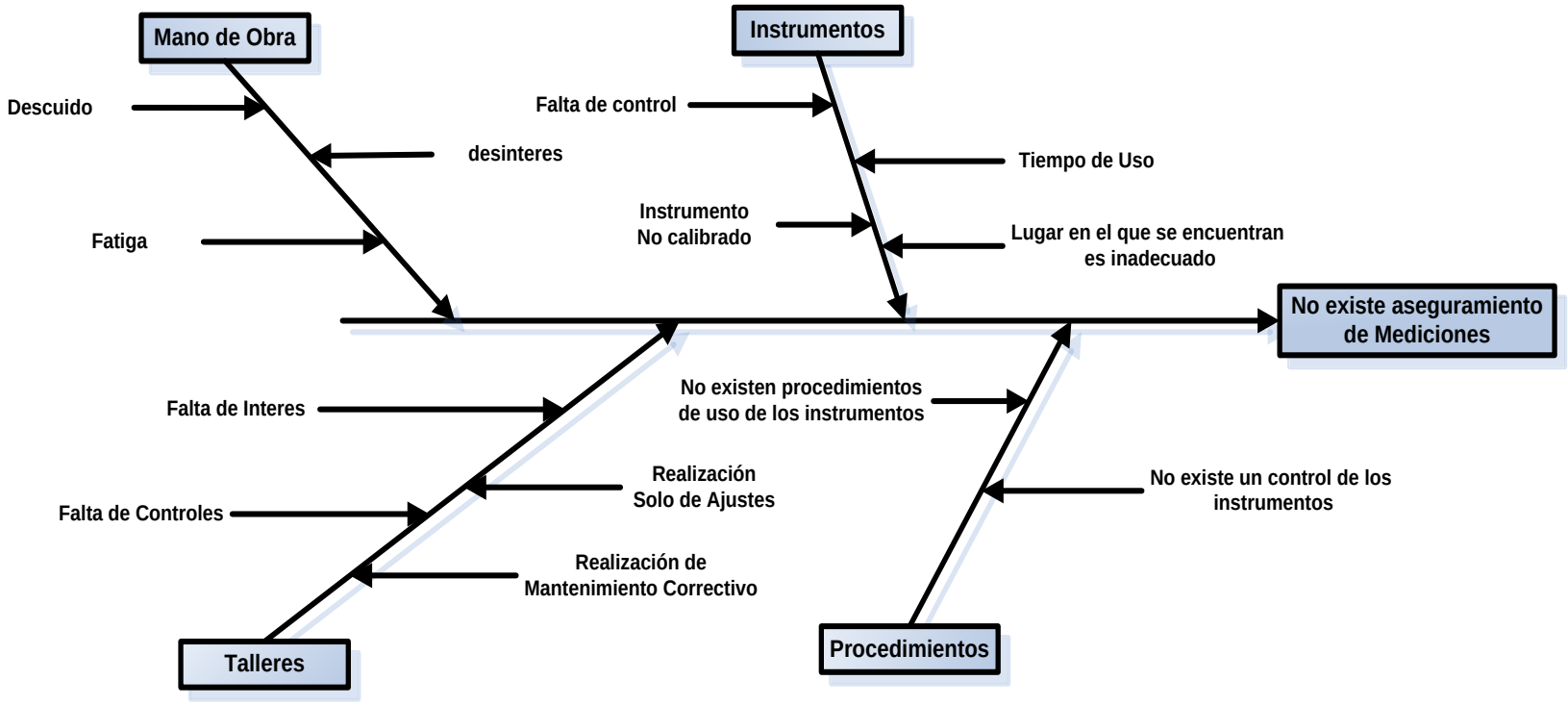
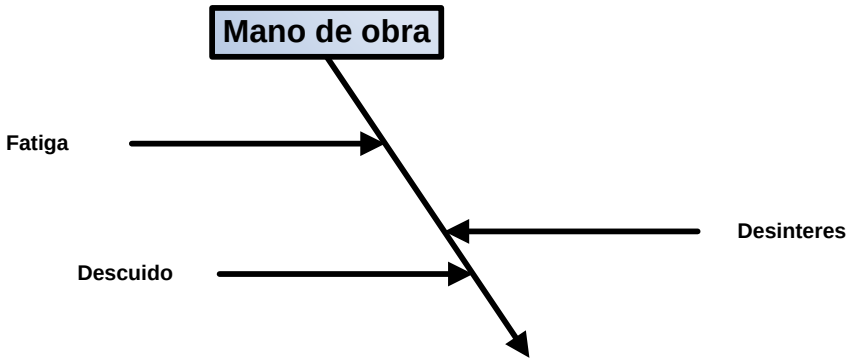



DIAGRAMA 19 CAUSA Y EFECTO

[43]Fuente de Información: Grupo de tesis.

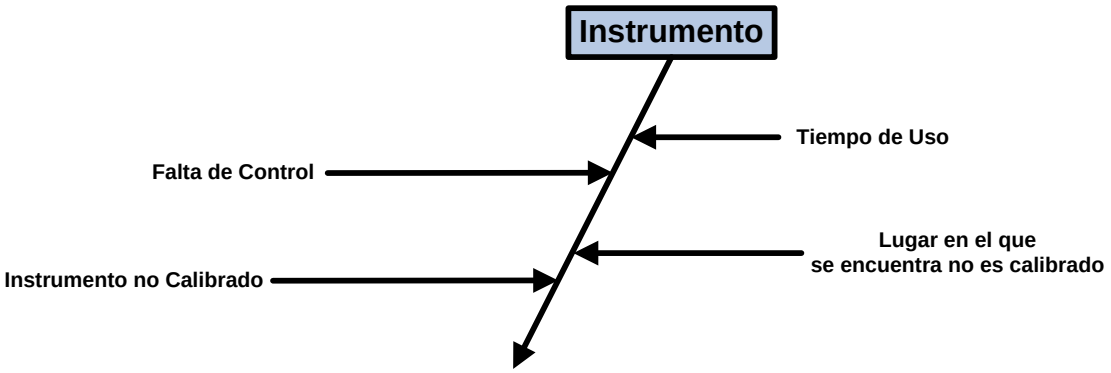
INTERPRETACION DEL DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO

MANO DE OBRA:



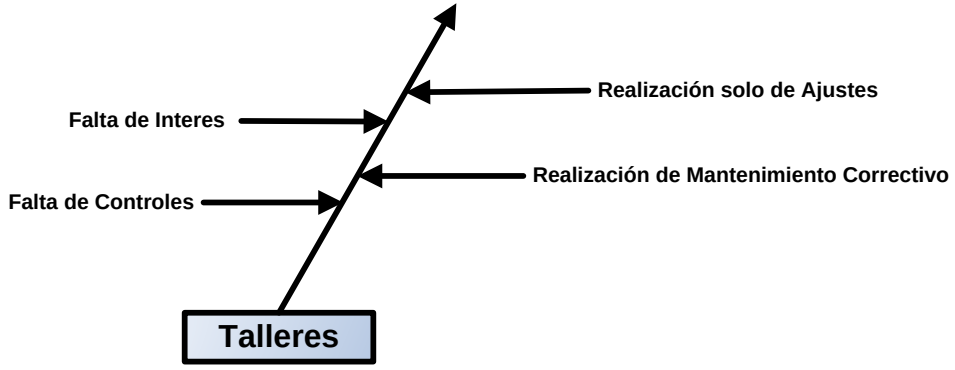

Dentro de esta rama se representan tres efectos de los cuales afectan al problema, todo el personal que manipula el instrumentos se encuentra fatigado debido a la cantidad de la demanda de personas que visitan estas unidades de salud diariamente, el descuido por parte de ella de no colocar el instrumento en un lugar adecuado y el desinterés en el manejo que se le proporciona.

INSTRUMENTOS:



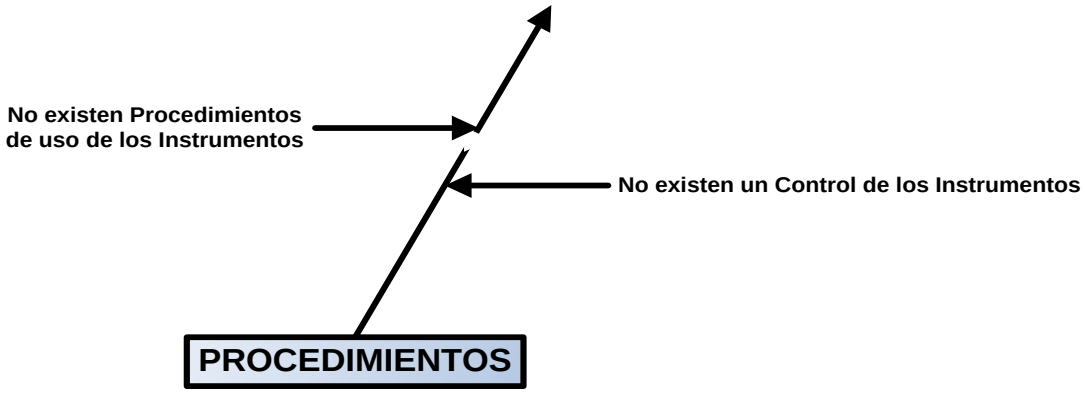
En ella se muestra la falta de control que existe sobre estos instrumentos debido a que no existen formatos de verificación de estos instrumentos, y el lugar en el que se encuentran pueden ser manipulados por todas las personas que visitan estas instituciones, así como también el tiempo de uso de estos instrumentos ya que la mayoría tienen el mismo tiempo que las unidades de prestar servicios, y estos instrumentos no se encuentran calibrados ya que no poseen ninguna viñeta de calibración y al SIBASI-ILOPANGO no le prestan los servicios de calibración.

TALLERES:




En la rama de talleres estos no tienen un control de los instrumentos en las unidades de salud ya que solo le proporcionan mantenimiento correctivo es decir cuando el instrumento falla o se arruina, dentro de este taller solamente le realizan ajustes a los instrumentos, si el instrumento permite la realización del ajuste y la falta de interés que tienen sobre el equipo en no verificarlos cada cierto tiempo.

PROCEDIMIENTOS:




Dentro de las tres unidades de Salud en general no existen procedimientos del uso de los instrumentos por escritos, por lo que hace que las personas lo usen de forma diferente, en ellas no existen procedimientos sobre el control de los instrumentos ni control sobre las mediciones que estos dan lo que ocasiona dar diagnósticos que no se encuentren de acuerdo al estado de salud de las personas.

### 3.10.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Realizado el planteamiento de las dificultades, junto con la aplicación del diagrama causa y efecto, se logran identificar los problemas dentro de los centros de salud:

En las unidades de salud en estudio, no tienen procedimientos de uso de los instrumentos, lo cual se pudo verificar mediante las visitas técnicas realizadas a los centros de salud, ya que cada individuo manipula los instrumentos médicos de acuerdo a sus conocimientos de los estudios realizados; además, con el uso de las herramientas y técnicas se comprobó el estado funcional de los equipos, así también, el recurso humano que labora en las instituciones informó que no existe ningún control sobre los instrumentos médicos, sino que detectan que fallan debido a las mediciones muy diferentes a las normales, comparando las mediciones con otros instrumentos en buen estado.

En resumen, los principales problemas identificados son:

a. No existe control metrológico de los instrumentos.

   - Se determinó por medio de la lista de verificación, ya que desde la primera utilización de los instrumentos hasta la fecha, no se les han realizado calibraciones. Además, por medio de las entrevistas verbales con los responsables de las instituciones se obtuvo que el SIBASI-Ilopango no presta el servicio de calibración a sus equipos.

b. No existe aseguramiento de las mediciones, por lo que se obtienen mediciones erróneas, dando como resultado, diagnósticos de salud equivocados de los pacientes que consultan dichas unidades.
   - Se observó por medio de las visitas técnicas a las unidades de salud que los instrumentos aunque no se encuentren en óptimas condiciones son ocupados en las unidades de salud, acoplando los errores de las mediciones al resultado obtenido, es decir, a la medida obtenida le agregan el error que posee el instrumento. Según las entrevistas realizadas, se debe a que el taller de reparación del SIBASI-Ilopango cuando determina que el instrumento médico es de caracterización, lo relega a un segundo plano; por lo que, el personal de las unidades de salud prefiere ocuparlo con falla, y no quedarse sin recursos para atender a la gran demanda de personas que reciben diariamente.

Un ejemplo de los problemas que existen en las unidades de salud es que las mediciones no van acorde al diagnostico por ejemplo: algunos equipos se encuentran descalibrados y le toman la medida a la persona acoplando el error de la descalibración a la medida tomada, dando así un diagnostico que se no se encuentra acoplado a la realidad del paciente.

## CAPÍTULO IV: PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LAS MEDICIONES EN EL SISTEMA NACIONAL DE SALUD.

En este capítulo se mostrará un plan de aseguramiento de las mediciones de los instrumentos médicos que se utilizan en las unidades de salud, mediante:

Procedimientos de uso, hojas de revisión diaria, protocolos, calendarización de os procesos de calibración de los instrumentos médicos de medición y un análisis cualitativo de la adquisición de equipo médico nuevo y el servicio de calibración de los instrumentos médicos.

Esta propuesta se ha considerado a nivel interno del SIBASI-Ilopango, debido a que a ellos les concierne cubrir todas las carencias que se encuentran en las unidades de salud correspondientes. Además, el MSPYAS proporciona a cada SIBASI su presupuesto, el cual se encarga de distribuirlo, en los centros de salud correspondientes, de acuerdo a sus necesidades.

Para elaborar la propuesta del plan ha sido necesario:

1. Definir los objetivos

   Se especifican los resultados esperados. Son los fines que se persiguen con la propuesta del plan.
2. Realizar un estudio de las unidades de salud.

   Se recopilan datos mediante entrevistas al personal que labora dentro de las unidades de salud y la inspección in situ del estado funcional de los instrumentos médicos.
3. Analizar las unidades de salud.

   Se compila la información recolectada y se obtiene un mejor panorama de la situación actual dentro de las unidades de salud.
4. Identificar los problemas.

   Se identifican los principales problemas que se vinculan a las mediciones que inciden el diagnóstico de las personas.

El Plan se estructura de la siguiente manera:

- ✓ Selección del curso de acción a seguir.

  Se establecen los puntos a seguir y se elaboran los elementos necesarios para alcanzar las metas que se han trazado:

Evaluación de las tres alternativas para el SIBASI-Ilopango

a. Alternativa A Calibración interna donde contempla: Protocolos de calibración (Recolección de datos en una calibración), calibración de los instrumentos (Relación entre los valores de magnitudes indicadas por un instrumento de medición y valores correspondientes determinados por medio de patrones), Viñeta de calibración (Evidencia que un instrumento ha sido calibrado) y los certificados de calibración (Documento que contiene los resultados de la calibración del instrumento.)
b. Alternativa B Calibraciones externas: buscar empresas que presten servicios de calibraciones para los instrumentos.
c. Alternativa C Compra de equipo nuevo.

- Programa de Calibración: Pasos necesarios para la puesta en marcha de la propuesta del plan.
- Guías de Usuario: Para mostrar los procedimientos de uso adecuado y la conservación de los instrumentos calibrados.

✓ Retroalimentación

Complementa la valoración de la propuesta del plan. Por medio de las hojas de revisión se podrá tener un mejor control de los instrumentos médicos y determinar con mayor rigor las irregularidades en las mediciones.

El responsable del equipo técnico del SIBASI-Ilopango debe:

- Proporcionar el seguimiento de la propuesta.
- Administrar los recursos (humano y material).
- Controlar el proceso.
- Operativizar las observaciones.

ESQUEMA DE PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LAS MEDICIONES[44]

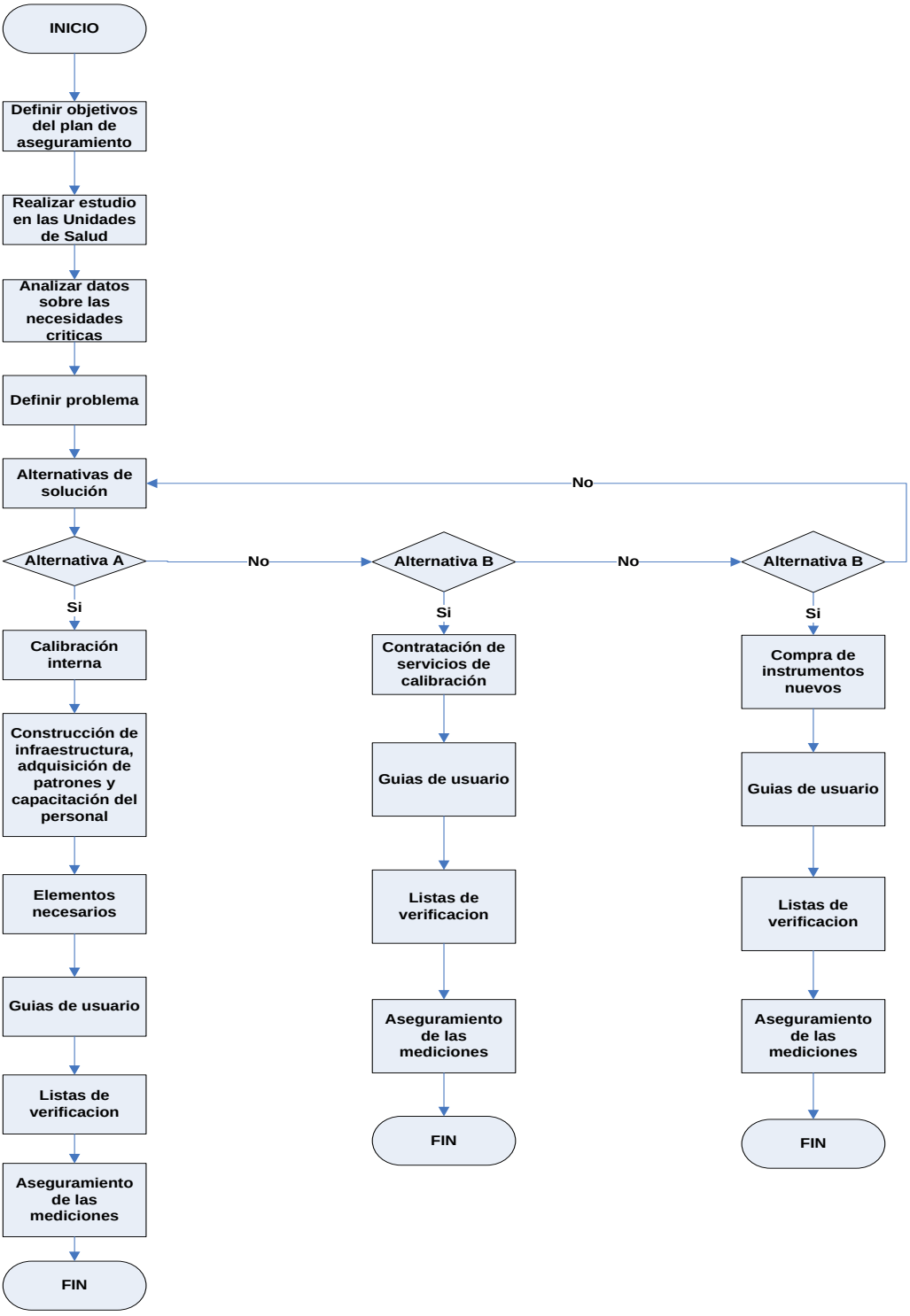



DIAGRAMA 20. Esquema de Plan de aseguramiento de las mediciones

[44]Fuente de Información: Grupo de tesis.

## 4.1 EVALUACION DE LA PROPUESTA:

Para poder evaluar la propuesta se presentan tres alternativas, en las cuales se ha tomado: Si el SIBASI-Ilopango desea realizar las calibraciones de los instrumentos por el personal que labora internamente (ALTERNATIVA A), que las calibraciones se realicen externamente (ALTERNATIVA B), Como ultima opción que el SIBASI prefiera adquirir instrumentos nuevos.

Dentro de cada alternativa se presenta los costos que se obtienen, las ventajas y desventajas, la inversión total que se haría por cada alternativa.

### 4.1.1 ALTERNATIVA A

CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS INTERNAMENTE

En esta alternativa se propone que los SIBASI implanten un laboratorio de metrologia que cumpla con las normas metrológicas, el cual deberá ser manejado por personal interno y dentro de las instalaciones del SIBASI.

Con la implantación de un nuevo laboratorio metrológico el SIBASI debe de comprar patrones para las diferentes magnitudes, construir una infraestructura acorde a la normativa internacional, comprar normas de las magnitudes a calibrar, capacitar al personal que realizará las calibraciones, proporcionar mantenimiento a los patrones e infraestructura, los cuales se detallan a continuación.

En esta alternativa solo se han tomado la calibración de los instrumentos: Esfigmomanómetro, termómetro y balanza debido a que estos representan los puntos críticos dentro del proceso para pasar consulta debido a que es lo esencial para la decisión de un diagnostico y prescripción médica.

#### 4.1.1.1 ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA CALIBRACION INTERNA DE LOS INSTRUMENTOS

##### 4.1.1.1.1 PROTOCOLOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CALIBRACION

Se presenta los protocolos de calibración de los instrumentos seleccionados a calibrar dentro de las unidades de salud, los cuales servirán para llenar en el momento que se realice la calibración.
Los protocolos de calibración sirven para recolectar los datos que se van obteniendo en cada punto a calibrar.

###### 4.1.1.1.1.1 PROTOCOLO DE CALIBRACION DE LA BALANZA.

Repetibilidad:

| Puntos | 50% Alcance Máximo (Instrumento de Pesaje) | 100% Alcance Máximo (Instrumento de Pesaje) |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |

Tabla 13. Formato de protocolo de calibración por repetibilidad de la balanza.

Linealidad:

| Puntos | Ascenso | Descenso |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |

Tabla 14. Formato de protocolo de calibración por Linealidad de la balanza.

#### 4.1.1.1.1.2 PROTOCOLO CALIBRACIÓN DEL ESFIGMOMANÓMETRO

1) Se ajusta, se retira la aguja.
2) Se clasifica el tipo de esfigmomanómetros que existen.
3) Se instala en BPM
4) Linealidad del manómetro:

| | |
|---|---|
| Fecha de realización: | |
| Datos del mensurando: | |
| Datos del patrón: | |
| Condiciones ambientales: | |
| Técnico Responsable: | |

| Valor real o medido por el patrón | Lecturas del instrumento a calibrar | | | | Resultado de la calibración | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Serie1 Ascendente | Serie1 Descendente | Serie2 Ascendente | Serie2 Descendente | Lectura promedio | Error Promedio | Incerti-dumbre |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tabla 15. Formato de calibración del manómetro.

4.1.1.1.1.3 PROTOCOLO DE CALIBRACION DEL TERMÓMETRO

| Puntos | Serie creciente | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lectura del primer patrón | Lectura del termómetro a calibrar | Lectura del segundo patrón | Lectura del termómetro a calibrar | Lectura del primer patrón corregida |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Valores de grados que indican los patrones | Valor de grados de termómetro a calibrar. | Corrección de cada termómetro | Valores de condiciones ambientales |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Tabla 16. Formato de protocolo del termómetro.

4.1.1.1.2 CALIBRACIONES DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS.

4.1.1.1.2.1 CALIBRACION DEL ESFIGMOMANOMETRO[45]

1) Comprobación inicial en tres puntos 1/3, 2/3, y 3/3 del manómetro, previamente a la calibración deberán chequearse tres valores en la parte baja, media y alta del manómetro. Estos datos iniciales nos indicarán como se encuentra el instrumento desde su última calibración y si es necesario su ajuste.
2) Ajustes si fuesen necesarios: Esta secuencia deberá realizarse, siempre previa consulta al usuario, cuando los valores indicados por el instrumento sean mayores a los permitidos según sea su tolerancia o clase, o cuando los errores encontrados sean superiores a unos limites establecido.

[45] Fuente de información: procedimiento ME-003

3) Calibración: Es la calibración propiamente dicha se debe aplicar siempre después de la primera secuencia o de la segunda, si el cliente ha autorizado el ajuste.

Una vez desperezado el manómetro y definidos los puntos de calibración se procederá a calibrar el instrumento.

Con el generador o bomba manual se irá generando presión hasta alcanzar un valor cercano al primer punto definido de presión a continuación con el regulador se ajustará la presión hasta que la lectura del patrón sea la deseada.

La lectura del manómetro se realizará vibrando ligeramente el instrumento para evitar errores producidos por fricciones mecánicas.

La medida será valida siempre que el sistema sea estable y no se observen saltos o variaciones en las indicaciones del patrón e instrumento.

Se repetirá este paso con los siguientes puntos de calibración, siempre aumentando la presión hasta llegar al valor máximo definido.

El mismo proceso se realizará, pero ahora en sentido de presiones decrecientes hasta llegar al cero del manómetro.

Se realizará la lectura del cero y se volverá a iniciar el ciclo.

Se realizarán dos series de medidas siguiendo los ciclos definidos anteriormente: creciente y decreciente, con lo cual obtendremos 4 valores por punto de calibración, cantidad que se estima suficiente para la mayoría de instrumentos de este tipo.

#### 4.1.1.1.2.2 CALIBRACIÓN DE LOS TERMÓMETROS[46].

1) Secuencia de las operaciones objeto del procedimiento: En general, durante la calibración, las medidas de la temperatura se harán cuando el baño de líquido de temperatura controlada se encuentre estable y uniforme, lo que debe comprobarse en cada punto de calibración.

2) Debe asegurarse una profundidad de inmersión adecuada del termómetro a calibrar y los patrones. Si no fuera posible introducir el termómetro a calibrar a inmersión total en el baño se realizarán correcciones por columna emergente[47].
3) Se determinará el coeficiente de presión externa en el caso de termómetros de alta precisión, con división menor de $0,05^0$C.

4) Calibración del termómetro en los puntos elegidos empezando por el punto más bajo de la escala.

CALIBRACION:

Se comienza la calibración con la medida del Punto Triple del Agua (0,01 $^0$C), si este valor no estuviese incluido en la escala se medirá el de temperatura más baja. Se debe procurar que ni los patrones ni los termómetros a calibrar toquen el fondo a las paredes del baño. Se deben situar en la zona caracterizada del baño en uniformidad y a veces puede ser útil utilizar un homogeneizador para ganar en uniformidad en temperatura.

La calibración se realizará en puntos de temperaturas crecientes que cubran como minino el 80% de la escala para comprobar si el baño está lo suficientemente estable, es conveniente registrar la lectura de uno de los patrones.

[46] Fuente de información: Procedimiento TH-004

[47] Columna Emergente: columna que se encuentra sobre el nivel de la columna del baño del otro líquido.

El proceso de lectura que se repetirá para cada punto de calibración consiste en:

1) Lectura del primer patrón corregida según certificado.

2) Lectura del termómetro a calibrar utilizando el sistema óptimo e intentando separar cada división de escala del termómetro en al menos cinco partes.
3) Lectura del segundo patrón, corregida según certificado.
4) Lectura del termómetro a calibrar.

Para cada punto de calibración se anotarán los siguientes datos:

Los valores en grados que indican los patrones primero y segundo, corregidas según certificado.

El valor en grados que indica el termómetro a calibrar.

La corrección de cada termómetro, la corrección en el punto de calibración será la diferencia entre la medida de la lectura de los patrones y la media en las indicadas por el termómetro a calibrar.

$C = (t_1+t_2/2)- t_x$

Donde:

C = Corrección

$t_1$ = termómetro patrón 1

$t_2$ = Termómetro patrón 2

Los valores de las condiciones ambientales.

Los resultados de la calibración se indicarán en una tabla donde aparezca para cada punto de calibración.

Numero de grados de columna emergente N

Temperatura de la columna emergente medida con el termómetro Faden, $t_e$

Se calcula la corrección por columna emergente, $C_{ip}$

$C_{ip}= N (t_{ref} - t_e) K$

K = coeficiente de dilatación relativa.

#### 4.1.1.1.2.3 CALIBRACIÓN DE LAS BALANZAS[48]

Pruebas que se realizan a las básculas:

- Excentricidad

- Repetibilidad
- Linealidad

EXCENTRICIDAD:

Es la prueba que consiste en el procedimiento de sensar la báscula en 6 puntos diferentes una pesa que comprenda 1/3 del alcance máximo de la balanza.

Se calcula así:

$E_E = R_{max} - R_{menor}$

Donde R es el valor de la lectura tomada del receptor de la carga.

REPETIBILIDAD

Consiste en sensar en un mismo punto el 50% y el 100% del alcance máximo de la balanza.

La repetibilidad se calcula así:

$$\sigma = \sqrt{\Sigma = (X_i - X)^2 / n}$$

σ = Repetibilidad

$X_I$ = lecturas obtenidas

X = promedio de las lecturas

n = número de lecturas

[48] Fuente de Información: CENAM, Manual de buenas prácticas de laboratorio

LINEALIDAD

Es la prueba más importante, y consiste en hacer una prueba donde se sensa la balanza en orden de 10% en 10% hasta llegar al 100%.

Se calcula así:

| $V_n$ | % | Ascenso (A) | Descenso (D) | $V_m$= (A+D)/2 | L=\|Vn-Vm\| |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | | | | |
| | 20 | | | | |
| | 30 | | | | |
| | 40 | | | | |
| | 50 | | | | |
| | 60 | | | | |
| | 70 | | | | |
| | 80 | | | | |
| | 90 | | | | |
| | 100 | | | | |

Tabla 17. Tabla para obtener valores de calibración

4.1.1.1.3 DISEÑO DE VIÑETA DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICADO DE CALIBRACION

4.1.1.1.3.1 DISEÑO DE UNA VIÑETA DE CALIBRACIÓN (Ver anexo 4.3, Pág. 271).

La viñeta es la evidencia de que el instrumento ha sido calibrado.

Según nuestro criterio debe de poseer los siguientes datos:

- Código
- Fecha de calibración
- Fecha sugerida de la próxima de calibración
- Iniciales del responsable
- La palabra: CALIBRADO

Nota: puede ser vertical u horizontal.

4.1.1.1.3.2 DISEÑO DE UN CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN (Ver anexo 4.4 Pág. 272).

Debe poseer la siguiente información:

- Generalidades del Cliente.
- Generalidades del Mensurando.
- Procedimiento o Normativa en que se basa la calibración.
- Resultados de calibración.
- Trazabilidad vigente.
- Firma del Responsible.

4.1.1.1.3.2.1 USO DE LOS CERTIFICADOS DE CALIBRACION[49]

Esta nota se refiere a los documentos que contienen los resultados de la calibración de un instrumento. El resultado de una calibración es la relación entre las lecturas de un instrumento y los valores indicados por un patrón.

Es posible que estos instrumentos, una vez calibrados, se usen para calibrar otros, en cuyo caso los instrumentos calibrados tendrán a su vez la función de patrones.

1. Contenido de los certificados

El contenido de los certificados de calibración está prescrito en la cláusula 5.10 de la norma NMX-17025-IMNC: 2000 [1], que, en términos generales, incluye:

a. la identificación del instrumento bajo calibración.

b. la identificación del poseedor del instrumento.

c. los resultados de la calibración, compuestos esencialmente por:

[53] Fuente de Información: www.cenam.mx. Publicaciones

Los errores de medición de las lecturas del instrumento respecto a los valores indicados del patrón, y la incertidumbre de tales errores (la información sobre los errores y sus incertidumbres puede presentarse en forma de tablas, gráficas o ecuaciones).

d. las condiciones relevantes observadas durante la calibración, el método de Calibración, en ocasiones el origen de la trazabilidad.
e. información que avala su validez, limitaciones y advertencias.
Aún cuando un certificado de calibración no incluye obligatoriamente la verificación del cumplimiento con un requisito, frecuentemente los emisores incluyen resultados de verificación con respecto a normas, reglamentos o especificaciones. Debe notarse que tales requisitos pueden ser establecidos por el propio usuario del instrumento y por lo tanto el laboratorio de calibración no dispone generalmente de tal información.

2. Beneficios para el usuario:

a. Correcciones
El principal beneficio para un usuario, es usar la información sobre el error de medición de las lecturas del instrumento en relación al patrón para corregirlas, y asegurar su trazabilidad con una incertidumbre apropiada. Si esta información no se aprovecha, obviamente el costo de la calibración se convierte en un dispendio. Cuando no es práctico corregir cada lectura con los resultados de la calibración, debe aumentarse la incertidumbre de las mediciones correspondientemente.

b. Incertidumbre
El resultado de una medición es incompleto sin la expresión de su incertidumbre. El usuario debe estimar la incertidumbre de su medición considerando las contribuciones pertinentes, en las cuales debe incluir necesariamente la proveniente de la calibración, tomada del certificad, y combinarlas apropiadamente.

c. Evidencia de calibración
El certificado de calibración constituye una evidencia que demuestra que el instrumento ha sido calibrado, útil en aquellos esquemas, como ISO 9000, en los que la calibración de los instrumentos de medición es un requisito. Desafortunadamente, éste es el único uso que frecuentemente se da a los certificados de calibración y se

ignoran los demás, siendo por lo tanto muy alta la relación costo / beneficio para el usuario.

d. Evidencia de trazabilidad

Un certificado de calibración también constituye una evidencia de la trazabilidad de los resultados de calibración, trazabilidad que se trasladaría a las mediciones del usuario si se le asocia la respectiva incertidumbre. Esta evidencia usualmente está soportada en la declaración del laboratorio de calibración. Cuando el laboratorio está acreditado, el soporte de dicha declaración se amplía al respaldo del sistema de acreditación.

3. Precauciones al usar un certificado de calibración.

Un certificado de calibración comunica los resultados de la calibración obtenidos bajo las condiciones en el laboratorio de calibración y mediante los procedimientos del mismo. Por tanto, estrictamente los resultados sólo son válidos bajo estas circunstancias. Sin embargo, para fines prácticos se considera que los resultados siguen siendo válidos por un lapso que depende de las características del instrumento y el uso.

4. Definiciones

Calibración: Conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un aparato o sistema de medición o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud realizada por los patrones.

Patrón: Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad, o uno o varios valores conocidos de una magnitud, para servir de referencia.

Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o de un patrón, tal que ésta pueda ser relacionada a referencias determinadas, generalmente patrones

nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas incertidumbres determinadas.
Incertidumbre: Parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente ser atribuidos al mensurando.

Error de medición: El resultado numérico de una medición menos un valor verdadero del mensurando.

#### 4.1.1.1.4 PROGRAMA DE CALIBRACION DE LOS INSTRUMENTOS[50]

Para la realización del programa de calibración se tomaron en cuenta las recomendaciones de la norma OIML D-10, la cual muestra métodos para poder realizar calibraciones dentro de instituciones, para el cual es necesario:

1) Calibrar los instrumentos.
2) Los instrumentos que se encuentren dentro de la calibración fuera de límite deben descartarse y obtener instrumentos nuevos.
3) Para realizar calibraciones se debe de tomar en cuenta la tolerancia y especificaciones del fabricante.

[50] Fuente de Información: OIML D-10

4) La primera calibración se hará con base en los valores que presenta el fabricante.

Dada la vida útil y el uso, los instrumentos médicos de las unidades de salud, según nuestro criterio, deben ser calibrados cada seis meses; ya la demanda de pacientes dentro de las unidades de salud es muy alta y los instrumentos médicos son utilizados diariamente.

Con el siguiente formato se podrá establecer el tiempo de calibración, tomando en cuenta que, con base al primer instrumento de cada tipo que sea calibrado, ellos

compararán las mediciones realizadas con los restantes, y de esta manera, determinarán el tiempo que les darán a cada uno para ser calibrado.

Si el instrumento se encuentra en un criterio de funcionamiento aceptable, y su periodo de calibración estimado ha terminado, se puede dar un intervalo de un mes más para ser calibrado.

4.1.1.1.4.1 FORMATO DE PROGRAMA DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS MÉDICOS

| CÓDIGO | TOLERANCIA | MEDICIÓN CON INSTRUMENTO PATRÓN | CON INSTRUMENTO A | CRITERIO | | PERIODO ESTIMADO | FECHA DE ÚLTIMA CALIBRACIÓN | FECHA ACTUAL | PERIODO SUGERIDO | RESPONSABLE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ACEPTADO | NO ACEPTADO | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Tabla 18. Formato para programa de calibración de los instrumentos.

#### 4.1.1.1.5 EVALUACIÓN DE COSTOS DE LA ALTERNATIVA

COSTOS DE PATRONES

Temperatura

| Patrón | Costo | |
|---|---|---|
| | SPRT | TLV |
| Termómetro Patrón | $2000 | $325 |
| Lector de termómetro | $1500 | |
| Baño Hidrostático | $500 | |
| Total | 4000 | 325 |

Balanzas

| Patrón | Costo |
|---|---|
| 1g-5kg | $4000 |
| 5,10,20kg | $5000 |
| 3 (50kg) | $4000 |
| Total | 13000 |

Esfigmomanómetro

| Patrones | Costo US($) |
|---|---|
| Recipiente metálico rígido con una capacidad de 500 ml | 75 |
| Un manómetro de referencia | 350 |
| El generador de la presión con una válvula de descompresión | 700 |
| Conectores T y mangueras | 10 |
| Total | 1135 |

Costos de Normativas

| Patrones | Costo US($) |
|---|---|
| Masas | 12 |
| Temperatura | 20 |
| Esfigmomanómetros | 15 |
| Manómetros | 15 |
| Total | 62 |

COSTOS DE RECALIBRACIÓN (MANTENIMIENTO)

Enviando los patrones a México a recalibrar

| Patrones | Costo |
|---|---|
| Juego de masa | $3000 |
| Presión | $10000 |
| Temperatura | $3000 |
| Total | 16000 |

Costos de Infraestructura

| Infraestructura | Costo |
|---|---|
| Construcción y asilamiento | $11000 |
| Correcto emplazamiento | $360 |
| Aire acondicionado | $400*4 (c/u) |
| Pintura | $600 |
| Mantenimiento al año | $1500 |
| Total | 15060 |

Costos de capacitación del personal

Estos costos se reflejan por persona

| Área | Costo | | Duración |
|---|---|---|---|
| | Básico ($) | Fase 2 ($) | |
| Masa y balanzas | 125 | 500 | 16 horas + pasantillas |
| Presión | 100 | 500 | 18 horas + pasantillas |
| Temperatura | 150 | 500 | 16 horas + pasantillas |

Inversión Total:

| | COSTO $ |
|---|---|
| Patrones de Temperatura | 2325 |
| Patrones de Balanza | 13000 |
| Patrones de Esfigmomanómetro | 1135 |
| Normas de Calibración | 62 |
| Mantenimiento | 16000 |
| Infraestructura | 15060 |
| Capacitaciones | 1375 |
| Total | 48957 |

### 4.1.1.1.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ALTERNATIVA A

Ventajas:

- Calibración de los instrumentos con mayor rapidez.
- Realización de las calibraciones por el mismo personal que labora en el SIBASI.

Desventajas:

- Alta Inversión Inicial
- Tiempo de implantación
- Tiempo de Capacitación del personal
- Tiempo de Certificación

- Inversión de mantenimiento al año de infraestructura y patrones

### 4.1.2 ALTERNATIVA B

CALIBRAR INSTRUMENTOS MÉDICOS EXTERNAMENTE

En esta alternativa el SIBASI contratará una empresa externa para que le preste los servicios de calibración de los instrumentos que estas poseen.

Contratación de los Servicios de Calibración

Precios de los Proveedores[51]

Se presenta la Comparación de Precios de los proveedores nacionales e internacionales del Servicio de Calibración en las áreas de: Presión, Temperatura, Tiempo, Balanzas.

#### 4.1.2.1 COSTOS DE LA ALTERNATIVA B

Presión

| LABORATORIO | PAIS | COSTO (US $) |
|---|---|---|
| Aragón Valencia & Asoc. | El Salvador | 35 |
| Caltechnix | México | 350 |
| CEI | Panamá | 245 |
| CENAM | México | 520 |
| CONACYT | El Salvador | 40 |
| INDECOPI | Perú | 400 |
| INTI | Argentina | 400 |
| SIC | Colombia | 500 |
| Universidad Don Bosco | El Salvador | 50 |

Tabla 19. Precios de los servicios de calibración para instrumentos de presión.

[51] Fuente de información: Laboratorios de Metrología indicados.

Temperatura

| LABORATORIO | PAIS | COSTO (US $) |
|---|---|---|
| Aragón Valencia & Asoc. | El Salvador | 45 |
| Caltechnix | México | --- |
| CEI | Panamá | 225 |
| CENAM | México | 326 |
| CONACYT | El Salvador | 23 |
| INDECOPI | Perú | 300 |
| INTI | Argentina | 240 |
| SIC | Colombia | 300 |
| Universidad Don Bosco | El Salvador | 60 |

Tabla 20. Precios de servicios de calibración para instrumentos de temperatura.

Básculas

| LABORATORIO | PAIS | COSTO (US $) |
|---|---|---|
| Aragón Valencia & Asoc. | El Salvador | --- |
| Caltechnix | México | |
| CEI | Panamá | --- |
| CENAM | México | 330 |
| CONACYT | El Salvador | 92 |
| INDECOPI | Perú | |
| INTI | Argentina | --- |
| SIC | Colombia | --- |
| Universidad Don Bosco | El Salvador | 70 |

Tabla 21. Precios de servicios de calibración para básculas.

Inversión total de calibración de los instrumento con CONACYT:

| | COSTO $ |
|---|---|
| Calibración de una balanza | 92 |
| Calibración de un termómetro | 23 |
| Calibración de un manómetro | 40 |
| Total | 155 |

Inversión total de calibración de los instrumento con UDB:

| | COSTO $ |
|---|---|
| Calibración de una balanza | 70 |
| Calibración de un termómetro | 60 |
| Calibración de un esfigmomanómetro | 50 |
| Total | 180 |

4.1.2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ALTERNATIVA B

Ventajas:

- Calibración de los instrumentos por personal técnico capacitado.
- Precios de recalibración por instrumentos bajo
- Inversión baja.
- Evita contratación de personal interno
- No incurren en gastos por capacitación
- Las calibraciones se realizan en el lugar donde se encuentra el instrumento.
- Gastos de calibración cada seis meses, sin incurrir en otros gastos (mantenimiento de infraestructuras, patrones de calibración, entre otros).

Desventajas:

- Tiempo de calibración lento.
- Espera de los instrumentos de calibración.

### 4.1.3 ALTERNATIVA C

COMPRA DE INSTRUMENTOS MÉDICOS NUEVOS

En esta alternativa se detalla los precio de los instrumentos médicos nuevos para que el SIBASI los adquiera nuevo cada vez que los instrumentos se descalibren.

#### 4.1.3.1 COSTOS

| INSTRUMENTO | MARCA | MODELO | PRECIO | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ELECTRO-LAB (US $) | HOSPIMEDIC (US $) | IMDIA (US $) |
| Báscula Mecánica con tallímetro | GEAL - METER | 402kl | 323.00 | 299.45 | 350.00 S/t. 275.00 |
| Tensiómetro | PRESTIGE | 70 | 40 | 35.00 | 30.00 |
| Termómetro de Líquido en Vidrio (LIV - Hg) Orales (desechables) | Healthcare | | 0.79 | --- | 1.75 |
| Microscopio | LW | M2P | 1,582.00 | 750.00 | 1,100.00 |

Tabla 22. Presentación de los precios de instrumentos nuevos.

#### 4.1.3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ALTERNATIVA C

Ventajas:

- Adquisión de instrumentos nuevos y calibrados.
- Vida útil y tiempo de uso mayores.

Desventajas:

- Costos elevados por compra de instrumentos médicos nuevos.
- El traslado de los instrumentos puede dañar la calibración.
- Sumar el precio de calibración más el precio del instrumento nuevo.

Inversión total de la adquisición de nuevo equipo: 275+30+1.75 = 306.75

Al adquirir un instrumento nuevo siempre se incurre en el costo por calibración cada seis meses para que este se encuentre en óptimas condiciones.

Comparación de los costos de las alternativas:

| ALTERNATIVA | COSTO $ |
|---|---|
| ALTERNATIVA A | 48957 |
| ALTERNATIVA B | 180 ó 155 |
| ALTERNATIVA C | 306.75 |

La evaluación cualitativa de las alternativas fue presentada en términos de ventajas y desventajas respectivas. Las cuales llevan a determinar que: La alternativa factible es la alternativa B, ya que cuenta con la calibración de los instrumentos externos, es decir la búsqueda de empresas que presten los servicios de calibración con capacidad técnica competitiva.

## 4.2 FORMATOS DE HOJAS DE REVISIÓN DIARIA DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS.

Para tener un mejor control de los instrumentos médicos, se han elaborado hojas de revisión las cuales deberán ser completadas diariamente, cuando el instrumento se entregue al final de la jornada laboral.

A los instrumentos se les han asignado códigos que faciliten su identificación.

Las hojas de revisión se llenarán de la siguiente manera:

1. Colocar el código que le corresponde a cada instrumento y su correlación.
2. De las casillas 2 a la 6, colocar el símbolo: ✓ para conocer las condiciones del instrumento.
3. Escribir el tiempo de uso de los instrumentos (años y meses)
4. Colocar el símbolo: ✓ en SI o NO para conocer su funcionamiento.
5. Escribir la lectura que mida el instrumento.
6. Escribir la fecha en la que se revisa el instrumento.
7. Escribir la fecha de la última calibración del instrumento.
8. Escribir la fecha sugerida para la próxima calibración.
9. Colocar el símbolo: ✓ en SI o NO para determinar si necesita calibrarse (después de verificar todos los datos obtenidos).
10. Escribir el área de operación del instrumento médico
11. Escribir observaciones, si existen, el encargado hará el monitoreo necesario para ser cumplidas. Deberá operativizarlas de acuerdo a la factibilidad.

### 4.2.1 FORMATOS DE HOJA DE REVISION DIARIA DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CALIBRACION

Los instrumentos médicos de calibración se identificarán por:

1. Poseer las iniciales: IMD (INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CALIBRACION)
2. Seguidas de un número, que sirve para diferenciarlos.

Códigos de los IMD

1. IMD1 BÁSCULAS
2. IMD2 ESFIGMOMANÓMETRO
3. IMD3 TERMÓMETRO

Tomando en cuenta, que si dentro de las unidades de salud poseen más de un instrumento del mismo tipo, se hará lo siguiente:

Si existen 2 básculas:
La primera báscula será: IMD1.1
La segunda báscula será: IMD1.2

HOJA DE REVISION DIARIA PARA LAS BALANZAS (IMD1)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere limpieza | Requiere Ajuste | Requiere Lubricación | Pieza Suelta | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Ultima Fecha de Calibración | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 23. Formato de hoja de revisión diaria de las balanzas.

HOJA DE REVISION DIARIA DE ESFIGMOMANÓMETROS (IMD2)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Ajuste | Aguja en Cero | Pieza Suelta | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Ultima Fecha de Calibración | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 24. Formato de hoja de revisión diaria de las Esfigmomanómetros.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL TERMÓMETRO (IMD3)

| CODIGO | Buenas Condiciones | columna de Hg en cero | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Última Fecha de Calibración | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 25. Formato de hoja de revisión diaria de los termómetros.

#### 4.2.1.1 FORMATOS DE HOJA DE REVISION DIARIA DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CARACTERIZACIÓN.

Los instrumentos médicos de caracterización se identificarán por:

1. Poseen las iniciales: IMC (INSTRUMENTOS MÉDICOS DE CARACTERIZACION)
2. Seguidas de un número, que sirve para diferenciarlos.

    1. IMC1 NEBULIZADORES.
    2. IMC 2 AUTOCLAVE.
    3. IMC 3 ESPECTROFOTOMETRO.
    4. IMC 4 BAÑO DE MARIA.
    5. IMC 5 INCUBADORA.
    6. IMC6 HORNO
    7. IMC7 MACROCENTRÍFUGA
    8. IMC8 MICROCENTRÍFUGA
    9. IMC9 REFRIGERADOR
    10. IMC10 FREEZER
    11. IMC11 ROTADOR.
    12. IMD4 CRONÓMETRO
    13. IMD5 MICROSCOPIO

Tomando en cuenta, que si dentro de las unidades de salud poseen más de un instrumento del mismo tipo, se hará lo siguiente:
Si existen 2 autoclaves:
El primer autoclave será: IMC2.1
El segundo autoclave será: IMC2.2

HOJA DE REVISION DIARIA DE NEBULIZADOR (IMC1)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 26. Formato de hoja de revisión diaria del Nebulizador.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL AUTOCLAVE (IMC2)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Estado Magnitud (Presión) | | Estado Magnitud ($T^0$) | | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Ultima Fecha de Calibración | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | B | M | B | M | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 27. Formato de hoja de revisión diaria del Autoclave.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL ESPECTROFOTÓMETRO (IMC3)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Ultima Fecha de Calibración | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 28. Formato de hoja de revisión diaria del espectrofotómetro.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL BAÑO DE MARÍA (IMC4)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Estado Magnitud ($T^0$) | | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | de | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | B | M | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 29. Formato de hoja de revisión diaria del baño de maría.

HOJA DE REVISION DIARIA DE LA INCUBADORA (IMC5)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Estado Magnitud ($T^0$) | | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | de | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | B | M | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 30. Formato de hoja de revisión diaria de la incubadora.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL HORNO (IMC6)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Estado Magnitud ($T^0$) | | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | de | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | B | M | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 31. Formato de hoja de revisión diaria del horno.

HOJA DE REVISION DIARIA DE LA MICROCENTRÍFUGA (IMC7)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Ultima Fecha de Calibración | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 32. Formato de hoja de revisión diaria de la Microcentrífuga.

HOJA DE REVISION DIARIA DE LA MACROCENTRÍFUGA (IMC8)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Ultima Fecha de Calibración | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 33. Formato de hoja de revisión diaria de la macrocentrífuga.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL REFRIGERADOR (IMC9)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Estado Magnitud ($T^0$) | | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | de | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | B | M | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 34. Formato de hoja de revisión diaria del refrigerador.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL FREEZER (IMC10)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Estado Magnitud ($T^0$) | | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | de | Fecha de Recalibración | Necesita Calibración | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | B | M | Años | Meses | Si | No | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 35. Formato de hoja de revisión diaria del freezer.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL ROTADOR (IMC11)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Limpieza | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 36. Formato de hoja de revisión diaria del rotador.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL CRONÓMETRO (IMD4)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Aguja en cero | Pieza Suelta | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 37. Formato de hoja de revisión diaria del cronometro.

HOJA DE REVISION DIARIA DEL MICROSCOPIO (IMD5)

| CODIGO | Buenas Condiciones | Requiere Lubricación | Requiere Reemplazo | Tiempo De Uso | | Funciona | | Lectura | Fecha Actual | Área de Operación | Responsable | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Años | Meses | Si | No | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Tabla 38. Formato de hoja de revisión diaria del microscopio.

## 4.3 GUÍAS DE USUARIO DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS.

A continuación, se han diseñado, con el fin de presentar al personal que labora dentro de las instituciones de salud, los pasos a seguir para la manipulación de los instrumentos médicos, las condiciones en las que se deben conservar para mantenerlos en buen estado funcional.

La guía de usuario para cada instrumento utilizado en la unidad de salud, ya sea en el área de consultorio como en el área del laboratorio clínico, las cuales se divide en cinco partes importantes:

- Figura
- Partes que lo conforman.
- Procedimiento de uso.
- Condiciones de uso y conservación.
- Flujograma de Procedimiento de uso.

# GUÍA DE USUARIO
# DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS
# UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD.

Elaborado Por:
Jorge Alvarez
Mónica Molina

Aprobado Por:

ÍNDICE


| CAPITULO | CONTENIDO | PAG. |
|---|---|---|
| | INDICE | 2 |
| 1 | BÁSCULA | 6 |
| 1.1 | Partes de la báscula | 6 |
| 1.2 | Procedimiento de uso de la báscula | 7 |
| 1.3 | Condiciones de la báscula | 8 |
| 1.4 | Flujograma de procedimiento de uso de la báscula | 9 |
| 2 | ESFIGMOMANÓMETRO | 10 |
| 2.1 | Partes del esfigmomanómetro | 10 |
| 2.2 | Procedimiento de uso | 11 |
| 2.3 | Condiciones del esfigmomanómetro | 12 |
| 2.4 | Flujograma de procedimiento de uso | 13 |
| 3. | TERMÓMETRO | 14 |
| 3.1 | Partes del Termómetro | 14 |
| 3.2 | Procedimiento de uso | 15 |
| 3.3 | Condiciones del termómetro | 16 |
| 3.4 | Flujograma de procedimiento de uso | 17 |
| 4 | CRONÓMETRO | 18 |
| 4.1 | Partes del Cronómetro | 18 |




GUÍA DE USUARIO
DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS
EN LAS UNIDADES DE SALUD

INDICE


| CAPITULO | CONTENIDO | PAG. |
|---|---|---|
| 4.2 | Procedimiento de uso | 19 |
| 4.3 | Condiciones del cronómetro | 19 |
| 4.4 | Flujograma de procedimiento de uso | 20 |
| 5 | MICROSCOPIO | 21 |
| 5.1 | Partes del microscopio | 22 |
| 5.2 | Procedimiento de uso | 22 |
| 5.3 | Condiciones del microscopio | 25 |
| 5.4 | Flujograma del procedimiento del microscopio | 27 |
| 6 | ESPECTROFOTÓMETRO | 28 |
| 6.1 | Partes del espectrofotómetros | 28 |
| 6.2 | Procedimiento de uso | 29 |
| 6.3 | Condiciones del espectrofotómetro | 30 |
| 6.4 | Flujograma de procedimiento de uso | 31 |
| 7 | MICROCENTRÍFUGA | 32 |
| 7.1 | Partes de la Microcentrífuga | 32 |
| 7.2 | Procedimiento de uso | 33 |
| 7.3 | Condiciones de la Microcentrífuga | 34 |
| 7.4 | Flujograma del procedimiento de uso | 36 |
| 8 | MACROCENTRÍFUGA | 37 |
| 8.1 | Partes de la Macrocentrífuga | 37 |

INDICE


| CAPITULO | CONTENIDO | PAG. |
|---|---|---|
| 8.2 | Procedimiento de uso | 38 |
| 8.3 | Condiciones de la Macrocentrífuga | 39 |
| 8.4 | Flujograma del procedimiento de uso | 41 |
| 9 | ROTADOR | 42 |
| 9.1 | Partes del rotador | 42 |
| 9.2 | Procedimiento de uso | 43 |
| 9.3 | Condiciones del Rotador | 43 |
| 9.4 | Flujograma de procedimiento de uso del rotador | 45 |
| 10 | FREEZER Y REFRIGERADORA | 46 |
| 10.1 | Freezer | 46 |
| 10.1.1 | Partes del Freezer | 46 |
| 10.2 | Refrigeradora | 47 |
| 10.2.1 | Partes de la Refrigeradora | 47 |
| 10.3 | Procedimiento de uso del freezer y Refrigeradora | 48 |
| 10.4 | Condiciones del Freezer y la Refrigeradora | 48 |
| 10.5 | Flujograma de procedimientos de la Refrigeradora y Freezer | 49 |
| 11 | NEBULIZADOR | 50 |
| 11.1 | Partes del Nebulizador | 51 |
| 11.2 | Procedimientos de Uso | 51 |
| 11.3 | Condiciones del Nebulizador | 52 |
| 11.4 | Flujograma de procedimiento de uso | 53 |
| 12 | AUTOCLAVE | 54 |
| 12.1 | Partes del Autoclave | 54 |
| 12.2 | Procedimiento de Uso | 55 |
| 12.3 | Condiciones del Autoclave | 57 |
| 12.4 | Flujograma de procedimiento de uso | 60 |
| 13 | INCUBADORA | 61 |
| 13.1 | Parte de la Incubadora | 61 |

INDICE


| CAPITULO | CONTENIDO | PAG. |
|---|---|---|
| 13.2 | Procedimiento de Uso | 62 |
| 13.3 | Condiciones de la Incubadora | 62 |
| 13.4 | Flujograma de procedimiento de uso | 63 |
| 14 | BAÑO DE MARIA | 64 |
| 14.1 | Partes del Baño de Maria | 64 |
| 14.2 | Procedimiento de Uso | 65 |
| 14.3 | Condiciones del Baño de Maria | 65 |
| 14.4 | Flujograma de procedimiento de uso del Baño de Maria. | 66 |
| 15 | HORNO | 67 |
| 15.1 | Partes del Horno | 67 |
| 15.2 | Procedimiento de Uso | 68 |
| 15.3 | Condiciones del Horno | 69 |
| 15.4 | Flujograma de procedimiento de uso del Horno | 70 |

1. BÁSCULA

Diagrama 1. Báscula utilizada en las unidades de salud.

## 1.1 PARTES DE LA BÁSCULA

1 Base: sirve para sostener a las personas paradas y determinar el peso.

2 Contrapeso: son las pesas corredizas que se utilizan para poder obtener la medida de peso de las personas.

3 Brazo: se encuentra la escala de medición.

4 Tornillo: se utiliza para ajustar la báscula.

5 Aguja: determina si la báscula se encuentra en cero, y si se ha obtenido el peso correspondiente a los pacientes.

## 1.2 PROCEDIMIENTO DE USO DE LABÁSCULA

En el uso de las básculas se deben seguir los siguientes pasos para tener un aseguramiento de las mediciones de peso, que se toman con las básculas dentro de las unidades de salud:

1. Observar si la báscula se encuentra en cero.
2. Limpiar el área y proteger la base.
3. Verificar que el paciente se quite los zapatos.
4. Subir al paciente a la base.
5. Mover la pesa mayor, (si es mayor que 50 kg)
6. Mover la pesa menor (1,2,3,4,…,50 kg)
7. Si el peso medido es mayor que el peso de la persona, la aguja indicadora baja el nivel. Luego, si el peso medido es menor, la aguja indicadora sube el nivel.
8. Realizar la lectura cuando la aguja indicadora se encuentre en cero, sumando los valores que indican las pesas.

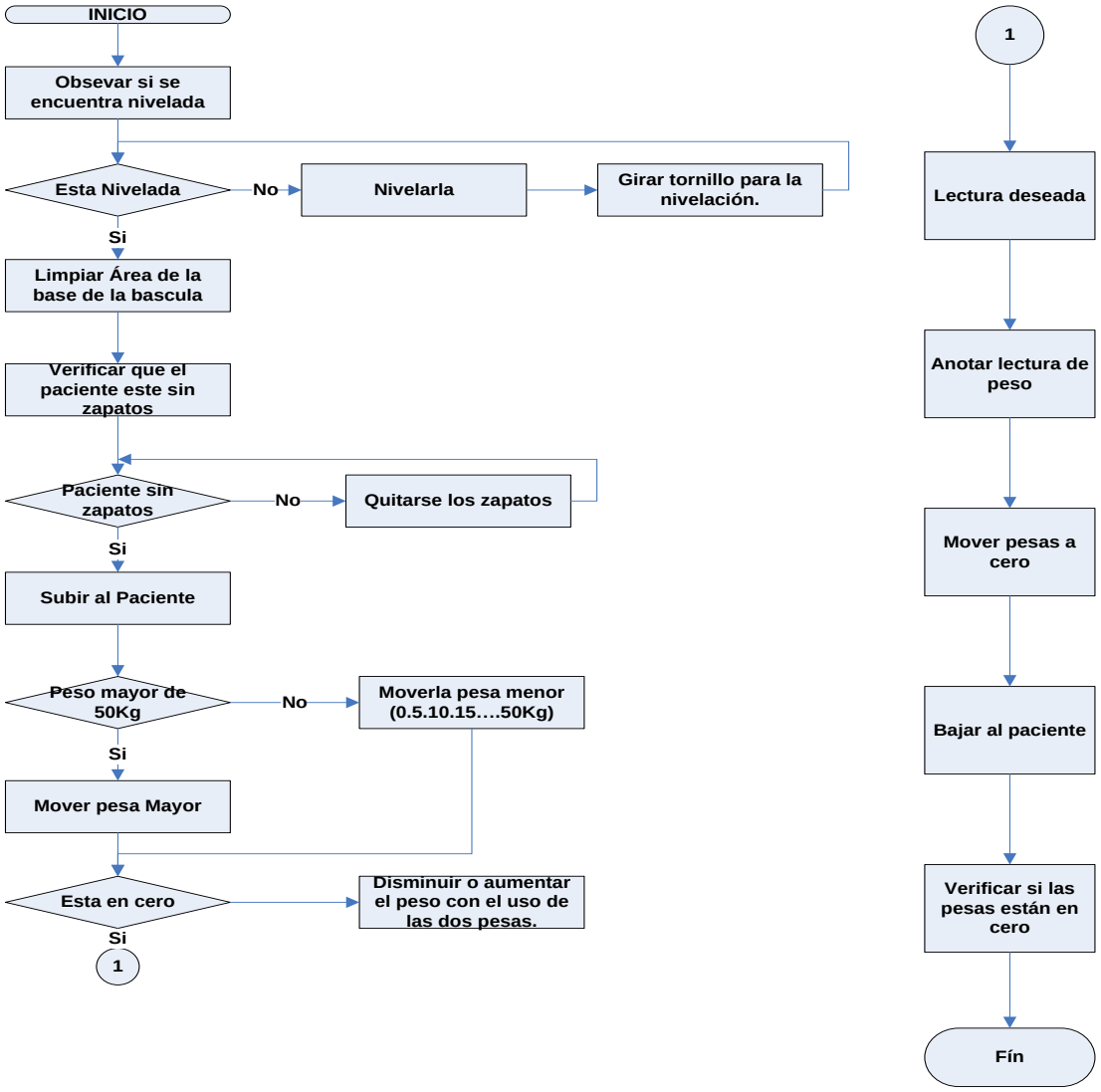
9. Bajar al paciente de la base.
10. Ubicar las dos pesas en cero, para tomar el siguiente peso y por protección a la báscula.

## 1.3 CONDICIONES DE LA BÁSCULA

- Colocarla en las esquinas de la habitación para evitar vibraciones.
- No colocarla cerca de acondicionadores de aire o aparatos con ventiladores
- No colocarla al lado de puertas.
- Asegurar que el sistema esté en cero.
- No exponerla a rayos solares.
- Mantenerla lejos de ambientes húmedos.
- Colocarla en una superficie plana.

Fecha de Creación:
Octubre 2005

## 1.4 FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE LA BÁSCULA




| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

## 2. ESFIGMOMANÓMETRO

Esfigmomanómetro de pie

Esfigmomanómetro Móvil

Diagrama 2. Esfigmomanómetros utilizados en las unidades de salud en estudio.

### 2.1 PARTES DEL ESFIGMOMANÓMETRO

1. Manómetro de presión: Mide la presión.
2. Brazalete: Rodea el brazo y obtiene el pulso.
3. Tornillo: Abre y cierra la perilla.
4. Perilla: Infla el brazalete.

## 2.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL ESFIGMOMANÓMETRO

Para el buen uso del esfigmomanómetro y el aseguramiento de la medición de presión arterial, es necesario seguir los siguientes pasos:

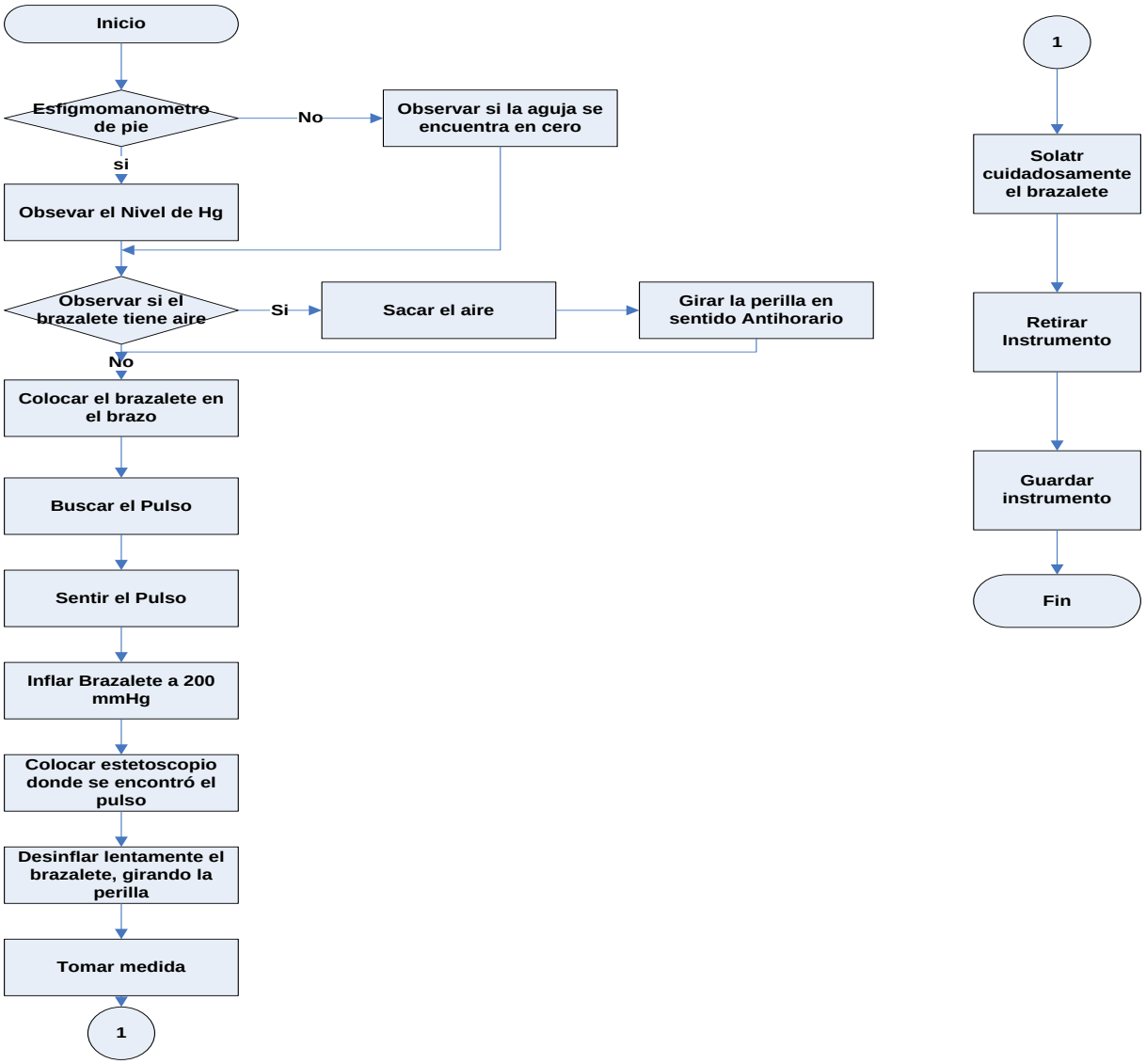
1. Observar el nivel del mercurio si es de pie, u observar si la aguja está en cero si es móvil.
2. Verificar que no tenga aire en su interior.
3. Observar si las agujas giran normalmente al presionar la perilla.
4. Rodear el brazo del paciente completamente descubierto con el brazalete del equipo, el cual deberá estar completamente vacío (de aire), de tal manera que su borde inferior quede por lo menos 2,5 cm. por encima del pliegue del codo, y teniendo cuidado que la parte inflable del brazalete quede sobre el área por donde pasa la arteria braquial (por el lado interno del pliegue del codo).
5. Buscar el pulso de la arteria braquial.
6. Sentir dicho pulso.
7. Inflar el brazalete a una presión mínima de 200 mm Hg.
8. Colocar la campana del estetoscopio donde previamente se sentía el pulso.
9. Comenzar a desinflar el brazalete abriendo la perrilla lentamente.

10. Observar con atención los intervalos de la presión arterial (Presión diastólica[32] y Presión sistólica[33]).
11. Tomar la medida.
12. Soltar el brazalete.
13. Retirar el instrumento.

## 2.3 CONDICIONES DEL ESFIGMOMANÓMETRO

- Es importante que el instrumento descanse quince minutos, antes de realizar la medición.
- No guardar en gavetas, debido a que se daña el instrumento cuando se abren y cierran, debido a los golpes que puede ocasionarle.
- Mantener, a quién se le vaya a tomar la presión arterial, acostado o sentado, con el brazo desprovisto de ropa, apoyado en alguna superficie que quede a la altura del corazón.
- Efectuar la primera determinación en ambos brazos, para escoger como referencia el brazo en el cual las cifras sean más altas.
- Si es posible, escoger un lugar en donde haya una temperatura agradable.

## 2.4 FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE USO DEL ESFIGMOMANÓMETRO




| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

| | |
|---|---|
| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DE LA TERMÓMETRO | Pág. 14 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |

3. TERMÓMETRO

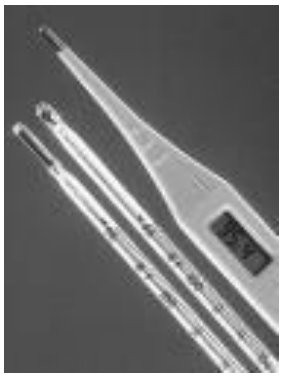


Diagrama 3. Termómetros utilizados en las unidades de salud.

3.1 PARTES DEL TERMÓMETRO

1. Bulbo: deposito de vidrio de paredes delgadas que contiene la reserva de mercurio o del correspondiente líquido termometrito. Su volumen esta relacionado con el tamaño de la escala y el diámetro del capilar.
2. Escala Auxiliar: escala corta adicional de algunos termómetros, que no está incluida en el rango de la escala principal, que se usa para comprobaciones periódicas de la medida de temperatura del termómetro a una temperatura de referencia.
3. Escala Principal: escala donde se lee la temperatura indicada por el termómetro. Esta graduada en grados Celsius u otros múltiplos o submúltiplos de grados.

4. Capilar: Cavidad cilíndrica de vidrio por la que asciende y desciende el mercurio, cuando se eleva o disminuye la temperatura.
5. Cámara de contracción: ensanchamiento en la parte inferior del capilar (debajo de la escala principal o entre la escala principal y la escala auxiliar) que sirve para reducir la longitud del capilar necesaria para alcanzar la escala principal del termómetro.
6. Cámara de expansión: ensanchamiento en la parte superior del capilar que sirve para prevenir un exceso de presión interna cuando el mercurio o el correspondiente líquido termometrito asciende por el capilar.

## 2.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL TERMÓMETRO

Para la obtención de las medidas de temperatura se deben seguir los siguientes pasos:

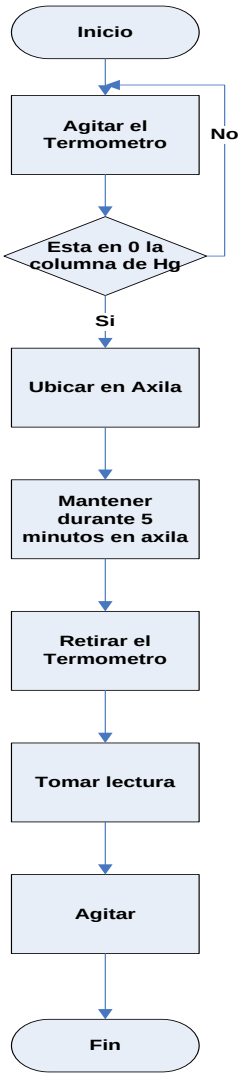
1. Agitar el termómetro, no bruscamente.
2. Coincidir el nivel de la columna de mercurio (Hg) a $0^0$
3. Ubicar en la axila (el termómetro se ubica en la axila para evitar contagios de enfermedades infecciosas, como por ejemplo: VIH).
4. Mantener durante 5 minutos, para que la temperatura se tome y se estabilice.

5. Realizar la lectura, observando el nivel de la columna de Hg.
6. Escribir la medida, las cuales son dadas en $^0$C.
7. Agitar el termómetro (para ubicarlo de nuevo a nivel cero).

## 2.3 CONDICIONES DEL TERMÓMETRO

- Bajar la temperatura a cero grados, agitando el termómetro después de cada uso.
- Colocar en su respectivo estuche dentro de una bandeja acolchonada.
- No se deben maltratar, debido a su fragilidad.
- No tenerlo al alcance de los pacientes para su mejor protección.
- Colocarlo en posición vertical para que la columna de mercurio no se corte.

## 2.4 FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE USO DEL TERMÓMETRO




| Elaborador Por: Jorge Alvarez Mónica Molina | Aprobado Por: |
|---|---|

| GUÍA DE USUARIO DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DE LA CRONÓMETRO | Pág. 18 de 70<br><br>Fecha de Creación: Octubre 2005 |
|---|---|

## 4. CRONÓMETRO

Diagrama 4. Cronómetro utilizado en las unidades de salud.

### 4.1 PARTES DEL CRONÓMETRO

1. Base: Parte que sostiene a los otros componentes
2. Botón Inicio/Fin: Botón móvil que da inicio al tiempo que se necesita operar y que se mueve hasta llegar a cero.
3. Botón vuelta a cero: Botón que regresa finaliza la operación en cualquier momento y regresa el tiempo a cero.
4. Carátula: Indica el tiempo.

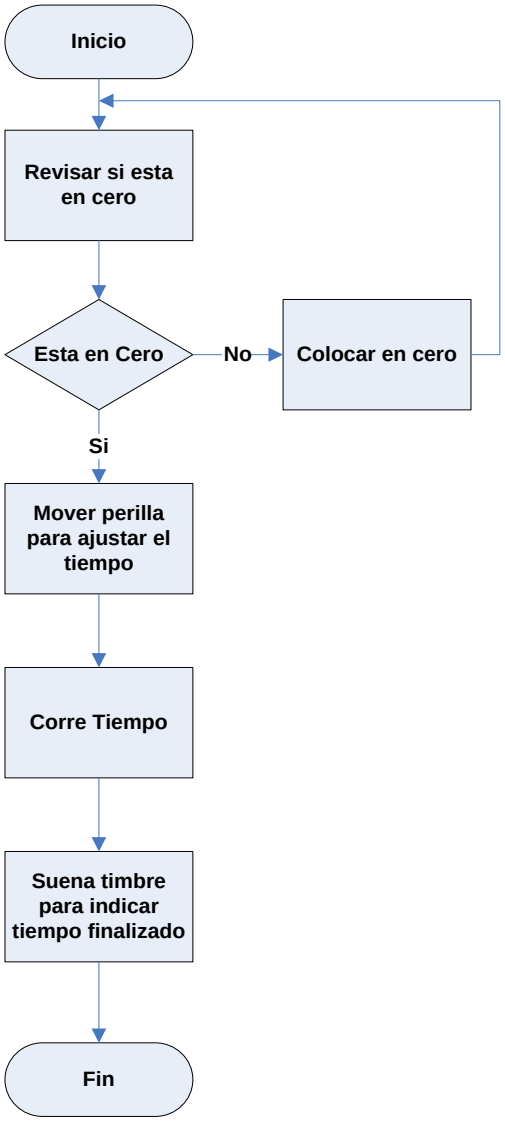
## 4.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL CRONÓMETRO

1. Colocar el cronómetro a cero.
2. Mover perilla para ajustar el tiempo que se requiere.
3. Empezar a operar.
4. Suena la alarma (Indica que el tiempo ha finalizado).
5. Colocar el cronómetro a cero.

## 4.3 CONDICIONES DEL CRONÓMETRO

- Este debe encontrarse en una superficie plana, porque es análogo.
- Debe de colocarse a cero después de cada uso.
- No debe mantenerse presionado por tanto tiempo el botón de inició.
- No debe golpearse.

## 4.4 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DEL CRONÓMETRO




| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

| | |
|---|---|
| GUÍA DE USUARIO DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DE LA MICROSCOPIO | Pág. 21 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |

5. MICROSCOPIO

Diagrama 5. Microscopio utilizado en las unidades de salud.

5.1 PARTES DEL MICROSCOPIO

1. Oculares: se utilizan para visualizar las muestras.
2. Brazo Estático: sostiene la platina
3. Macrométrico: tornillo que acerca al máximo la lente del objetivo.
4. Micrométrico: tornillo que sirve para obtener enfoques finos.
5. Interruptor de encendido: enciende y apaga el microscopio.
6. Revólver: cambia de un objetivo a otro.
7. Objetivos: existen diferentes tipos de objetivos con los cuales sirven para enfocar mejor la muestra y poder visualizarla desde diferentes puntos.

8. Platina: en esta se coloca la muestra a ser estudiada.
9. Condensador de luz: con el se determina la luz necesaria para la visualización de la muestra.
10. Base: sistema de fijación a las superficies, de modo que proporciona estabilidad al equipo.

## 5.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL MICROSCOPIO

Lo primero que se debe hacer es ajustar la luz (tanto si dispone de una fuente de luz natural o artificial).

1. Colocar el objetivo de menor aumento en posición de empleo y bajar la platina completamente. (si el microscopio se recogió correctamente en el uso anterior, ya debería estar en esas condiciones).
2. Colocar la preparación sobre la platina sujetándola con las pinzas metálicas.
3. Comenzar la observación con el objetivo necesario.
4. Para realizar el enfoque:

   - ✓ Acercar al máximo la lente del objetivo a la preparación, empleando el tornillo macrométrico. Esto debe hacerse mirando directamente y no a través del ocular, ya que se corre el riesgo de incrustar el objetivo en la preparación pudiéndose dañar alguno de ellos o ambos.

- ✓ Mirando, ahora sí, a través de los oculares, ir separando lentamente el objetivo de la preparación con el macrométrico y, cuando se observe con claridad la muestra, girar el micrométrico hasta obtener un enfoque fino.

5. Pasar al siguiente objetivo. La imagen debería estar ya casi enfocada y suele ser suficiente con mover un poco el micrométrico para lograr el enfoque fino. Si al cambiar de objetivo se perdió por completo la imagen, es preferible volver a enfocar con el objetivo anterior y repetir la operación desde el paso 3. El objetivo de 40x enfoca a muy poca distancia de la preparación y por ello es fácil que ocurran dos tipos de percances: incrustarlo en la preparación si se descuidan las precauciones anteriores y mancharlo con aceite de inmersión si se observa una preparación que ya se enfocó con el objetivo de inmersión.
6. Empleo del objetivo de inmersión:
    1. Bajar totalmente la platina.
    2. Subir totalmente el condensador para ver claramente el círculo de luz que nos indica la zona que se va a visualizar.
    3. Girar el revólver hacia el objetivo de inmersión dejándolo a medio camino entre éste y el de 40x.
    4. Colocar una gota mínima de aceite de inmersión sobre el círculo de luz.
    5.

f. Terminar de girar suavemente el revólver hasta la posición del objetivo de inmersión.
g. Mirando directamente al objetivo, subir la platina lentamente hasta que la lente toca la gota de aceite. En ese momento se nota como si la gota ascendiera y se adhiere a la lente.
h. Enfocar cuidadosamente con el micrométrico. La distancia de trabajo entre el objetivo de inmersión y la preparación es mínima, aun menor que con el de 40x por lo que el riesgo de accidente es muy grande.
i. Una vez se haya puesto aceite de inmersión sobre la preparación, ya no se puede volver a usar el objetivo 40x sobre esa zona, pues se mancharía de aceite. Por tanto, si desea enfocar otro campo, hay que bajar la platina y repetir la operación desde el paso 3.
j. Una vez finalizada la observación de la preparación se baja la platina y se coloca el objetivo de menor aumento girando el revólver. En este momento ya se puede retirar la preparación de la platina. Nunca se debe retirar con el objetivo de inmersión en posición de observación.
k. Limpiar el objetivo de inmersión con cuidado empleando un papel especial para óptica. Comprobar también que el objetivo 40x está perfectamente limpio.

| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |



5.3 CONDICIONES DEL MICROSCOPIO

- Lo más conveniente sería dejar fijo el microscopio en el banco o mesa de trabajo, cubierto con una funda para evitar el polvo cuando no se utiliza.
- La mesa que se vaya a utilizar debe ser estable para evitar molestas vibraciones de la muestra durante el examen. Muchos de los desperfectos que puede sufrir son debidos a golpes durante esta manipulación.
- La posición ante el microscopio debe ser cómoda a una altura correcta.
- Se deben poder realizar las observaciones con la platina horizontal (algunas preparaciones lo exigen) sin inclinar el microscopio.
- Al finalizar el trabajo, hay que dejar puesto el objetivo de menor aumento en posición de observación, asegurarse de que la parte mecánica de la platina no sobresale del borde de la misma y dejarlo cubierto con su funda.
- Nunca hay que tocar las lentes con las manos. Si se ensucian, limpiarlas muy suavemente con un papel de filtro o, mejor, con un papel de óptica.
- No dejar el portaobjetos puesto sobre la platina si no se está utilizando el microscopio.

| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

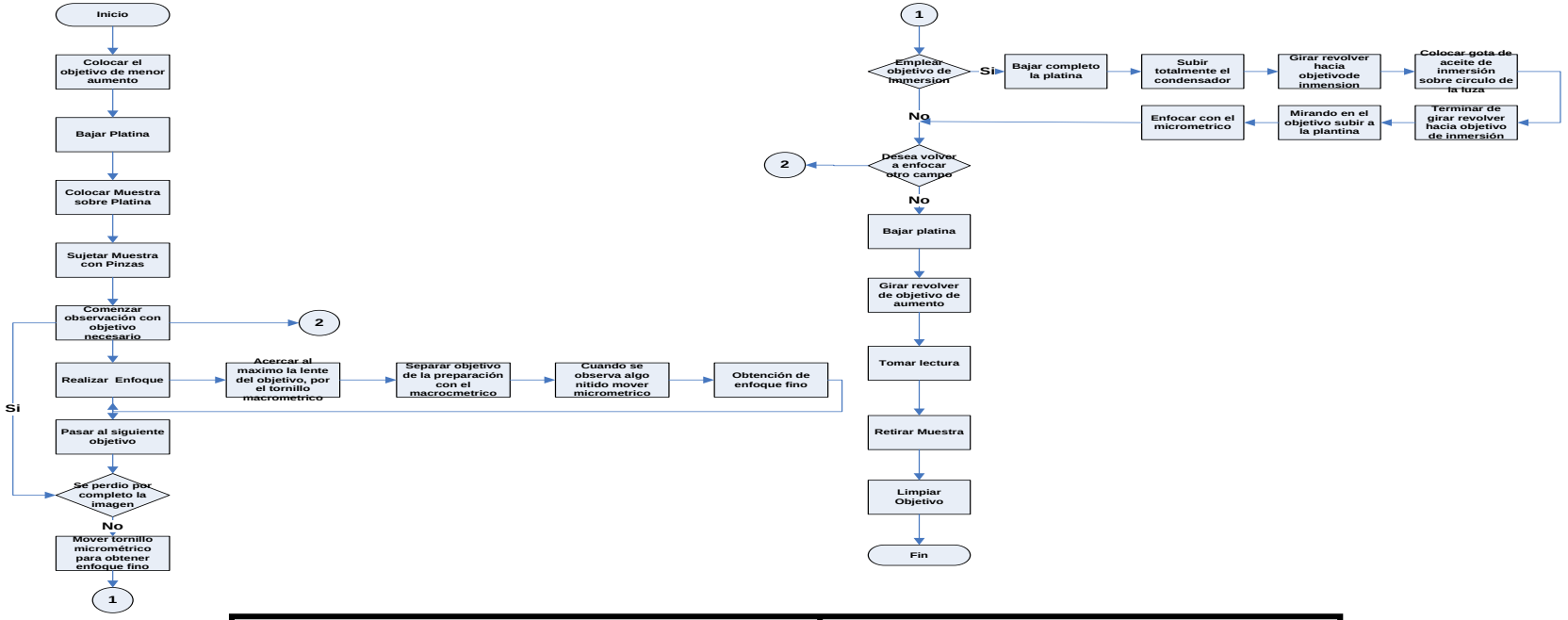
| | |
|---|---|
| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DE LA MICROSCOPIO | Pág. 26 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |

- Después de utilizar el objetivo de inmersión, hay que limpiar el aceite que queda en el objetivo con pañuelos especiales para óptica o con papel de filtro (menos recomendable). En cualquier caso se pasará el papel por la lente en un solo sentido y con suavidad. Si el aceite ha llegado a secarse y pegarse en el objetivo, hay que limpiarlo con una mezcla de alcohol-acetona (7:3) o xilol. No hay que abusar de este tipo de limpieza, porque si se aplican estos disolventes en exceso se pueden dañar las lentes y su sujeción.
- No forzar nunca los tornillos giratorios del microscopio (macrométrico, micrométrico, platina, revólver y condensador).
- El cambio de objetivo se hace girando el revólver y dirigiendo siempre la mirada a la preparación para prevenir el roce de la lente con la muestra. No cambiar nunca de objetivo agarrándolo por el tubo del mismo ni hacerlo mientras se está observando a través del ocular.
- Mantener seca y limpia la platina del microscopio. Si se derrama sobre ella algún líquido, secarlo con un paño. Si se mancha de aceite, limpiarla con un paño humedecido en xilol.
- Es conveniente limpiar y revisar siempre los microscopios al finalizar la sesión práctica y, al acabar el curso, encargar a un técnico un ajuste y revisión general de los mismos.

| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DE LA MICROSCOPIO | Pág. 27 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |
|---|---|

## 5.4 FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE USO DEL MICROSCOPIO.




| Elaborador Por:<br>Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | Aprobado Por: |
|---|---|

## 6. ESPECTROFOTÓMETRO

Diagrama 6. Espectrofotómetro utilizado en las unidades de salud.

### 6.1 PARTES DEL ESPECTROFOTÓMETRO

1. Chasis: parte en la cual se encuentra incluido todo el mecanismo del espectrofotómetro.
2. Porta cubetas: se colocan las pruebas a ser leídas.
3. Selector de filtro: determina el tipo de filtro a utilizar
4. Selector de modo: selecciona la función a operar.
5. Ajuste Grueso: ajusta la longitud de onda.
6. Selector de longitud de onda: se selecciona la onda necesaria de acuerdo a la prueba que se realizará o el reactivo a utilizar.
7. Indicador de longitud de onda: LED que indica cuando el instrumento se encuentra en operación.
8. Pantalla: display. Se visualizan las ondas que están operando.

## 6.2 PROCEDIMIETNO DE USO DEL ESPECTROFOTÓMETRO

Pasos para el uso del espectrofotómetro:

1. Limpiar la superficie del instrumento.
2. Introducir las cubetas dentro del espectrofotómetro.
3. Encender el equipo y dejar que caliente por lo menos 15 minutos.
4. Ajustar el aparato a cero, equiparándolo.

    a. Es necesario ubicar las muestras por pares (Equiparar). Por ejemplo: si se realizará una prueba a una muestra de sangre, se debe equiparar el instrumento con otra muestra que contenga agua destilada. Las muestras se ubican dentro de tubos de ensayo.

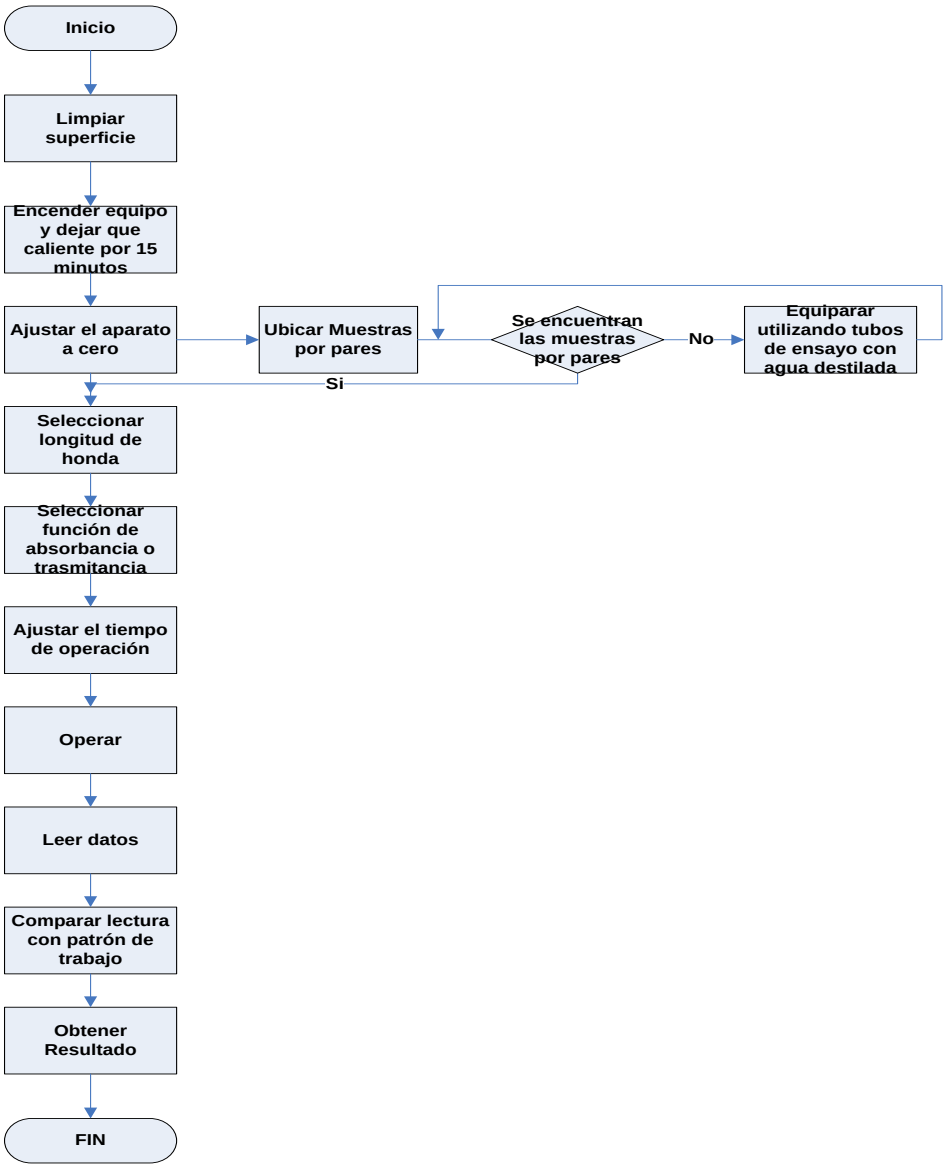
5. Seleccionar la longitud de onda.
6. Seleccionar la función absorbancia o transmitancía.
7. Ajustar el tiempo de operación.
8. Comienza a operar.

9. Leer el dato.
10. Comparar la lectura con el Patrón de Trabajo.
11. Obtener el resultado.

## 6.3 CONDICIONES DEL ESPECTROFOTÓMETRO

1. Colocar el instrumento en un lugar en donde no esté sujeto a vibraciones, calor excesivo, humedad o luz directa.
2. Proteger el instrumento del polvo. Nunca tocar las superficies ópticas tales como lentes y filtros.
3. Calentar el instrumento antes de hacer algún procedimiento.
4. Verificar el 0 y el 100% T cada vez que se vaya hacer lecturas y cuando varié la longitud de onda.
5. Asegurarse de que las cubetas estén limpias y libres de ralladuras y huellas digitales. Esto debe hacerse cada vez que se use.

## 6.4 FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTO DEL ESPECTROFOTÓMETRO



## 7. MICROCENTRÍFUGA

Diagrama 7. Microcentrífuga utilizada en las unidades de salud.

### 7.1 PARTES DE LA MICROCENTRÍFUGA

1. Tapadera: impide el acceso a las muestras, mientras estas están en movimiento.
2. Cámara o gabinete: es el espacio físico donde se realiza el proceso de centrifugación. Dentro de esta gira el rotador.
3. Base: está construida generalmente de materiales pesados, con sistema de fijación a las superficies, de modo que proporciona estabilidad al equipo.
4. Interruptor de encendido: permite controlar el suministro de energía al equipo, a modo de encenderlo o apagarlo.

5. Control de Tiempo: permite controlar el tiempo de centrifugación. También permite visualizar el tiempo transcurrido o pendiente para que finalice un proceso seleccionado.
6. Tacómetro: Muestra la velocidad a la que gira el rotador, es decir la velocidad de centrifugación.
7. Freno: Algunas centrífugas, dependiendo del modelo, presentan este control, el cual permite ya sea hacer más rápido el proceso de paro de la centrifugación o detenerla en situaciones de emergencia.

## 7.2 PROCEDIMIENTO DE USO DE LA MICROCENTRÍFUGA

Pasos para el uso de la Microcentrífuga:

1. Recoger la muestra de sangre en tubos microcapilares[34] con anticoagulante (1 mg).
2. Cerrar el extremo opuesto y exento de sangre del tubo con plastilina médica o un mechero.
3. Mezclar la muestra con el anticoagulante.
4. Colocarlo dentro de la microcentrífuga.

5. Centrifugar a velocidades de 10000-13500 rpm durante un intervalo de 3 a 5 minutos.
6. Al terminar el intervalo de tiempo, suena la alarma.
7. Sacar tubo microcapilar.
8. Leer el tubo microcapilar en la tabla lectora.

## 7.3 CONDICIONES DE LA MICROCENTRÍFUGA

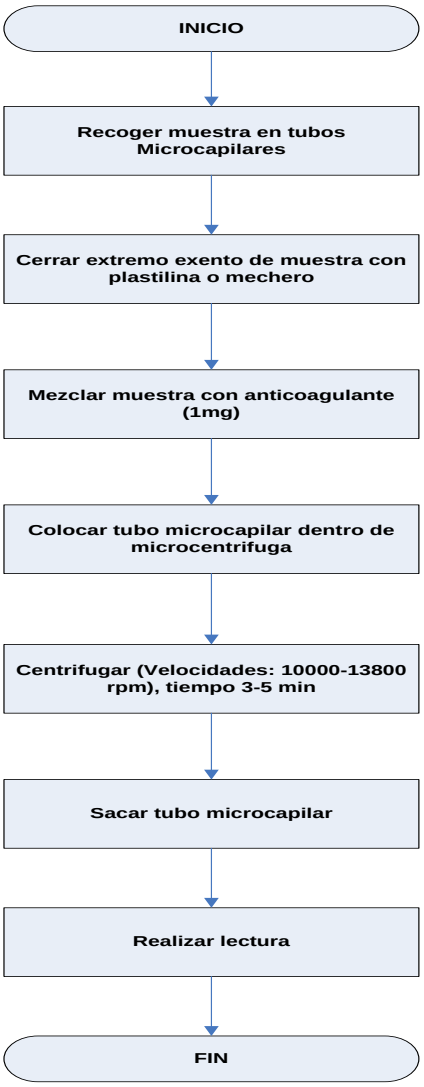
a) Colocar las cargas de modo que las cargas que tienen la misma masa o peso queden colocadas de forma opuesta en el rotor.
b) Colocar todos los accesorios en el rotor, ya que los equipos han sido diseñados para trabajar con estos.
c) Mantenerla limpia de restos de muestra, vidrio o polvo.
d) Cuando se este centrifugando mantener la tapa cerrada.
e) Reemplazar los recipientes metálicos que estén deformados, estos producen una presión no uniforme sobre el tubo de muestra.
f) No utilizar equipo de vidrio rallado o agrietado, porque la presión centrífuga puede producir una ruptura en estos puntos pulverizando el vidrio y contaminando las otras muestras.

g) Comprobar que la superficie donde se tiene el equipo esté perfectamente nivelada, ya que si sucede lo contrario causaría vibraciones.

h) Compruebe el funcionamiento de equipo realizado los siguientes pasos:

- Cargar la Microcentrífuga correctamente y ciérrela.
- Asegurarse que la Macrocentrífuga esté bien cerrada.
- Accione el interruptor de encendido, fijando previamente la velocidad o el tiempo de Microcentrífuga.
- Observe detenidamente el funcionamiento; si no existiese ningún problema continue con su trabajo.
- Si existe problemas de vibración, balancear correctamente lo porta muestras. Si no funciona el equipo, revisar el cable de conexión eléctrica, carbones o fusibles.

## 7.4 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DE LA MICROCENTRÍFUGA



## 8. MACROCENTRÍFUGA

Diagrama 8. Macrocentrífuga cerrada y abierta, utilizada en las unidades de salud.

### 8.1 PARTES DE LA MACROCENTRÍFUGA

1. Tapadera: impide el acceso a las muestras, mientras estas están en movimiento.
2. Cámara o gabinete: es el espacio físico donde se realiza el proceso de centrifugación. Dentro de esta gira el rotador.
3. Base: está construida generalmente de materiales pesador, con sistema de fijación a las superficies, de modo que brinda estabilidad al equipo.

4. Interruptor de encendido: permite controlar el suministro de energía al equipo, a modo de encenderlo o apagarlo.
5. Control de Tiempo: permite controlar el tiempo de centrifugación. También permite visualizar el tiempo transcurrido o pendiente para que finalice un proceso seleccionado.
6. Tacómetro: muestra la velocidad a la que gira el rotador, es decir la velocidad de centrifugación.
7. Freno: algunas centrífugas, dependiendo del modelo, presentan este control, el cual permite ya sea hacer más rápido el proceso de paro de la centrifugación o detenerla en situaciones de emergencia.

## 8.2 PROCEDIMIENTO DE USO DE LA MACROCENTRÍFUGA

Pasos para el uso de la Macrocentrífuga:

1. Equiparla con tubo de ensayo conteniendo 3 ml de muestra (sangre).
2. Ajustar el tiempo de operación (cinco min).
3. Centrífugar a velocidades de 10000-13500 rpm durante un intervalo de 3 a 5 minutos.

4. Al terminar el intervalo de tiempo, suena la alarma.
5. Sacar la muestra.
6. Realizar la lectura.

## 8.3 CONDICIONES DE LA MACROCENTRÍFUGA

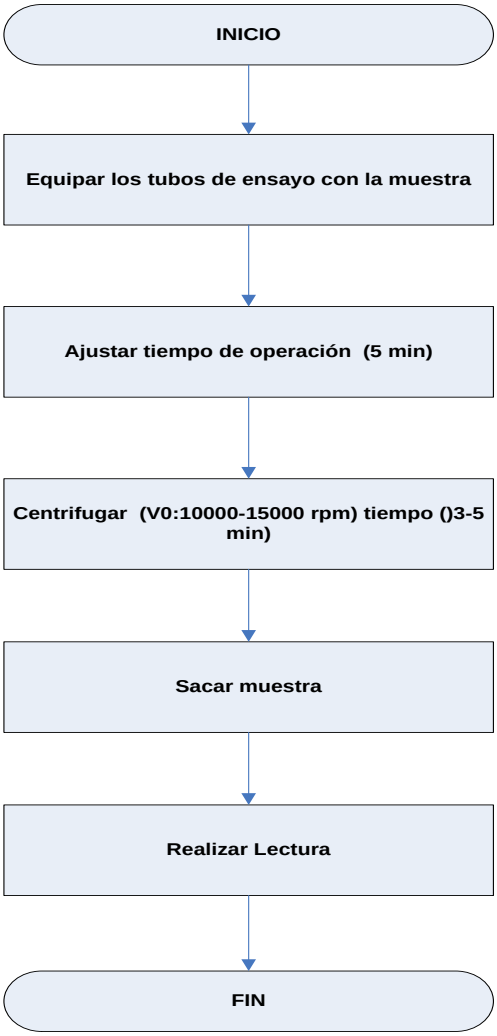
a) Colocar las cargas de modo que las cargas que tienen la misma masa o peso queden colocadas de forma opuesta en el rotor.
b) Colocar todos los accesorios en el rotor, ya que estos equipos han sido diseñados para trabajar con estos.
c) Mantenerla limpia de restos de muestra, vidrio o polvo.
d) Cuando se este centrifugando mantener la tapa cerrada.
e) Reemplazar los recipientes metálicos que estén deformados, pues producen una presión no uniforme sobre el tubo de muestra.
f) No utilizar equipo de vidrio rallado o agrietado, porque la presión centrífuga puede producir una ruptura en estos puntos pulverizando el vidrio y contaminando las otras muestras.

g) Comprobar que la superficie donde se tiene el equipo esté perfectamente nivelada, ya que si sucede lo contrario causaría vibraciones.

h) Compruebe el funcionamiento de equipo realizado los siguientes pasos:

- Cargar la Microcentrífuga correctamente y ciérrela.
- Asegurarse que la Macrocentrífuga esté bien cerrada.
- Accione el interruptor de encendido, fijando previamente la velocidad o el tiempo de Microcentrífuga.
- Observe detenidamente el funcionamiento; si no existiese ningún problema continue con su trabajo.
- Si existe problemas de vibración, balancear correctamente lo porta muestras. Si no funciona el equipo, revisar el cable de conexión eléctrica, carbones o fusibles.

## 8.4 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DE LA MACROCENTRÍFUGA



9. ROTADOR

Diagrama 9. Rotador utilizado en las unidades de salud.

9.1 PARTES DEL ROTADOR

1. Control de tiempo: este puede ser ajustado según la necesidad.
2. Control de Velocidad: se utiliza para colocar la velocidad requerida de la muestra a realizar.
3. Plataforma: sirve para colocar las porta muestras, el cual tiene un material antideslizante.

## 9.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL ROTADOR

Pasos para el uso del rotador:

1. Colocar una gota de sangre en una lámina de 6 x 2 cm.
2. Ubicarla dentro del rotador.
3. Rotarlo a una velocidad de 100 rpm. durante un intervalo de 5-10 minutos.
4. Sacar la muestra.
5. Realizar la lectura.

## 9.3 CONDICIONES DEL ROTADOR

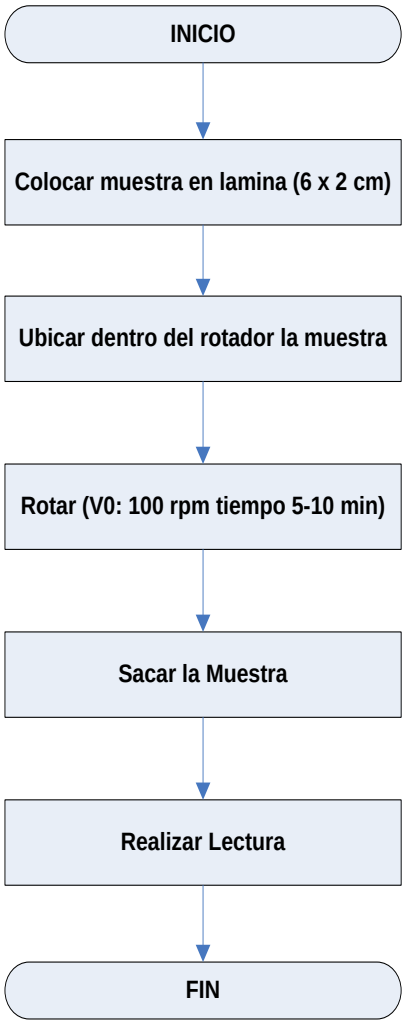
a) El rotador debe de estar cubierto con un cobertor de tela, para protegerlo de la acumulación de polvo.
b) Siempre que se derrame sobre la plataforma alguna sustancia, èsta debe secarse rápidamente, para evitar que se deteriore el material antideslizante.

c) Comprobar si la superficie donde se encuentra el instrumento esté perfectamente nivelada, ya que la rotación no sería uniforme y podría existir derramamiento de las muestras.

d) Comprobar el funcionamiento del equipo:

- Colocar las muestras en la plataforma adecuadamente.
- Colocar tapadera, si el instrumento tiene.
- Accionar el interruptor de encendido, fijando previamente el tiempo o velocidad según el procedimiento que este utilizando.
- Observar detenidamente el funcionamiento.
- Continuar con el trabajo, sino existiere ningún problema.

## 9.3 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DEL ROTADOR



10. REFRIGERADOR Y FREZEER

10.1 FREZEER

Diagrama 10. Freezer utilizado en las unidades de salud.

10.1.1 PARTES DEL FREZEER

1. Puerta: esta se mantiene cerrada para poder mantener la temperatura necesaria para el biológico.
2. Congelador: es la parte de adentro del freezer donde se mantienen el biológico.
3. Termómetro: se utiliza con el fin de mantener a una misma temperatura el freezer y su verificación de temperatura.
4. Medidor de temperatura: es donde se visualiza la temperatura a la cual se encuentra el freezer.

10.2 REFRIGERADOR

Diagrama 11. Refrigerador

10.2.1 PARTES DEL REFRIGERADOR

1. Puertas: sirven para poder mantener cerrado el refrigerador y así no poder interrumpir la temperatura a la cual se encuentra.
2. Perilla de regulación de temperatura: sirve para poder regular la temperatura necesaria para poder mantener el biológico.
3. Freezer: Parte de arriba del refrigerador

## 10.3 PROCEDIMIENTO DE USO DEL FREEZER Y REFIGERADOR

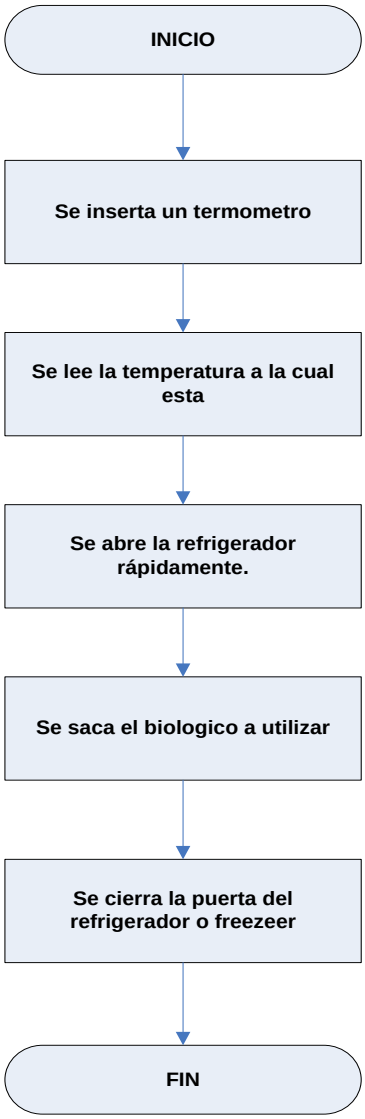
1. Insertar un termómetro para medir la temperatura, el cual debe de estar entre +2, -8 ($^0$C).
2. Abrir la refrigeradora en un tiempo de 5s. Para poder sacar el biológico, y este no se arruine.

3. extraer el biológico a utilizar
4. Cerrar rápidamente la refrigeradora o el freezer

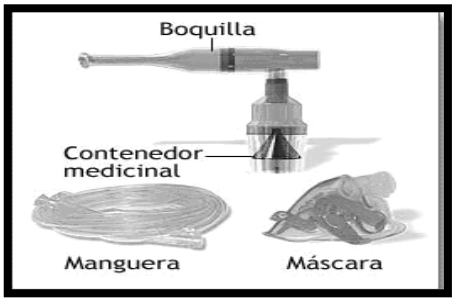
## 10.4 CONDICIONES DEL FREEZER Y REFIGERADOR

a) Limpiar el refrigerador o freezer cada semana, por dentro y por fuera.
b) Comprobar la temperatura diariamente por la conservación del biológico.
c) Revisar la conexión eléctrica que no exista ningún cable suelto.
d) Colocar los pingüinos de una forma adecuada.
e) Mantener el refrigerador o freezer cerrado para el cuidado del biológico.

10.5 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DEL REFRIGERADOR Y FREEZER.



11. NEBULIZADOR




Mascarillas, mangueras, boquilla

Nebulizador compresor

Nebulizador Casero

Diagrama 12. Dibujo de los nebulizadores y sus componentes utilizado en las unidades de salud.

## 11.1 PARTES DEL NEBULIZADOR

1. Compresor de Aire: es el que ayuda a poder darle la presión a la mezcla para poder ser inhalada.
2. Mascarilla: se utiliza para colocársela en la cara y así poder absorber la nebulización.
3. Manguera: por medio de ella se conecta al compresor de aire para poder pasar la presión.
4. Boquilla: esta es conectada a la mascarilla para el paso de la nebulización.
5. Contenedor medicinal: en este se coloca la mezcla de la medicina indicada.

## 11.2 PROCEDIMIENTO DE USO EL NEBULIZADOR

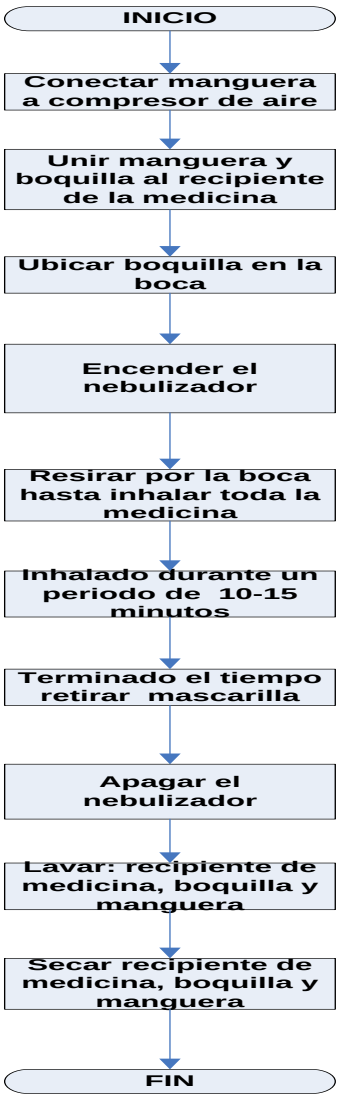
1. Conectar la manguera a un compresor de aire.
2. Unir la manguera a la boquilla
3. Unida la manguera y la boquilla unirla al recipiente de la medicina
4. Llenar el recipiente con medicina con la prescripción de acuerdo con las instrucciones dadas por el médico.
5. Ubicar la boquilla dentro de la boca.
6. Encender el nebulizador.

7. Respirar por la boca hasta que use toda la medicina recetada, cerca de 10 a 15 minutos.
8. Quitarse la mascarilla.
9. Apagar el nebulizador.

11.3 CONDICIONES DEL NEBULIZADOR

a) Lavar el instrumento después de usarlo (manguera y mascarilla)
b) Limpiar el instrumento.
c) Revisar la conexión eléctrica.
d) Tiene que estar en una superficie nivelada, evitando las vibraciones para que no se derrame el líquido.

## 11.4 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DEL NEBULIZADOR




| Elaborador Por: Jorge Alvarez, Mónica Molina | Aprobado Por: |
|---|---|

| | |
|---|---|
| GUÍA DE USUARIO DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DEL AUTOCLAVE | Pág. 54 de 70<br><br>Fecha de Creación: Octubre 2005 |

12. AUTOCLAVE

Diagrama 13. Autoclave utilizado en las unidades de salud.

12.1 PARTES DEL AUTOCLAVE

1. Chasis: es donde se encuentran todo el mecanismo del autoclave.
2. Selector de encendido y apagado: estos se utilizan para poder accionar el autoclave o para apagarlo.
3. Perilla selectora de ciclos: con ella se seleccionaran el ciclo necesario para la esterilización del material según requiera.
4. Puerta: Impide el acceso a bacterias mientras el material se encuentra en la esterilización.

5. Manómetros de temperatura: estos sirven para poder regular la temperatura a la cual se trabajara.
6. Alarma: emite la alarma al terminar el ciclo de esterilización escogido.
7. Perilla de tiempo (time): con se determina el tiempo de esterilización de los materiales para el ciclo.
8. Piloto de STERILIZE: este se enciende cuando el material se encuentra esterilizado o indica que se esta esterilizando.
9. Piloto de puerta abierta (open door): este piloto enciende cuando ha terminado la esterilización y ya se puede abrir la puerta con seguridad sin estropear el trabajo realizado.
10. Botón de abierto: este se oprime para poder abrir la puerta.
11. Palanca: se levanta cuando termina el esterilizado y se oprime el botón de abierto, junto con la palanca para protección del empaque de la puerta.

12.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL AUTOCLAVE

1. Llenar de agua el tanque del autoclave hasta el nivel indicado.
2. Subir dados térmicos, posición ON.

3. En la parte frontal del autoclave se encuentra la perilla selectora de ciclos. Gire esta de OFF a FILL, que indica que el autoclave encenderá y que el agua comienza a pasar del tanque hacia la cámara, Entonces hay que abrir la puerta rápidamente, oprimiendo el PUSH BOTTON que se encuentra en la parte frontal y levantar suavemente la palanca para poder ver el nivel de agua de la cámara.
4. Después que se ha llenado el nivel de la cámara gire nuevamente la perilla selectora de ciclos de FILLL hasta STERILIZE.
5. Espere que los manómetros de temperatura marquen de 250 $^{0}$F = 121 $^{0}$C y el de presión, 15 PSI.
6. Llegada esta temperatura y presión emitirá la primera alarma y encenderá el piloto que indica STERILIZE.
7. ajustar tiempo de esterilización, con perilla que se encuentra al final de la columna de la parte frontal llamada TIME.
8. Espere que este reloj llegue a cero y emitirá la segunda alarma que indicará que este ah terminado su ciclo de exposición o esterilización.
9. Gire nuevamente la perilla selectora de ciclos de STERILIZE a VENT, que indica que hay que desalojar la presión que se encuentra en cámara y sea depositada nuevamente en el tanque de agua.

10. Espere que los manómetros de temperatura y presión bajen, uno de temperatura y el otro bajará totalmente a cero y encenderá el piloto que indica OPEN DOOR o puerta lista para abrir.
11. Para proceder abrir la puerta oprima el botón que se encuentra en la parte frontal, levantando lentamente la palanca que está a su derecha para protección del empaque de la puerta.
12. Proporcionar tiempo de secado de 6 a 10 minutos.

12.3 CONDICIONES DEL AUTOCLAVE

a) Chequear que la caja térmica esté con dados térmicos bajados.
b) No abrir la puerta bruscamente por seguridad del material que esta en cámara.
c) Limpiar el autoclave cada dos días como máximo.
d) No revolver material de distinto tipo.

Recipientes recomendados para autoclave:

- Recipientes de polipropileno de 5 a 12 galones y recipientes de esterilización (poco profundos).
- Recipientes o cubo de metal de acero inoxidable.
- Bolsas de polipropileno (especiales para desechos biopeligrosos y para autoclaves).
- Recipientes de Vidrio (frascos y botellas).

- Contenedores de cartón gruesos y encerados.

Metal (acero inoxidable)

El acero inoxidable es un buen conductor de calor, por lo que no requiere aumentar el tiempo de esterilización. Cuando el tiempo disponible para la esterilización en autoclave es limitado, los recipientes de metal son la mejor elección, aunque su alto costo puede tornarlos inaccesibles para muchas Instalaciones de Salud.

Polipropileno

El polipropileno es una resina de bajo costo capaz de resistir las temperaturas de autoclave. Los contenedores de polipropileno están disponibles en una variedad de aspectos y formas, incluyendo recipientes y bolsas. Las bolsas deben abrirse para permitir que el vapor penetre; deberá ponerse agua en el fondo para facilitar el traslado de calor a los desechos que son esterilizados.

Vidrio

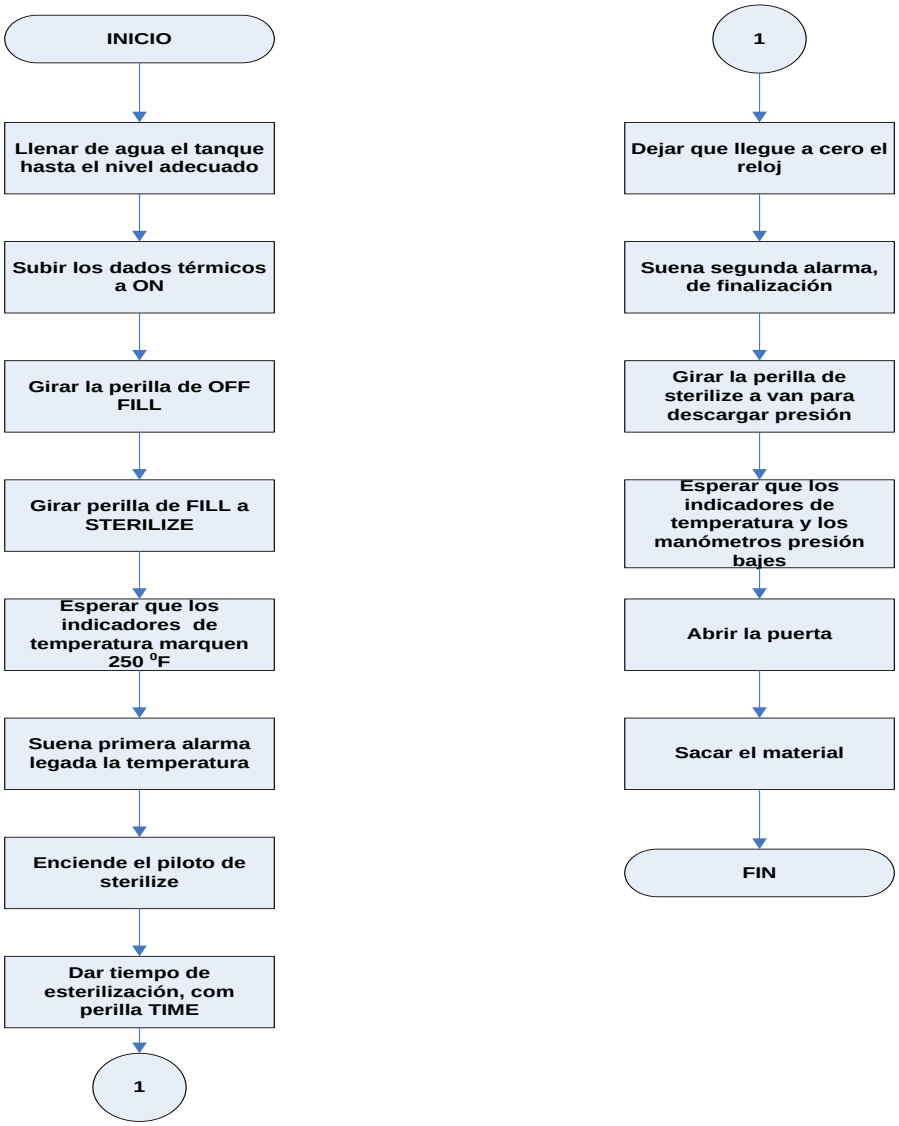
Los instrumentos de vidrio enviados a la autoclave para su esterilización deben ser de vidrio refractario del tipo Pyrex.

Como el vidrio puede romperse por el cambio brusco de temperatura, se recomienda entreabrir la puerta del autoclave para permitir que el calor escape y esperar que el material se enfríe Aproximadamente 10 minutos antes de su remoción.

| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

| | |
|---|---|
| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DEL AUTOCLAVE | Pág. 60 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |

12.4 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DEL AUTOCLAVE




| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DE LA INCUBADORA | Pág. 61 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |
|---|---|

13. INCUBADORA

Diagrama 14. Incubadora utilizada en las unidades de salud.

13.1 PARTES DE LA INCUBADORA

1. Interruptor: comienza la operación de encendido o apagado.
2. Control de Temperatura: marca la temperatura a la cual se necesita operar.
3. Termómetro: mide la temperatura a la cual se está trabajando.
4. Resistencias Calefactoras: aumentan la temperatura interna de la incubadora.
5. Cámara: estructura interna que mantiene constante la temperatura interna.

| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DE LA INCUBADORA | Pág. 62 de 70 |
|---|---|
| | Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |

6. Chasis: cajón metálico donde se encuentran todos los componentes de la incubadora.
7. Puerta: impide el contacto con el exterior y guarda la temperatura de operación.

13.2 PROCEDIMIENTO DE USO DE LA INCUBADORA

Para el uso de la incubadora se siguen los siguientes pasos:

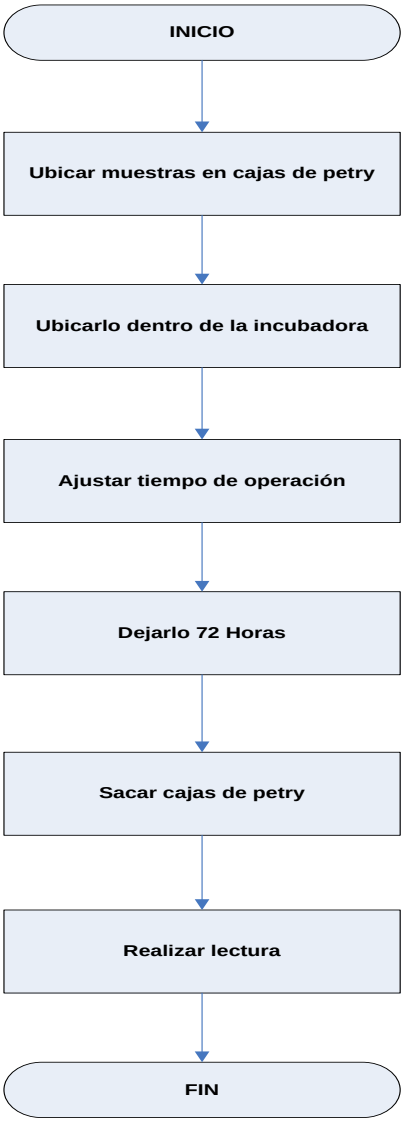
1. Ubicar las muestras en cajas de Petry.
2. Ubicarlo dentro de la incubadora.
3. Ajustar a la temperatura de operación
4. Dejarlo durante setenta y dos horas.
5. Sacar las cajas de Petry.
6. Realizar la lectura.

13.3 CONDICIONES DE LA INCUBADORA

1. Para asegurar un calentamiento homogéneo de todo el material colocado dentro, se recomienda colocarlo en estantes de forma que no impida la circulación del aire.
2. No tratar de limpiarlo con objetos punzantes, ya que puede dañar la cámara interna.



10.4 FLUJOGRAMA DE LA INCUBADORA




| Elaborador Por: Jorge Alvarez Mónica Molina | Aprobado Por: |
|---|---|

| GUÍA DE USUARIO DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DEL BAÑO DE MARIA | Pág. 64 de 70<br><br>Fecha de Creación: Octubre 2005 |
|---|---|

14. BAÑO DE MARIA

Diagrama 15. Baño de María.

## 14.1 PARTES DEL BAÑO DE MARIA

1. Panel de control: parte frontal donde se encuentran los botones de control.
2. Control de temperatura: selecciona la temperatura a la cual se necesita operar.
3. Interruptor: enciende y apaga el instrumento.
4. Indicador: LED que indica si el instrumento se encuentra operando.
5. Chasis: estructura que contiene los componentes del baño de maría.
6. Gradilla: parte metálica que soporta tubos de ensayo.
7. Gabinete: paredes internas que rodean el baño de maría.



## 14.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL BAÑO DE MARIA

Pasos a seguir para el uso del instrumento de Baño María:

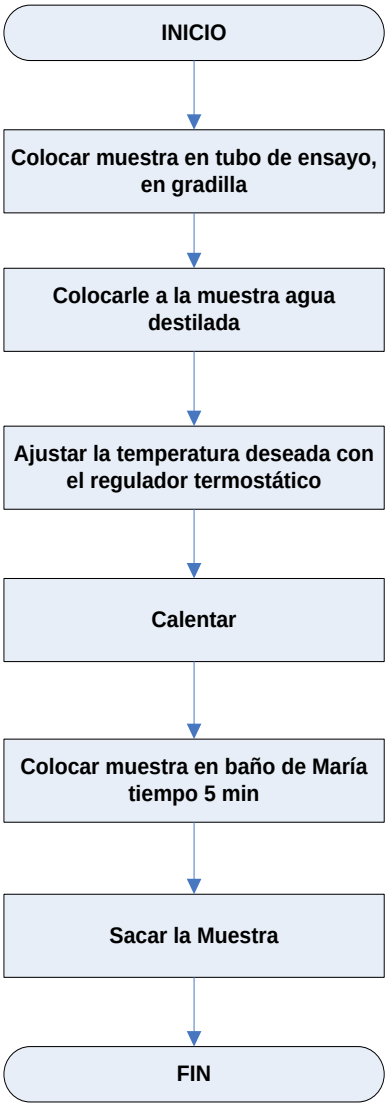
1. Colocar la muestra en un tubo de ensayo, en gradilla, junto con agua destilada que cubra toda la muestra.
2. Calentar a la temperatura de trabajo (37º C o +).
3. Colocar la muestra en el baño María durante 5 min.
4. Sacar la muestra del baño de maría.

14.3 CONDICIONES DEL BAÑO DE MARIA

a) Al encenderlo, tener cuidado que el agua cubra la resistencia en forma completa, especialmente en los baños que utilizan bombas de circulación.
b) Utilizar siempre agua destilada, el agua común forma dentro de los baños y sobre las resistencias capas de carbonato, que con el tiempo sirven de aislante, afectando el resultado en la inestabilidad de la temperatura.
c) Al utilizar termómetros en un baño de Maria, este debe estar suspendido dentro del agua, no descansando en el fondo del baño.
d) El agua debe cambiarse semanalmente del baño de Maria.



14.4 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DEL BAÑO DE MARIA




| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

| | |
|---|---|
| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DEL HORNO | Pág. 67 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |

15. HORNO

Diagrama 16. Horno utilizado en las unidades de salud

15.1 PARTES DEL HORNO

1. Interruptor: se presiona para poder comenzar la operación de encendido o apagado.
2. Control de Temperatura: se marca la temperatura deseada a la cual se trabajara.
3. Termómetro: se mide la temperatura a la cual se esta trabajando.
4. Resistencias Calefactoras: aumentan la temperatura interna del horno.
5. Cámara: estructura interna que mantiene constante la temperatura interna.

| Elaborador Por: Jorge Alvarez Mónica Molina | Aprobado Por: |
|---|---|

| GUÍA DE USUARIO DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DEL HORNO | Pág. 68 de 70<br><br>Fecha de Creación: Octubre 2005 |
|---|---|

6. Chasis: es la caja donde se encuentran todos los componentes del horno.

7. Puerta: impide el contacto con el exterior y poder guardar la temperatura a la que se esta trabajando.

15.2 PROCEDIMIENTO DE USO DEL HORNO.

1. Abrir la puerta
2. Colocar el material en los estantes de forma que no impida la circulación del aire.
3. Cerrar la puerta
4. Encender el equipo.
5. Presionar el interruptor de encendido.
6. Marcar la temperatura deseada con el control de temperatura.
7. cerciorarse durante el proceso que los diferentes indicadores (termómetros, luz, piloto, etc.) se encuentren funcionando perfectamente.
8. Cuando se quieren secar sales químicas se debe usar una temperatura entre $70^0$C a $80^0$C.
9. Cuando termina el proceso sacar el material del horno.

| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

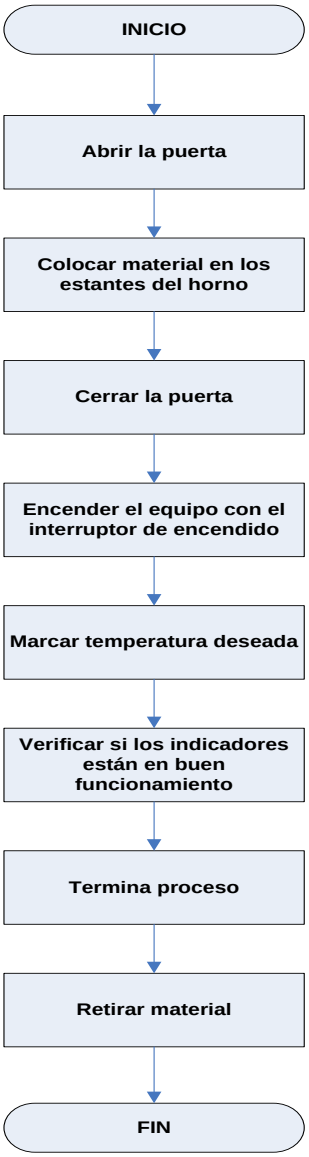
| | |
|---|---|
| GUÍA DE USUARIO<br>DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS UTILIZADOS EN LAS UNIDADES DE SALUD<br><br>PARTES, USO, PROCEDIMIENTO DE USO, CONDICIONES Y FLUJOGRAMA DEL HORNO | Pág. 69 de 70<br><br>Fecha de Creación:<br>Octubre 2005 |

15.3 CONDICIONES DEL HORNO

1. Este equipo debe estar colocado sobre superficie nivelada.
2. La separación mínima entre estos equipos y la pared debe ser de aproximadamente 20 cm. por los efectos del calor.
3. Un horno no debe utilizarse para secar o esterilizar material descartable.
4. No tratar de limpiarlo con objetos punzantes, ya que puede dañar la cámara interna.
5. Cuando el horno ha iniciado el proceso de secado de material, nunca introduzca material mojado porque el que se encuentra ya seco, se quiebra por el cambio brusco de temperatura.



15.4 FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE USO DEL HORNO




| Elaborador Por: | Aprobado Por: |
|---|---|
| Jorge Alvarez<br>Mónica Molina | |

CONCLUSIONES

1. El 100% de los objetivos planteados han sido cumplidos en el documento.

2. Para establecer un estándar de uso de los instrumentos médicos, se definieron los pasos a seguir para el uso de ellos, así como las condiciones que deben tener para conservarse en buen estado funcional, ya que como resultado de las entrevistas realizadas al personal que labora en las unidades de salud, se obtuvo la falta de procedimientos de uso de los mismos.

3. Se determinaron las hojas de revisión diaria para poder tener un mejor control sobre las mediciones y el funcionamiento de los instrumentos; así como también los protocolos de verificación que serán ocupados en los SIBASI si se obtienen calibraciones internas.

4. Con el análisis de la propuesta de plan de aseguramiento de mediciones se ha planteado tres alternativas de solución viables, donde el SIBASI-Ilopango podrá escoger la que mejor le convenga.

5. Las unidades de salud en estudio poseen instrumentos médicos que no se encuentran en óptimas condiciones para la toma de mediciones, ya que están sin calibrar, lo que lleva a obtener mediciones poco confiables.

6. El sistema nacional de salud desconocen que algunos instrumentos utilizados para medir el estado de salud de las personas se deben calibrar, para evitar ocasionar riesgos en la vida de las personas.

7. En el país es necesario que se instruya en el área de aseguramiento de las mediciones al personal de las instituciones de salud pública, de tal manera que se proporcione un servicio mejor.

8. Esta propuesta puede ser implementada a nivel nacional en cada SIBASI perteneciente al ministerio de salud pública y asistencia social, siendo monitoreada por un ingeniero industrial.

RECOMENDACIONES

Al SIBASI-Ilopango:

Que el SIBASI se encargue de contratar servicios metrológicos a las instituciones que ellos crean convenientes de acuerdo al presupuesto que dispongan. De esta manera, tener los instrumentos en óptimas condiciones respecto al funcionamiento de ellos, llevando un control de los instrumentos por medio de las listas de verificación, presentadas en el plan de aseguramiento de las mediciones.

Dentro de las instituciones de las unidades de salud deben poseer procedimiento de uso de los instrumentos a la vista del personal que los manipula.

En cuanto al equipo utilizado, es necesario retirar instrumentos médicos que se encuentran funcionando, pero que no están debidamente calibrados, adquiriendo nuevo equipo, el cual debe seguir el programa de calibración propuesto.

A los talleres:

Respecto al personal que labora dentro de los talleres del SIBASI, que se encargan del mantenimiento y control del funcionamiento de los instrumentos, para tener en mejor funcionamiento los instrumentos es necesario que ellos puedan capacitar al personal respecto al área de calibraciones.

General:

No se considera la importancia de los instrumentos calibrados, debido a que durante el transporte pueden ser dañados y afectar la calibración.

Utilizar las tres unidades de salud como prototipo evaluando sus resultados, a fin de una posible implementación nacional para poder tener un sistema integro de salud.

Esta propuesta debe ser monitoreada por un Ingeniero industrial, porque poseen los conocimientos requeridos para dar seguimiento al plan.

Para la calibración de los instrumentos médicos se recomiendan los laboratorios: CONACYT y UDB, Porque son entes reconocidos a nivel nacional.

Las instituciones públicas de salud deberían destinar presupuesto para calibración.

El presente plan tiene la flexibilidad requerida para ser aplicado en cualquier institución de salud: pública y privada.

FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRÁFICA

Metrología
Segunda Edición
Editorial: Mc Graw Hill
Autor: Carlos Gonzáles Gonzáles y Ramón Zeleny Vásquez

Ingeniería de Métodos
Editorial: LIMUSA, Noriega Editores
Autor: Edgard V. Krick

Mettler-Toledo
Glossary Of Weighing Terms

Administracion

Editorial: Mc Graw Hill
Edición: 12ª
Autor: Harold Koontz

Administración
Editorial: Prentice-Hall Hispanoamérica
Autor: James A F Stoner

Ingeniería De Mantenimiento
Editorial: Mc Graw Hill

OTRAS

Alcaldía Municipal de San Martín
Alcaldía Municipal de Tonacatepeque
Alcaldía Municipal de Ilopango
SIBASI-Ilopango (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social)
Unidades de Salud de: San Martín, Altavista y Santa Lucía.

SITIOS WEB

www.calidad.org/s/causa.pdf.gestiopolis.com
www.calidad.org/s/pareto.pdf.gestiopolis.com
www.calidad.org/s/checklist.pdf.gestiopolis.com
www.indavia.org/espanol/expbreathe/be4.htmal
www.google/imagenes/instrumentosmedicos.com

# ACRÓNIMOS

ANSI: Instituto Estadounidense de Normas

BIPM: Buró Internacional de Pesas y Medidas

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CRN: Centros Rurales de Nutrición

CGPS: Conferencia General de Pesas y Medidas

CVGT: termómetro De Gas a Volumen Constante

CEM: Centro Español de Metrología

CENAM: Centro nacional de Metrología

COGUANOR: Comisión Guatemalteca de Normalización

COPAN: Comisión Panamericana de Normalización

C.A: Centro América

FUSAL: Fundación Salvadoreña para la Salud y Desarrollo

ISO: Organización Internacional de Estandarización

IEO: Comisión Electrotécnica Internacional

ISSS: Instituto Salvadoreño del Seguro Social

MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

OIML: Organización Internacional de Metrología Legal

SIBASI: Sistema Básico de Salud Integral.

SI: Sistema Internacional de Unidades

SRPT: Termómetro Estándar de Resistencia de Platino.

TLV: Termómetro de Líquido en Vidrio

UDB: Universidad Don Bosco.

UES: Universidad de El Salvador

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

U.S: Unidad de salud

VIM: Vocabulario Internacional de Metrología

VIH: Virus de Inmunodeficiencia

GLOSARIO TÉCNICO

A

Acreditación: Es un reconocimiento formal de cumplir requisitos especificados y competentes para desarrollar tareas específicas.

Autoclave: Dispositivos que sirven para los procesos de esterilización.

Arteria Braquial:

Absorbancia:

B

Balanza: Instrumento que mide masas menores de 60 kg

Báscula: Instrumento que mede masas mayores de 60 kg

C

Certificación: Es la actividad consistente en la emisión de documentos que atestigüen que un producto o servicio se ajuste a normas técnicas determinadas.

Confiabilidad:

E

Esfigmomanómetro: Instrumento utilizado para medir la presión arterial.

Especificación: es una exigencia o requisito que debe cumplir un producto, proceso o servicio, ya que siempre es el procedimiento por medio del cual puede determinarse si el requisito exigido es satisfactorio.

Equipo: Todos los instrumentos de medición, los patrones de medición, los materiales de referencia, los aparatos auxiliares y las instrucciones que se necesiten para efectuar una medición. Este término incluye el equipo de medición utilizado para el ensayo e inspección, así como el utilizado en la calibración.

Especificación Operacional: Las características claves del desempeño del instrumento y los intervalos en los cuales se requiere operar y desempeñar consistentemente, como se acordó entre el usuario y el proveedor.

Especificación Funcional: define todos los requisitos del instrumento incluyendo la especificación operacional y otros factores críticos relacionados con su uso.
Extramural: Es el servicio de Salud que se presta fuera de las unidades de salud (de casa en casa, saneamiento, vacunaciones).

G

Guía de Usuario: Procedimiento de uso y mantenimiento de los instrumentos.

I

Instrumento: Dispositivo destinado para efectuar mediciones, solo o en conjunto con uno o varios dispositivos adicionales.
Instrumento Y Equipo: De acuerdo al Vocabulario Internacional de Metrología; estos dos conceptos poseen similar significado, debido a que los dos determinan valores de magnitudes, siendo este el interés de la metrología.
Intramural: Es el servicio de salud que se presta dentro de las unidades de salud.
Infantómetro: Balanzas ocupadas para medir el peso de los niños menores de un año.

L

Laboratorio de Metrología: Son los encargados de la calibración, ensayos y mediciones de masa, temperatura, electricidad, presión, química, etc.

M

Magnitud: Atributo de un fenómeno que puede ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente.
Manómetros: Nombre genérico de los instrumentos que miden presión.
Masa: Son instrumentos que sirven para calibrar las balanzas.
Medición: Es el conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

P

Patrón: Es la medida materializada de un aparato o de un sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad.

Protocolo: Pasos lógicos a seguir en una verificación y calibración de instrumentos.

Presión Sistólica:

Presión Diastolita:

Pingüinos: Utensilios de hielo utilizados para mantener el biológico con el calor adecuado.

R

Refrigeradores: Equipo utilizado en medicina para la manutención de vacunas y pingüinos a bajas temperaturas (2 – 10 ºC)

T

Termómetro (TLV): instrumento utilizado para medir temperatura corporal (Termómetro de Líquido en Vidrio).

Transmitancía:

X

Xilol: Compuesto químico utilizados para la realización de pruebas y reacciones.

ANEXOS

ANEXO 1 VOCABULARIO INTERNACIONAL DE METROLOGÍA

ANEXO 2 FOTOGRAFÍA DEL TALLER DEL SIBASI ILOPANGO

ANEXO 3 ENTREVISTAS

ANEXO 3.1 ENTREVISTAS A UNIDADES DE SALUD
ANEXO 3.2 ENTREVISTAS A TALLER

ANEXO 4 FORMATO

ANEXO 4.1 FORMATO DE CHECK LIST
ANEXO 4.2 FORMATO DE INVENTARIO METROLOGICO
ANEXO 4.3 FORMATO DE VIÑETAS
ANEXO 4.4 FORMATO DE CERTIFICADO DE CALIBRACION

## ANEXO 1. VIM

### INTRODUCCION (a la primera edición)

Todas las ramas de la ciencia y la tecnología necesitan escoger su vocabulario con cuidado.

Cada término debe tener el mismo significado para todos los usuarios y debe, por consiguiente, al mismo tiempo expresar un concepto bien definido, sin entrar en conflicto con el lenguaje común. Esto se aplica particularmente en metrología, pero con una dificultad adicional: toda medición está viciada por errores imperfectamente conocidos, de tal forma que la interpretación que se puede dar a la medición debe incluir su incertidumbre. No obstante debemos expresar con precisión esas mismas imprecisiones.

Para tratar de resolver este problema en el plano internacional, el Grupo Metrología de la ISO, decidió proponer a las cuatro principales organizaciones internacionales que se ocupan de la metrología (BIPM, IEC, ISO, OIML) realizar una acción conjunta para elaborar una terminología común. Con este objetivo, se constituyó un grupo de trabajo para coordinar la preparación de un vocabulario de términos generales utilizados en metrología. Como punto de partida el grupo de trabajo hizo gran uso de los vocabularios existentes en la IEC y la OIML sobre la base de los cuales elaboró un proyecto de vocabulario que ha sido ampliamente circulado en las cuatro organizaciones participantes. Numerosos comentarios, que cubren cientos de páginas, fueron recibidos, todos fueron examinados en el curso de varias reuniones del grupo de trabajo conjunto, internacional, compuesto de expertos designados por cada una de las cuatro organizaciones. Algunos de estos comentarios dieron lugar a discusiones prolongadas y a veces apasionadas. El presente vocabulario es el resultado de este trabajo conjunto. La ISO estuvo de acuerdo con publicarlo a nombre de las cuatro organizaciones.

El grupo de trabajo hizo todos los esfuerzos para tomar en cuenta otras publicaciones referentes al mismo tema, de las cuales algunas son citadas en la bibliografía. El grupo de trabajo se preocupó también de tener en cuenta no sólo las mediciones más refinadas, sino también las mediciones más corrientes donde sólo se requieren modestas ejecuciones. Los conceptos son los mismos, en los dos casos sólo su importancia relativa cambia según las aplicaciones. A fin de facilitar la consulta del vocabulario, se trató de agrupar los términos afines. La agrupación escogida no pretende, de ninguna manera, atribuirle una prioridad o una importancia particular a unos términos sobre otros.

En el ámbito de los errores y de las incertidumbres, este vocabulario ha debido limitar sus aspiraciones. Estos conceptos actualmente son objeto de estudios y controversias. El grupo de trabajo asumió una actitud muy conservadora para no fomentar el uso de términos impropios. Se ha dejado a un lado, el lenguaje de las estadísticas, el cual a menudo ha sido utilizado erróneamente en el campo de las mediciones. Se ha conservado la palabra "error", consagrada por el uso, no obstante que a menudo es utilizada incorrectamente. El error corresponde a un concepto bien definido. Todas las mediciones son susceptibles de error.

Pero este error es generalmente desconocido. Se ignora su signo y se hace difícil atribuirle una dimensión determinada. Es por esto que el uso de la palabra "incertidumbre" tiende a incrementarse para caracterizar "la estimación del error posible, de signo desconocido". Sin embargo, hay que ser cuidadoso para no aplicar indiscriminadamente el lenguaje de la estadística, al concepto de incertidumbre, como la estimación de una incertidumbre es singularmente una materia de riguroso análisis estadístico.

El grupo de trabajo se ha abstenido intencionalmente de redefinir todos los términos utilizados en las definiciones mismas, así para definir un sistema de unidades, se refiere a un sistema de magnitudes físicas. La definición de las magnitudes físicas y su organización en sistema, sobrepasa considerablemente el dominio de la competencia de los metrólogos.

Estas cuestiones son tratadas en otras publicaciones, emanadas, por ejemplo, de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP) y de la ISO.

Las materias de lenguajes no son de la competencia del Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Estas tareas son, en esencia, para suministrar las bases experimentales del Sistema Internacional de Unidades (SI). Sin embargo, muchos años de experiencia en este campo pueden ser útiles para elaborar un vocabulario de metrología. Por ésta razón el BIPM aceptó relacionarse en el trabajo. Es también indudable la razón por la cual tuve yo el honor de ser escogido por los expertos de las otras tres organizaciones para actuar como presidente de los encuentros de los grupos de trabajo. Esto me permitió apreciar el esfuerzo que los participantes impusieron en el trabajo de clasificación de los conceptos y encontrar el "medio justo".

Ya inquietos con la selección de los términos mismos, sus definiciones, notas y ejemplos, en francés y en inglés, el grupo de trabajo se ha esforzado para encontrar un consenso. Todo lo que causó un debate, fue omitido. Uno puede por tanto estar seguro que el contenido de este documento donde quiera representa al menos, un aceptable compromiso para la gran mayoría de los participantes. Sin duda las imperfecciones aún existen. Ellas necesitarán ser corregidas en el futuro. Yo espero sin embargo, que estas imperfecciones no coloquen al Vocabulario en conflicto con la lógica elemental o con el estado real de nuestro conocimiento sobre el sujeto de metrología.

Es necesario agradecer a todos aquellos participantes en este trabajo, desde el primero hasta el último. Ellos son muchos para poder mencionarlos a todos pero he tenido la oportunidad de mencionar el papel esencial que ha jugado Peter M . Clifford. El cual tuvo a su cargo todas las tareas prácticas del secretariado del grupo de trabajo desde la edición del primer proyecto hasta el texto final. El éxito que le deseo a este vocabulario será en mayor parte debido a él.

Pierre Giacomo Presidente del Grupo de Trabajo Conjunto Director Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM)

ANEXO 1 VIM

INTRODUCCION A LA SEGUNDA EDICION

La primera edición de este vocabulario fue ampliamente distribuida. Como se previó en su introducción algunas imperfecciones fueron encontradas las cuales han necesitado de una revisión y adición a la enmienda editada en 1987. Muchas de las imperfecciones fueron de lenguaje más que de concepto, pero también ha sido necesario eliminar algunas anomalías, ambigüedades y rodeos, además se hizo evidente que el vocabulario no tuvo en cuenta suficientemente las necesidades de la química y los campos afines.

Un grupo de trabajo consistente de expertos asignados por el BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP y la OIML han tomado por tanto la revisión de la primera edición. Este trabajo ha estado basado en el gran número de comentarios recibidos.

Como en la primera edición, ha permanecido el énfasis en los conceptos básicos y generales concernientes a la metrología y de establecer términos acordados junto a las descripciones de los conceptos que ellos expresan.

Se espera que este Vocabulario estimule el diálogo entre los expertos de las diferentes disciplinas especializadas de la ciencia y la tecnología, contribuyendo a armonizar la terminología de cada disciplina.

Pierre Giacomo Presidente del grupo de trabajo conjunto Director emérito Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM)

## 1 MAGNITUDES Y UNIDADES

### 1.1 magnitud (medible)

Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede ser identificado cualitativamente y determinado cuantitativamente.

*Notas*

1 El término "magnitud" puede referirse a una magnitud en sentido general [véase ejemplo a)] o a una **magnitud particular** [véase ejemplo b)].

*Ejemplos*

a) magnitudes en sentido general: longitud, tiempo, masa, temperatura, resistencia eléctrica, concentración de cantidad de sustancia;

b) magnitudes particulares:

- longitud de un rodillo en particular,
- resistencia eléctrica de un alambre específico,
- concentración de la cantidad de sustancia de etanol en una muestra dada de vino.

2 Las magnitudes que pueden ser mutuamente comparables se denominan **magnitudes del mismo tipo**.

3 Las magnitudes del mismo tipo pueden agruparse en **categorías de magnitudes** por ejemplo:

- trabajo, calor, energía,
- grosor, circunferencia, longitud de onda.

4 Los **símbolos de las magnitudes** se establecen en ISO-31.

**1.2 (-) sistema de magnitudes**
Conjunto de magnitudes, en sentido general, entre las cuales, existen relaciones definidas.
**1.3** (1.02) **magnitud básica**
Cualquier magnitud que, en un sistema de magnitudes, es convencionalmente aceptada Como funcionalmente independiente de las otras.
*Ejemplo* Las magnitudes longitud, masa y tiempo son generalmente tomadas como magnitudes básicas en el campo de la mecánica.
*Nota* Las magnitudes básicas correspondientes a las unidades básicas del SI están dadas en la Nota de 1.12.
**1.4**
(1.03) **magnitud derivada** magnitud definida, en un sistema de magnitudes, como función de las magnitudes básicas de ese sistema.
*Ejemplo* en un sistema que tenga las magnitudes básicas de longitud, masa y tiempo, la velocidad es una magnitud derivada, definida como: la longitud dividida por el tiempo.
**1.5**
(1.04) **dimensión de una magnitud** expresión que representa una magnitud de un sistema de magnitudes como el producto de las potencias de factores que constituyen las magnitudes básicas del sistema.
*Ejemplos*
a) en un sistema que tenga como magnitudes básicas longitud, masa y tiempo, cuyas dimensiones se simbolizan por L, M y T respectivamente, LMT-2 es la dimensión de la fuerza;
b) en el mismo sistema de magnitudes, ML-3 es la dimensión de la concentración de masa, así como de la densidad de masa.
*Notas*
1 Los factores que representan las magnitudes básicas son denominados "dimensiones" de estas magnitudes.
2 Para detalles relacionados con el álgebra, véase ISO 31-0.
**1.6**
(1.05) **magnitud de dimensión uno magnitud adimensional** magnitud en cuya expresión dimensional, todos los exponentes de las dimensiones de las magnitudes básicas se reducen a cero.
*Ejemplos* dilatación lineal relativa, coeficiente de fricción, número de Mach, índice de refracción, fracción de mole (fracción de cantidad de sustancia), fracción de masa.
**1.7**
(1.06) **unidad (de medida)** magnitud particular, definida y adoptada por convenio, con la cual son comparadas otras magnitudes del mismo tipo para expresar la cantidad relativa a esa magnitud.
*Notas*
1 Las unidades de medida tienen asignados convencionalmente nombres y símbolos.

2 Las unidades de las magnitudes de la misma dimensión pueden tener los mismos nombres y símbolos aún cuando las magnitudes no sean del mismo tipo.

**1.8**

(1.07) **símbolos de una unidad (de medida) S**ímbolo convencional que designa una unidad de medida.

*Ejemplos*

a) m es el símbolo del metro;

b) A es el símbolo del ampere.

**1.9**

**(1.08) sistema de unidades (de medida)**

Conjunto de unidades básicas y de unidades derivadas, definidas de acuerdo con reglas dadas, para un sistema de magnitudes dado.

*Ejemplos*

a) Sistema Internacional de Unidades, SI;

b) Sistema de unidades CGS.

**1.10**

(1.13) **unidad (de medida) (derivada) coherente** unidad de medida derivada que puede ser expresada como el producto de las potencias de las unidades básicas con factor de proporcionalidad uno.

*Nota* La coherencia puede ser solamente determinada con respecto a las unidades básicas de un sistema particular. Una unidad puede ser coherente con respecto a un sistema, pero no a otro.

**1.11**

(1.09) **sistema coherente de unidades (de medida)** sistema de unidades de medida en el cual todas las unidades derivadas son coherentes.

*Ejemplo* Las siguientes unidades (expresadas por sus símbolos) forman parte de un sistema coherente de unidades en mecánica, dentro del Sistema Internacional de Unidades, SI:

m; kg; s;

m2; m3; Hz = s-1; m.s-1; m.s-2;

kg.m-3; N = kg.m.s-2;

Pa = kg.m-1.s-2; J = kg.m2.s-2;

W = kg.m2.s-3.

**1.12**

(1.10)

**Sistema Internacional de Unidades, SI, sistema** coherente de unidades adoptado y recomendado por la Conferencia General de

Pesas y Medidas (CGPM).

*Nota* El SI está basado en la actualidad en las siete unidades básicas siguientes: magnitud unidad básica del SI

Nombre Símbolo longitud masa tiempo corriente eléctrica temperatura termodinámica cantidad de sustancia intensidad luminosa metro kilogramo segundo ampere kelvin mole candela m Kg s A K mol cd

**1.13**
(1.11) **unidad (de medida) básica** unidad de medida de una magnitud básica en un sistema de magnitudes dado.
*Nota* En cualquier sistema de unidades coherentes hay sólo una unidad básica por cada magnitud básica.
**1.14**
(1.12) **unidad (de medida) derivada** unidad de medida de una magnitud derivada en un sistema de magnitudes dado.
*Nota* Algunas unidades derivadas tienen nombres y símbolos especiales; por ejemplo, en el SI:
Magnitud Unidad derivada del SI
Nombre Símbolo
Fuerza
Energía
Presión
Newton
Joule
Pascal
N
J
Pa
**1.15**
(1.14) **unidad (de medida) fuera de sistema** unidad de medida que no pertenece a un sistema de unidades dado
*Ejemplos*
a) electronvolt (aproximadamente 1,602 18 x 10-19 J) es una unidad de energía fuera del
SI;
b) día, hora, minuto, son unidades de tiempo fuera del SI.
**1.16**
(1.15) **múltiplo de una unidad (de medida)** unidad de medida mayor, la cual se forma a partir de una unidad dada, de acuerdo a una escala convencional
*Ejemplos*
a) uno de los múltiplos decimales del metro es el kilómetro;
b) un múltiplo no decimal del segundo es la hora.
**1.17**
(1.16) **submúltiplo de una unidad (de medida)** unidad de medida menor, la cual se forma a partir de una unidad dada, de acuerdo a una escala convencional.
*Ejemplo* uno de los submúltiplos decimales del metro es el milímetro.
**1.18**
(1.17) **valor (de una magnitud)**
Cantidad de una magnitud específica generalmente expresada como una unidad de medida multiplicada por un número.
*Ejemplos*

a) longitud de un rodillo 5,34 m ó 534 cm;
b) masa de un cuerpo 0,152 kg ó 152 g; cantidad de sustancia de una muestra de agua (H20): 0,012 mol ó 12 mmol.
*Notas*
1 El valor de una magnitud puede ser positivo, negativo o cero.
2 El valor de una magnitud puede ser expresado en más de una forma.
3 Los valores de las magnitudes de dimensión uno generalmente son expresados por números puros.
4 Una magnitud que no puede ser expresada como una unidad de medida multiplicada por un número, puede ser expresada como referencia a una escala de referencia convencional, a un procedimiento de medición o a ambos.
**1.19**
(1.18) **valor verdadero (de una magnitud)** valor compatible con la definición de una magnitud dada.
*Notas*
1 Este es un valor que pudiera ser obtenido por una medición perfecta.
2 Los valores verdaderos son por naturaleza indeterminados.
3 El artículo indefinido "un" tanto como el artículo definido "el" es usado en unión con "valor verdadero" porque pueden haber muchos valores en correspondencia con la definición de una magnitud particular.
**1.20**
(1.19) **valor convencionalmente verdadero (de una magnitud)** valor atribuido a una magnitud particular y aceptado, algunas veces por convenio, que tiene una incertidumbre apropiada para un propósito dado.
*Ejemplos*
a) en un lugar dado, el valor asignado a la magnitud obtenida por un patrón de referencia puede ser tomado como valor convencionalmente verdadero.
b) el valor recomendado de CODATA para la constante de Avogadro, NA: 6,022 136 7 x
1023 mol-1.
*Notas*
1 El "valor convencionalmente verdadero" es llamado en ocasiones **valor asignado, mejor estimado** del valor**, valor convencional** o **valor de referencia.** El "Valor de referencia", en este sentido, no debe ser confundido con el "valor de referencia" en el sentido usado en la Nota de 5.7.
2 Frecuentemente, un número de resultados de mediciones de una magnitud se usa para establecer un valor convencionalmente verdadero.
**1.21**
(1.20) **valor numérico (de una magnitud)**
Cociente del valor de una magnitud y la unidad usado en su expresión
*Ejemplos* en los ejemplos dados en 1.18, los números:
a) 5,34 , 534;
b) 0,152 , 152;c) 0,012 , 12

**1.22**

(1.21) **escala de referencia convencional escala de valor de referencia.** Para magnitudes específicas de un tipo dado, un grupo de valores ordenados, continuos o discretos, definidos por convenio y usados como una referencia para disponer magnitudes con las cantidades en orden.
*Ejemplos*
a) la escala de dureza Mohs;
b) la escala de pH en química;
c) la escala de números de octano para petróleo combustible.
**2 MEDICIONES**
**2 .1 medición**
Conjunto de operaciones que tienen como objetivo determinar el valor de una magnitud.
*Nota* Las operaciones pueden ser ejecutadas automáticamente.
**2.2 metrología**
Ciencia de las mediciones.
*Nota* La metrología incluye todos los aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones, independientemente de la incertidumbre y de la rama de la ciencia o la tecnología donde ellas ocurran.
**2.3**
(2.05) **principio de medición** bases científicas de una medición
*Ejemplos*
a) el efecto termoeléctrico aplicado a la medición de temperatura;
b) el efecto Josephson aplicado a la medición de diferencia de potencial eléctrico; el efecto Doppler aplicado a la medición de velocidad;
d) el efecto Raman aplicado a la medición de número de onda de las vibraciones moleculares.
**2.4**
(2.06) **método de medición** secuencia lógica de operaciones, generalmente descritas, usada en la ejecución de las mediciones.
*Nota* Los métodos de medición pueden ser calificados de varias formas, tales como:
**- método de sustitución,**
**- método diferencial,**
**- método de cero.**
**2.5**
(2.07) **procedimiento de medición**
Conjunto de operaciones, en términos específicos, utilizadas en la ejecución de mediciones particulares, de acuerdo a un método dado.
*Nota* El procedimiento de medición es generalmente registrado en un documento que en ocasiones se denomina por sí mismo procedimiento de medición (o un **método de medición**) y contiene normalmente los detalles

Suficientes para que un operador sea capaz de realizar una medición sin información adicional.

**2.6**

(2.09) **magnitud a medir** magnitud particular sujeta a ser medida.

*Ejemplo* Presión de vapor de agua a 20 oC.

*Nota* La especificación de una magnitud a medir, puede requerir indicaciones relativas a magnitudes, tales como tiempo, temperatura y presión.

**2.7**

(2.10) **magnitud influyente** magnitud que no es la magnitud a medir, pero que afecta el resultado de la medición.

*Ejemplos*

a) temperatura de un micrómetro utilizado para medir longitud;

b) frecuencia en la medición de la amplitud de la diferencia de potencial eléctrico de corriente alterna; concentración de bilirrubina en la medición de la concentración de hemoglobina en plasma de sangre humana.

**2 .8** (2.12) **señal de medición** magnitud que representa la magnitud a medir y que está funcionalmente relacionada con ella.

*Ejemplos*

a) la señal de salida eléctrica de un transductor de presión;

b) la frecuencia de un convertidor de voltaje a frecuencia;

c) la fuerza electromotriz de la celda de concentración electroquímica utilizada para medir la diferencia en la concentración.

*Nota* La señal de entrada a un sistema de medición puede ser denominada "**estímulo"**; la señal de salida puede ser llamada "**respuesta**".

**2.9** (2.11) **valor transformado (de una magnitud a medir)** valor de una señal de medición representando a una magnitud a medir.

**3 RESULTADOS DE MEDICION**

**3.1 resultado de una medición** valor atribuido a una magnitud a medir, obtenido por una medición.

*Notas*

1 Cuando se da el resultado, se aclarará si se refiere a:

- la indicación,
- resultado sin corrección,
- resultado con corrección,

y si alguno de los valores son promediados.

2 La expresión completa del resultado de una medición incluye la información sobre la incertidumbre de la medición.

**3.2 indicación (de un instrumento de medición)** valor de una magnitud suministrado por un instrumento de medición.

*Notas*

1 El valor leído del dispositivo de indicación puede ser llamado **indicación directa**; éste es multiplicado por la constante del instrumento para obtener la indicación.

2 La magnitud puede ser la magnitud a medir, una señal de medición u otra magnitud que sea usada en el cálculo del valor de la magnitud a medir.
3 Para una medida materializada, la indicación es el valor asignado a la misma.
**3.3 resultado sin corrección** resultado de una medición antes de corregirse los errores sistemáticos.
**3.4 resultado con corrección** resultado de una medición después de corregirse los errores sistemáticos asumidos.
**3.5 exactitud de la medición** acuerdo más cercano entre el resultado de una medición y un valor verdadero de la magnitud a medir.
*Notas*
1 "Exactitud" es un concepto cualitativo.
2 El término **"precisión"** no debe ser utilizado por "exactitud".
**3.6 repetibilidad (de los resultados de las mediciones)**
Acuerdo más cercano entre los resultados de mediciones sucesivas de la misma magnitud a medir llevadas a cabo bajo las mismas condiciones:
*Notas*
1 Estas condiciones se denominan **condiciones de repetibilidad.**
2 Las condiciones de repetibilidad incluyen:
- el mismo procedimiento de medición,
- el mismo observador,
- el mismo instrumento de medición, utilizado bajo las mismas condiciones
- el mismo lugar,
- la repetición en un corto intervalo de tiempo.

3 La repetibilidad puede ser expresada cuantitativamente en términos de las características de la dispersión de los resultados.
**3.7 reproducibilidad (de los resultados de las mediciones)** acuerdo más cercano entre el resultado de mediciones de la misma magnitud a medir, llevadas a cabo bajo distintas condiciones
*Notas*
1 Para que una expresión de la reproducibilidad sea válida es necesario especificar las condiciones que varían.
2 Las distintas condiciones pueden incluir:
- principio de medición,
- método de medición,
- observador,
- instrumento de medición,
- patrón de referencia
- lugar,
- condiciones de uso,
- tiempo.

3 La reproducibilidad puede ser expresada cuantitativamente en términos de las características de la dispersión de los resultados.4 Aquí se entiende generalmente que los resultados son resultados con corrección.

**3.8 desviación típica experimental** para una serie de n mediciones de la misma magnitud a medir, la magnitud *s* caracteriza la dispersión de los resultados, y se expresa por la fórmula:

*s*

*x x*

*n*

*i*

*i*

*n*

=

-

-

= å

( ) 2

1

1 donde xi es el resultado de la i-ésima medición y *x* es la media aritmética de los *n* resultados considerados.

*Notas*

1 Considerando la serie de *n* valores como una muestra de una distribución, *x* es un estimador sin sesgo de la media *µ,* y *s2* es un estimador sin sesgo de la varianza s*2* de esa distribución

2 La expresión *s/ n* es un estimador de la desviación típica de la distribución de *x* y se denomina **desviación típica experimental de la media**.

3 La "desviación típica experimental de la media" en ocasiones es llamada incorrectamente **error típico de la media**.

**3 .9 incertidumbre de medición** parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos a la magnitud a medir.

*Notas*

1 El parámetro puede ser, por ejemplo, la desviación típica (o un múltiplo de ésta), o la amplitud del intervalo de confianza.

2 La incertidumbre de medición comprende, en general, muchos componentes. Algunos de ellos pueden ser evaluados a partir de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y pueden ser caracterizados mediante desviaciones típicas experimentales. Los otros componentes, que pueden también ser caracterizados por desviaciones típicas, son evaluados a partir de distribuciones de probabilidad asumidas, basadas en la experiencia u otra información.

3 Se entiende que el resultado de la medición es el mejor estimado del valor de la magnitud a medir y de todos los componentes de la incertidumbre que contribuyen a la dispersión, incluyendo aquellos que surgen de los efectos sistemáticos tales como los componentes asociados con las correcciones y los patrones de referencia.

Esta definición es de la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición" en la cual está relacionada en detalle (véase en particular 2.2.4 y el anexo D [10]).

**3.10 error (de medición)** resultado de una medición menos el valor verdadero de la magnitud a medir.

*Notas*

1 Puesto que el valor verdadero no puede ser determinado, en la práctica se usa el valor convencionalmente verdadero (véase 1.19 y 1.20).

2 Cuando es necesario distinguir el "error" del "error relativo", esa forma es algunas veces llamada **error absoluto de medición**. Esto no debe confundirse con el **valor absoluto del error** el cual es el módulo del error.

**3.11** (-) **desviación** valor menos su valor de referencia.

**3 .12 error relativo** (3.11)

Error de medición dividido por el valor verdadero de la magnitud a medir.

*Nota* Puesto que el valor verdadero no puede ser determinado, en la práctica se usa el valor convencionalmente verdadero (ver 1.19 y 1.20).

**3.13 error aleatorio**

(3.12)

Resultado de una medición menos la media que pudiera resultar de un infinito número de mediciones de la misma magnitud a medir llevadas a cabo bajo condiciones de repetibilidad.

*Notas*

1 El error aleatorio es igual al error menos el error sistemático

2 Porque sólo un número finito de mediciones pueden ser hechas, es posible determinar sólo un estimado del error aleatorio.

**3.14 error sistemático**

(3.13) la media que puede resultar de un infinito número de mediciones de la misma magnitud a medir llevadas a cabo bajo condiciones de repetibilidad, menos el valor verdadero de dicha magnitud.

*Notas*

1 El error sistemático es igual al error menos el error aleatorio

2 Como el valor verdadero, el error sistemático y sus causas no pueden ser completamente conocidos.

3 Para un instrumento de medición, véase "sesgo" (5.25).

**3.15 corrección**

(3.14) valor, sumado algebraicamente al resultado sin corrección de una medición, para compensar el error sistemático.

*Notas*

1 la corrección es igual al error sistemático estimado, pero con signo opuesto.

2 puesto que el error sistemático no puede ser perfectamente conocido, la compensación no puede ser completa.

**3.16 factor de corrección.**

(3.15)

Factor numérico por el que se multiplica el resultado sin corrección de una medición para compensar un error sistemático.
Nota Como el error sistemático no puede ser perfectamente conocida, la compensación no puede ser completa.

**4 INSTRUMENTOS DE MEDICION**
Muchos términos diferentes son utilizados para describir los objetos que son empleados en medición. Este vocabulario define solamente una selección de términos preferidos; la siguiente lista está mucho más completa y su ordenamiento es aproximado en orden de incremento de la complejidad. Estos términos no son mutuamente excluyentes. **Elemento componente parte transductor de medición dispositivo de medición material de referencia medida materializada instrumento de medición aparato equipo cadena de medición sistema de medición instalación de medición**

**4.1 instrumento de medición.**
Dispositivo diseñado para ser usado en hacer mediciones, solo o en unión de dispositivos suplementarios.

**4.2 medida materializada.**
Dispositivo diseñado para reproducir o suministrar, de manera permanente durante su uso, uno o más valores conocidos de una magnitud dada.
*Ejemplos*
a) una masa;
b) una medida de volumen (de uno o varios valores, con o sin una escala);
c) una resistencia eléctrica patrón;
d) una medida planoparalela;
e) un generador de señales patrón;
f) un material de referencia.
*Nota* La magnitud relacionada puede ser llamada **magnitud suministrada**.

**4.3 transductor de medición**
Dispositivo que suministra una magnitud de salida teniendo una determinada relación con la magnitud de entrada.
*Ejemplos*
a) termopar;
b) transformador de corriente;
c) indicador tensométrico;
d) electrodo de pH.

**4.4 cadena de medición**
Serie de elementos de un instrumento o sistema de medición, que constituye el paso de una señal de medición desde la entrada hasta la salida.
Ejemplo una cadena de medición electro-acústica que comprende un micrófono, atenuador, filtro, amplificador y voltímetro.

**4.5 sistema de medición.**
Conjunto completo de instrumentos de medición y otros equipos ensamblados para llevar a cabo mediciones específicas.

a) aparatos para medir la conductividad de materiales semiconductores:
b) aparatos para la calibración de termómetros clínicos.
*Notas*
1 El sistema puede incluir medidas materializadas y reactivos químicos.
2 Un sistema de medición que está instalado permanentemente se denomina **instalación de medición**.

**4.6 instrumento (de medición) con display instrumento (de medición) indicador**
Instrumento de medición que brinda una indicación visual.
*Ejemplos*
a) voltímetro indicador analógico;
b) medidor de frecuencia digital;
c) micrómetro.
*Notas*
1 La indicación visual puede ser **analógica** (continua o discontinua) o **digital**.
2 Los valores de más de una magnitud pueden ser visualizados simultáneamente.
3 Un instrumento de medición indicador puede estar provisto de un registrador.

**4.7 instrumento (de medición) registrador**
Instrumento de medición que entrega un registro de la indicación.
*Ejemplos*
a) barógrafo;
b) dosímetro termoluminiscente;
c) espectrómetro registrador.
*Notas*
1 El registro (display) puede ser **analógico** (continuo o discontinuo) o **digital**.
2 Los valores de más de una magnitud pueden ser registrados (indicados) simultáneamente.
3 Un instrumento registrador puede también mostrar una indicación visual.

**4.8 instrumento (de medición) totalizador**
Instrumento de medición que determina el valor de la magnitud a medir por la suma de los valores parciales de la magnitud a medir obtenidos simultáneamente o consecutivamente de una o más fuentes.
*Ejemplos*
a) báscula totalizadora de ferrocarril
b) medidor de potencia eléctrica totalizador.

**4.9 instrumento (de medición) integrador**
Instrumento de medición que determina el valor de la magnitud a medir por integración de una magnitud con respecto a otra magnitud.
*Ejemplo* contador de energía eléctrica.

**4.10 instrumento de medición analógicoinstrumento de indicación analógica**
Instrumento de medición en el cual la salida o la indicación visual es una función continua de la magnitud a medir o de la señal de entrada.
*Nota* Este término se refiere a la forma de presentación de la salida o la indicación visual, y no al principio de funcionamiento del instrumento.

**4.11 instrumento de medición digital instrumento de indicación digital**
Instrumento de medición que entrega una salida digitalizada o visual.
*Nota* Este término se refiere a la forma de presentación de la salida o la indicación visual, y no al principio de funcionamiento del instrumento.
**4.12 dispositivo de display dispositivo indicador** parte de un instrumento de medición que muestra una indicación visual.
*Notas*
1 Este término puede incluir un dispositivo por el cual el valor entregado por la medida materializada es expuesto o fijado.
2 Un dispositivo de analógico de pantalla entrega una **indicación analógica**; un dispositivo digital de pantalla entrega una **indicación digital**.
3 Una forma de presentación de las indicaciones, ya sea por medio de una indicación digital en la cual el dígito menos significativo se mueve continuamente para permitir la interpolación, o por medio de una indicación digital complementada por una escala y un indicador, es llamada **indicación semidigital**.
4 Aplicable sólo al texto en inglés.
**4.13 dispositivo registrador** parte de un instrumento de medición, que entrega un registro de una indicación.
**4.14 sensor**
(4.15) elemento de un instrumento de medición o cadena de medición que está directamente afectado por la magnitud a medir.
*Ejemplos*
a) unión de medición de un termómetro termoeléctrico;
b) rotor de un flujómetro de turbina;
c) tubo Bourdon de un manómetro;
d) flotador de un medidor de nivel;
e) fotocelda de un espectrofotómetro.
*Nota* En algunos campos se usa el término "detector" para este concepto.
**4.15 detector**
(4.16) dispositivo o sustancia que indica la presencia de un fenómeno, sin que necesariamente suministre un valor de una magnitud asociada.
*Ejemplos*
a) detector de fuga de halógeno;
b) papel de tornasol
*Notas*
1 La indicación puede ser producida sólo cuando el valor de la magnitud alcanza un umbral, algunas veces llamado **límite de detección** del detector.

2 En algunos campos el término "detector" se utiliza para el concepto de sensor.

**4.16 índice**

(4.18) parte fija o móvil de un dispositivo indicador cuya posición con referencia a las marcas de la escala es capaz de indicar el valor que se determina.

*Ejemplos*

a) indicador;
b) punto luminoso;
c) superficie de un líquido;
d) plumilla de registro.

**4.17 escala (de un instrumento de medición)**

(4.19)

Conjunto ordenado de marcas, que asociadas a cualquier numeración, forman parte de un dispositivo indicador de un instrumento de medición.

*Nota* Cada marca se denomina **marca de escala**.

**4.18 longitud de la escala**

(4.20) para una escala dada, es la longitud de la línea de mejor ajuste entre la primera y la última marca de la escala y que pasa a través del centro de todas las marcas de escala más pequeñas.

*Notas*

1 La línea puede ser real o imaginaria, curva o recta.
2 La longitud de la escala es expresada en unidades de longitud independientemente de las unidades de la magnitud a medir o de las unidades marcadas sobre la escala.

**4.19 rango de indicación**

(-& 4.21) conjunto de los valores limitados por las indicaciones extremas.

*Notas*

1 Para una indicación analógica, puede ser denominado **rango de la escala**.
2 El rango de las indicaciones es expresado en las unidades marcadas en la escala, independientemente de las unidades de la magnitud a medir, y es normalmente establecido en términos de sus límites inferior y superior, por ejemplo, de 100 ºC a 200
ºC.
3 Véase Nota de 5.2.

**4.20 división de la escala**

(4.22) parte de una escala entre dos marcas sucesivas de escala.

**4.21 longitud de una división**

(4.23)

Distancia entre dos marcas de escalas sucesivas medida a lo largo de la misma línea de la longitud de la escala.

*Nota* La longitud de una división es expresada en unidades de longitud, independientemente de las unidades de la magnitud a medir o de las unidades marcadas en la escala.

**4.22 valor de división**

(4.24)

Diferencia entre los valores correspondientes a dos marcas sucesivas de escala.

*Nota* El valor de división es expresado en las unidades marcadas sobre la escala, independientemente de las unidades de la magnitud medida.

**4.23 escala lineal**

(4.25)

Escala, en la cual cada longitud de una división está relacionada al valor de división correspondiente por un coeficiente de proporcionalidad que es constante a lo largo de toda la escala.

*Nota* Una escala lineal que tiene valores de división constantes se denomina **escala regular**.

**4.24 escala no lineal**

(4.26)

Escala, en la cual cada longitud de una división está relacionada al valor de división correspondiente por un coeficiente de proporcionalidad que no es constante a lo largo de toda la escala.

*Nota* Algunas escalas no lineales reciben nombres especiales tales como **escala logarítmica, escala cuadrática.**

**4.25 escala de cero suprimido**

(4.27)

Escala que no incluye el valor cero en su límite de escala.

*Ejemplo* La escala de un termómetro clínico.

**4.26 escala ampliada**

(4.28) escala en la que una parte del límite de escala ocupa una longitud desproporcionadamente mayor que otras.

**4.27 dial**

(4.29) parte del dispositivo indicador, fijo o móvil, que porta la escala o escalas.

*Nota* En algunos dispositivos indicadores, el dial toma la forma de cilindro o disco que contiene los números y se mueven con relación a un indicador fijo o ventana.

**4.28 numeración de la escala**

(4.30) conjunto de números ordenados, asociados con las marcas de escala.

**4.29 graduación (de un instrumento de medición)**

(4.32) operación de fijar la posición de las marcas de escala de un instrumento de medición (en algunos casos de ciertas marcas principales solamente), relativas al valor correspondiente de la magnitud a medir.

*Nota* Aplicable sólo al texto en francés.

**4.30 ajuste (de un instrumento de medición)**

(4.33) 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.
**4.31 ajuste del operario (de un instrumento de medición)**
(4.34) ajuste empleando solamente los medios a disposición del operario.
˝

**5 CARACTERISTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION**
Algunos de los términos utilizados para describir las características de un instrumento de medición son igualmente aplicables a dispositivos de medición, transductores de medición o a sistemas de medición y también pueden aplicarse por analogía a medidas materializadas o a materiales de referencia.
La señal de entrada a un sistema de medición puede ser denominada "**estímulo**"; la señal de salida puede ser llamada "**respuesta**".
En este capítulo, el término "magnitud a medir" tiene el significado de magnitud aplicada a un instrumento de medición.
**5.1 rango nominal** intervalo de indicaciones obtenibles con los controles de un instrumento de medición colocados en una posición dada.
*Notas*
1 El rango nominal se establece en términos de sus límites inferiores y superiores, por ejemplo, "100 ºC a 200 ºC". Cuando el límite inferior es cero, el rango nominal se establece comúnmente sólo en términos de su límite superior: por ejemplo, el rango nominal de 0 V a 100 V se expresa como "100 V".
2 Véase Nota de 5.2
**5.2 intervalo de medida** módulo de la diferencia entre los dos límites de un rango nominal.
*Ejemplo* Para un rango nominal de - 10 V a + 10 V , el intervalo de medida es 20 V .
*Nota* En algunos campos del conocimiento, la diferencia entre los valores mayores y menores se denominan "**rango**".
**5.3 valor nominal** valor aproximado o redondeado de una característica de un instrumento de medición que sirve de guía para su uso.
*Ejemplos*
a) 100 W como el valor marcado en una resistencia patrón;
b) 1 L como el valor marcado con un trazo en un recipiente volumétrico;
c) 0,1 mol/L como la concentración de la cantidad de sustancia de una solución de cloruro de hidrógeno, HCl;
d) 25 ºC como el punto establecido de un baño controlado termostáticamente.
**5.4 rango de medición** conjunto de valores de la magnitud a medir para el cual el error de un instrumento de medición esta proyectado para que se mantenga dentro de límites especificados.
*Nota*
1 el "error" es determinado en relación a un valor convencionalmente verdadero

2 Véase Nota de 5.2.

**5.5 condiciones asignadas de funcionamiento** condiciones de utilización para las cuales, se proyecta que las características metrológicas especificadas de un instrumento de medición estén comprendidas entre límites dados.

*Nota* Las condiciones asignadas de funcionamiento especifican generalmente el rango o **valores asignados** de la magnitud a medir y de las magnitudes influyentes.

**5.6 condiciones límites** condiciones extremas que puede soportar un instrumento de medición sin dañarse y sin degradarse sus características metrológicas especificadas cuando es utilizado posteriormente bajo condiciones asignadas de funcionamiento.

*Notas*

1 Las condiciones límites para el almacenamiento, transportación y operación pueden ser diferentes.

2 Las condiciones límites pueden incluir los valores límites de la magnitud a medir y de las magnitudes influyentes.

**5.7 condiciones de referencia** condiciones de utilización de un instrumento de medición prescritas por ensayos de funcionamiento, o por intercomparación de resultados de mediciones.

*Nota* Las condiciones de referencia generalmente incluyen **valores de referencia** o **rangos de referencia** para las magnitudes influyentes que afectan al instrumento de medición.

**5.8 constante de un instrumento** coeficiente por el cual la indicación directa de un instrumento de medición debe ser multiplicada para obtener el valor indicado de una magnitud a medir o el de una magnitud que va a ser utilizada en el cálculo del valor de la magnitud a medir.

*Notas*

1 Los instrumentos de medición de rangos múltiples, con una sola indicación, tienen varias constantes que corresponden, por ejemplo, a diferentes posiciones del mecanismo selector

2 Cuando la constante del instrumento es el número uno, por lo general no aparece en el instrumento.

**5.9 característica de respuesta.** Relación entre un estímulo y la respuesta correspondiente, para condiciones definidas.

*Ejemplo* La f.e.m. (fuerza electromotriz) de un termopar como una función de la temperatura.

*Notas*

1 La relación puede estar expresada en forma de una ecuación matemática, tabla numérica o un gráfico.

2 Cuando el estímulo varía en función del tiempo, una forma de la característica de respuesta es la función de transferencia (la transformada de Laplace de la respuesta dividida por la transformada de Laplace del estímulo).

**5.10 sensibilidad** cambio en la respuesta de un instrumento de medición dividido por el correspondiente cambio en el estímulo.
*Nota* La sensibilidad puede depender del valor del estímulo.

**5.11 umbral de discriminación**
(5.12) el mayor cambio en un estímulo que provoca una variación no detectable en la respuesta de un instrumento de medición; el cambio en el estímulo ocurre suave y monótonamente.
*Nota* El umbral de discriminación puede depender de, por ejemplo, el ruido (interno o externo) o de la fricción. Puede depender también del valor del estímulo.

**5.12 resolución (de un dispositivo indicador)**
(5.13) menor diferencia entre indicaciones de un dispositivo indicador que puede ser distinguida significativamente.
*Notas*
1 Para un dispositivo indicador digital, es el cambio en la indicación cuando el dígito menos significativo cambia en un paso.
2 Este concepto también se aplica a un dispositivo registrador.

**5.13 zona muerta**
(5.14)
Máximo intervalo a través del cual un estímulo pude cambiar en ambas direcciones sin producir cambios en la respuesta del instrumento de medición.
*Notas*
1 La zona muerta puede depender de la velocidad de cambio
2 La zona muerta, en ocasiones, se hace deliberadamente grande para prevenir el cambio en la respuesta a pequeños cambios en el estímulo.

**5.14 estabilidad**
(5.16)
Aptitud de un instrumento de medición para mantener constante en el tiempo sus características metrológicas.
*Notas*
1 Cuando la estabilidad es considerada con respecto a otra magnitud que no sea el tiempo, debe ser especificada explícitamente.
2 La estabilidad puede ser cuantificada de diferentes formas, por ejemplo:
- en términos del tiempo después del cual una característica metrológica cambia en una cantidad establecida, o
- en términos del cambio de una característica después de un tiempo establecido.

**5.15 transparencia**
(5.17) aptitud de un instrumento de medición de no modificar la magnitud a medir.
*Ejemplos*
a) la balanza es transparente en la medición de masa;
b) el termómetro de resistencia que calienta el medio cuya temperatura se intenta medir, no es transparente.

**5.16 deriva**
(5.18)
Variación lenta de una característica metrológica de un instrumento de medición.
**5.17 tiempo de respuesta**
(5.19)
Intervalo de tiempo entre el instante en que es provocado un cambio brusco en el estímulo y el instante en que la respuesta alcanza, y se mantiene dentro de límites especificados, próximos a su valor final estable.
**5.18 exactitud de un instrumento de medición**
(5.21)
Aptitud de un instrumento de medición para entregar respuestas cercanas al valor verdadero.
*Nota* "Exactitud" es un concepto cualitativo.
**5.19 clase de exactitud**
(5.22)
Clase de los instrumentos de medición que cumplen determinados requisitos metrológicos que están destinados a mantener los errores dentro de límites específicos.
*Nota* La clase de exactitud es generalmente indicada por un número o símbolo adoptado por convención y llamado **índice de clase**.
**5.20 error (de indicación) de un instrumento de medición**
(5.24)
Indicación de un instrumento de medición menos el valor verdadero de la magnitud de entrada correspondiente.
*Notas*
1 Puesto que el valor verdadero no puede ser determinado, en la práctica se utiliza el valor convencionalmente verdadero (véase 1.19 y 1.20).
2 Este concepto se aplica principalmente cuando los instrumentos son comparados con patrones de referencia.
3 Para una medida materializada, la indicación es el valor asignado a la misma.
**5.21**
(5.23) **errores máximos permisibles (de un instrumento de medición) límites del error permisible (de un instrumento de medición)**
Valores extremos del error permisible por especificaciones, regulaciones, para un instrumento de medición dado.
**5.22 error en el punto de control (de un instrumento de medición)**
(5.25)
Error de un instrumento de medición en una indicación específica o un valor específico de la magnitud a medir, escogido para controlar el instrumento.
**5.23 error en cero (de un instrumento de medición)**
(5.26)
Error en el punto de control para el valor cero de la magnitud a medir.

**5.24 error intrínseco (de un instrumento de medición)**
(5.27)
Error de un instrumento de medición determinado bajo condiciones de referencia.
**5.25 sesgo (de un instrumento de medición)**
(5.28)
Error sistemático de la indicación de un instrumento de medición.
Nota El sesgo de un instrumento de medición se estima normalmente por la media del error de indicación de un número apropiado de mediciones repetidas.
**5.26 libertad de sesgo (de un instrumento de medición)**
(5.29)
Aptitud de un instrumento de medición para dar indicaciones libres de error sistemático.
**5.27 repetibilidad (de un instrumento de medición)**
(5.31)
Aptitud de un instrumento de medición para dar indicaciones casi similares para aplicaciones repetidas de la misma magnitud a medir, bajo las mismas condiciones de medición
*Notas*
1 Estas condiciones incluyen:
- reducción al mínimo de las variaciones, debido al observador;
- el mismo procedimiento de operación
- el mismo observador
- el mismo equipo de medición usado bajo las mismas condiciones
- el mismo lugar;
- las repeticiones realizadas en períodos cortos de tiempo.

2 La repetibilidad puede ser expresada cuantitativamente en términos de las características de la dispersión de las indicaciones.
**5.28 error reducido convencional (de un instrumento de medición)**
(5.32)
Error de un instrumento de medición dividido por un valor especificado del instrumento.
*Nota* El valor especificado es generalmente llamado **valor reducido**, y puede ser, por ejemplo, el intervalo de medida o el límite superior del rango nominal del instrumento de medición.
**6 PATRONES DE MEDICION**
En la ciencia y la tecnología, la palabra inglesa "standard" se usa con dos significados diferentes: como una norma técnica, especificación, recomendación técnica o documento similar (en francés "norme") escrita y ampliamente adoptada y también como patrón de medición (en francés "étalon"). Este Vocabulario concierne solamente al segundo significado y el calificador "medición" se omite generalmente por brevedad.
**6.1 patrón (de medición)**

Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, materializar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para servir de referencia.
*Ejemplos*
a) masa patrón de 1 kg;
b) resistencia patrón de 100 W;
c) amperímetro patrón;
d) patrón de frecuencia de cesio;
e) electrodo de hidrógeno patrón;
f) solución de referencia de cortisol en suero humano con su concentración certificada.
*Notas*
1 Un conjunto de medidas materializadas o instrumentos de medición similares que a través de su utilización combinada, constituyen un patrón, se denomina **patrón colectivo**.
2 Un conjunto de patrones de valores seleccionados que, individualmente, o en combinación, dan una serie de valores de magnitudes del mismo tipo, se denomina **serie de patrones**.

**6.2 patrón internacional (de medición)**
(6.06)
Patrón reconocido por acuerdo internacional para servir internacionalmente como base para asignar valores a otros patrones de la magnitud específica.

**6.3 patrón nacional (de medición)**
(6.07)
Patrón reconocido por una decisión nacional para servir como base para asignar valores a otros patrones de esa magnitud específica, dentro del país.

**6.4 patrón primario** patrón que está designado o es ampliamente conocido, que tiene las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor es aceptado sin referencia a otros patrones de la misma magnitud.
*Nota* El concepto de patrón primario es igualmente válido tanto para magnitudes básicas como para las derivadas.

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

**6.6 patrón de referencia**
(6.08)
Patrón, generalmente de la mayor calidad metrológica disponible en un lugar u organización dado, del cual se derivan las mediciones que se ejecuten.

**6.7 patrón de trabajo**
(6.09)
Patrón que es usado rutinariamente para calibrar o comprobar medidas materializadas, instrumentos de medición o materiales de referencia.
*Notas*
1 Un patrón de trabajo se calibra generalmente contra un patrón de referencia.

2 Un patrón de trabajo utilizado rutinariamente para asegurar que las mediciones sean realizadas correctamente, se denomina **patrón de comprobación**. Su valor no se le da a conocer generalmente a su operador.

**6.8 patrón de transferencia**

(6.10)

Patrón utilizado como intermediario para comparar patrones.

*Nota* Cuando el dispositivo a comparar no es específicamente un patrón, debe utilizarse el término **dispositivo de transferencia**.

**6.9 patrón viajero**

(6.11)

Patrón, en ocasiones, de construcción especial, destinado para transportarse a diferentes lugares.

*Ejemplo* Patrón de frecuencia portátil de cesio operado con baterías.

**6.10 trazabilidad**

(6.12)

Propiedad del resultado de una medición o el valor de un patrón, por el cual puede ser relacionado con los patrones de referencia, usualmente patrones nacionales o internacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo establecidas las incertidumbres.

*Notas*

1 El concepto se expresa en ocasiones por el adjetivo "**trazable**".

2 La cadena ininterrumpida de comparaciones se denomina **cadena de trazabilidad.**

3 (Aplicable solamente al texto en francés)

**6.11 calibración**

(6.13)

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

*Notas*

1 El resultado de la calibración permite tanto la asignación de valores a las indicaciones de la magnitud a medir como la determinación de las correcciones con respecto a las indicaciones.

2 Una calibración también puede determinar otras propiedades metrológicas, tales como el efecto de las magnitudes influyentes.

3 El resultado de una calibración puede ser registrado en un documento, frecuentemente denominado **certificado de calibración** o **informe de calibración**.

**6.12 conservación de un patrón de medición.**

(6.14)

Conjunto de operaciones necesarias para preservar las características metrológicas de un patrón de medición dentro de límites apropiados.

*Nota* Las operaciones comúnmente incluyen la calibración periódica, almacenamiento bajo condiciones apropiadas y cuidados durante el uso.

**6.13 material de referencia (MR)**

(6.15) Material o sustancia, del cual, uno o más de sus valores propios son suficientemente homogéneos y bien establecidos para ser usados en la calibración de un aparato, la evaluación de un método de medición, o para asignar un valor a un material.

*Nota* Un material de referencia puede estar en forma sustancia pura o mezclada, y puede estar en forma de gas, líquido o sólido. Ejemplos, el agua para la calibración de los viscosímetros, el zafiro como un calibrador de capacidad calorífica en calorimetría y las soluciones usadas para la calibración en el análisis químico.

La definición y la nota, tomadas de la Guía ISO 30:1992.

**6.14 material de referencia certificado (MRC)**

(6.16) Un material de referencia, acompañado de un certificado, del cual uno o más valores propios son certificados por un procedimiento que establece la trazabilidad para una realización exacta de la(s) unidad(es) en la que están expresados los valores de la propiedad y para los cuales cada valor certificado está acompañado por una incertidumbre para un nivel de confianza establecido.

*Notas*

1 La definición de " material de referencia certificado" está en 4.2*.

2 Los MRC están generalmente preparados en lotes, para los cuales los valores de las propiedades son determinados dentro de límites de incertidumbre establecidos por mediciones en muestras representativas de todo el lote.

* El término " material de referencia certificado " mencionado en la Nota 1 de arriba está dado en la Guía ISO 30:1992.

3 Las propiedades certificadas de los materiales de referencia certificados algunas veces se obtienen confiable y convenientemente cuando el material está incorporado a un dispositivo especialmente fabricado, por ejemplo, una sustancia de punto triple conocido dentro de una celda de punto triple, un vidrio de densidad óptica conocida dentro de un filtro de transmisión, esferas de partículas de tamaños uniformes montadas sobre un porta objeto de microscopio. Tales dispositivos pueden también ser considerados como MRC.

4 Todos los MRC se ubican dentro de la definición de "patrones" o "etalones" de medición dada en el Vocabulario Internacional de Términos Básicos y Generales en Metrología (VIM).

5 Algunos MR y MRC poseen propiedades que no pueden ser correlacionadas con una estructura química establecida o por otras razones no pueden ser determinadas por métodos de medición físico y químicos exactamente definidos. Tales materiales incluyen ciertos materiales biológicos, tales como vacunas, para los cuales ha sido asignada una unidad internacional por la Organización Mundial de la Salud.

Esta definición, incluyendo las Notas, fue tomada de la Guía ISO 30:1992.

ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DE TALLER DE REPARACIÓN DEL SIBASI-ILOPANGO

Fotografía 1. Parte frontal del Taller SIBASI-ILOPANGO.

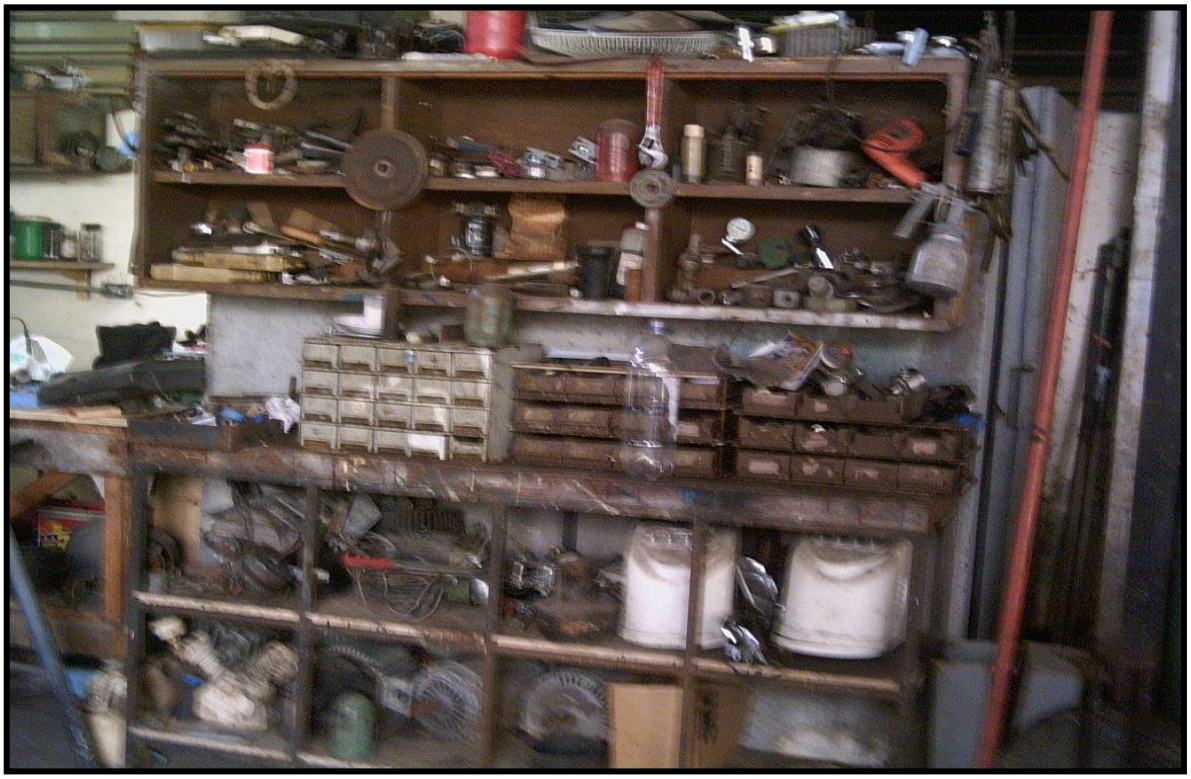
Fotografía 2. Parte lateral izquierda frontal Taller SIBASI-ILOPANGO.

ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DEL TALLER DE REPARACIÓN SIBASI-ILOPANGO

Fotografía 3. Equipo utilizados para la reparación de instrumentos médicos

Fotografía 4. Equipo utilizados para la reparación de instrumentos médicos

ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DEL TALLER DE REPARACIÓN SIBASI-ILOPANGO



Fotografía 5. Accesorios y repuestos para la reparación de instrumentos médicos

Fotografía 6. Equipo utilizados para la reparación de instrumentos médicos

ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DEL TALLER DE REPARACIÓN SIBASI-ILOPANGO

Fotografía 7. Equipo utilizados para la reparación de instrumentos médicos.

Fotografía 8. Parte lateral Izquierda dentro del Taller SIBASI-ILOPANGO

ANEXO 3. ENTREVISTAS

ANEXO 3.1 ENTREVISTA A UNIDADES DE SALUD EN ESTUDIO

1. ¿Sabe qué es la metrología?
   - □ Si
   - □ No

2. ¿Qué instrumentos médicos poseen?
   - □ Esfigmomanómetros
   - □ Aparatos Respiratorios
   - □ Refrigeradores
   - □ Termómetros
   - □ Autoclaves
   - □ Balanzas y Básculas
   - □ Encefalogramas
   - □ Electrocardiogramas
   - □ Otoscopio
   - □ Aparatos de Laboratorio Clínico

     ¿Cuáles?

   - □ Otros:

3. ¿Tienen definido un procedimiento para el uso de los instrumentos?
   - □ Si
   - □ No

   Si su respuesta es no pasar a la pregunta 5.

4. ¿Quién define los procedimientos de uso de los instrumentos?
   - □ Ministerio de Salud
   - □ Director (de cada unidad de salud)
   - □ Doctores (de cada unidad de salud)
   - □ Otros

5. ¿Qué operaciones realizan a los instrumentos?
   - □ Calibración
   - □ Ajuste
   - □ Mantenimiento Correctivo
   - □ Mantenimiento Preventivo
   - □ Otras:

6. Cuando un instrumento o equipo se encuentra fuera de servicio debido a que no está calibrado, ¿Qué hacen?
   - □ Se Calibran dentro de los talleres de las unidades
   - □ Se desechan los equipos
   - □ Se adquiere un nuevo equipo
   - □ Otras:

7. ¿Cuántas personas son atendidas semanalmente?

8. ¿Cuál es la capacidad ideal de atención a pacientes?

9. ¿Poseen inventario de los instrumentos médicos que tienen dentro de la unidad de salud?
   - □ Si
   - □ No

ANEXO 3.2 ENTREVISTA A TALLER DE REPARACIÓN DE SIBASI-ILOPANGO

1. ¿Cuál es su función?

2. ¿Cuando envían los equipos a este taller?

3. ¿Qué operaciones realizan dentro de este taller?
   - □ Cambio de pieza
   - □ Reparaciones Eléctricas
   - □ Ajustes a los equipos
   - □ Calibraciones a los equipos
   - □ Mantenimiento a los instrumentos o equipos médicos
   - □ Otros:

4. ¿Sabe qué es la metrología?
   - □ Si
   - □ No

5. ¿Existe algún área de metrología dentro de este taller?
   - □ Si
   - □ No