



C. E. S.
Compañía Eléctrica de Sochagota S.A. E.S.P.

**VALIDACIÓN DE PRACTICAS Y METODOLOGÍAS ANALÍTICAS EN EL
LABORATORIO DE AGUAS DE C.E.S SEGÚN REQUISITOS DE LA NTC ISO/
IEC 17025 PARA ASEGURAMIENTO DE CALIDAD ANALÍTICA.**

JEIMMY LILIANA RUIZ ECHEVERRÍA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2008

**VALIDACIÓN DE PRACTICAS Y METODOLOGÍAS ANALÍTICAS EN EL
LABORATORIO DE AGUAS DE C.E.S SEGÚN REQUISITOS DE LA NTC ISO/
IEC 17025 PARA ASEGURAMIENTO DE CALIDAD ANALÍTICA.**

JEIMMY LILIANA RUIZ ECHEVERRÍA

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniera Química

Director:

Ph. D. ÁLVARO RAMÍREZ GARCÍA

Codirector:

ING. LUCERO GARCÍA PAZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2008

DEDICATORIA

En primera instancia a Dios responsable que

heoy este culminando esta etapa de mi vida.

A mis padres Marsen y Antonio quienes me

brindaron todo su apoyo y amor incondicional.

A mi hermano Cesar que siempre estuvo a mi

lado brindándome su apoyo y ánimo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP por brindarme la oportunidad de trabajar y aprender de los sistemas existentes en planta.

A la Ingeniera Lucero García Paz Directora en planta de esta práctica, por permitirme trabajar en el Departamento Químico y brindarme la confianza, respaldo y aportes en el transcurso de la práctica.

A todo el personal del Departamento Químico por brindarme su apoyo, respaldo, conocimiento y lo mas importante por brindarme su amistad sin condiciones y hacerme sentir un miembro mas del equipo de trabajo.

Al Doctor Álvaro Ramírez García Director de esta práctica, por su paciencia, confianza y aportes.

En general agradezco a todos los trabajadores en planta por ofrecerme sus conocimientos y confianza en forma desinteresada.

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INTRODUCCION | 1 |
| 2. | GENERALIDADES DEL PROYECTO..... | 2 |
| 2.1 | OBJETIVOS | 2 |
| 2.1.1 | OBJETIVO GENERAL | 2 |
| 2.1.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 2 |
| 2.2 | ALCANCE | 2 |
| 3.1 | SISTEMA GESTIÓN DE CALIDAD..... | 3 |
| 3.2 | NORMA ISO/IEC 17025:2005..... | 3 |
| 3.2.1 | REQUISITOS TÉCNICOS | 4 |
| 3.3 | LABORATORIO DE AGUAS DE C.E.S..... | 6 |
| 3.4 | VALIDACION DE METODOS DE ENSAYO..... | 7 |
| 4 | METODOLOGIA | 9 |
| 5 | RESULTADOS Y ANALISIS | 11 |
| 5.1 | FASE I: CONOCIMIENTO DE PROCESOS Y SISTEMAS DE LA COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP..... | 11 |
| 5.2 | FASE II DIAGNOSTICO INICIAL DEL LABORATORIO DE AGUAS..... | 12 |
| 5.2.1 | REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA | 12 |
| 5.2.2 | LISTA DE VERIFICACIÓN | 13 |
| 5.2.3 | PLAN DE ACCIÓN..... | 14 |
| 5.3 | FASE III IMPLEMENTACION DE REQUISITOS TECNICOS DE LA NTC ISO 17025:2005..... | 15 |
| 5.3.1 | ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS..... | 15 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.3.2 | IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN CALIDAD | 15 |
| 5.3.3 | VALIDACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ANALÍTICAS | 15 |
| 5.4 | FASE IV VERIFICACION DE LOS PARÁMETROS TECNICOS DE LA NORMA NTC ISO 17025:2005 | 20 |
| 6 | CONCLUSIONES | 22 |
| 7 | RECOMENDACIONES | 23 |
| 8 | BIBLIOGRAFIA | 24 |
| | ANEXOS | 26 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1. RESULTADOS DE CUMPLIMIENTO REQUISITOS TÉCNICOS. | 13 |
| TABLA 2. METODOLOGÍAS ANALÍTICAS DEL LABORATORIO DE AGUAS | 16 |
| TABLA 3. MATRIZ DE ENSAYOS DE VALIDACIÓN. | 18 |
| TABLA 4. RESULTADOS DE CUMPLIMIENTO FINAL REQUISITOS TÉCNICOS DE LA NTC ISO/EIC 17025:2005 | 20 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. REQUISITOS TÉCNICOS DE LA NORMA ISO 17025 | 4 |
| FIGURA 2. ORGANIGRAMA LABORATORIO DE AGUAS CES..... | 7 |
| FIGURA 3. METODOLOGÍA DE TRABAJO. | 9 |
| FIGURA 4. PRINCIPALES SISTEMAS DE CES. | 12 |
| FIGURA 5. GRAFICA DE CUMPLIMIENTO REQUISITOS TÉCNICOS..... | 14 |
| FIGURA 6. GRAFICA DE CUMPLIMIENTO FINAL DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS. | 21 |

LISTADO DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| ANEXO 1. ORGANIGRAMA GENERAL DE CES..... | 27 |
| ANEXO2. METODOLOGIAS ANALITICAS | 28 |
| ANEXO 3. PARAMETROS DE OPERACIÓN DE SISTEMAS CES..... | 32 |
| ANEXO 4. PARAMETROS DE CONTROL QUIMICO | 36 |
| ANEXO 5. DIAGNOSTICO INICIAL Y FINAL DEL LABORATORIO..... | 38 |
| ANEXO 6. PLAN DE ACCIÓN DE ACUERDO AL DIAGNOSTICO INICIAL | 52 |
| ANEXO 7. MAPA DE PROCESOS | 54 |
| ANEXO 8. DOCUMENTOS A ELABORAR PARA LA IMPLEMENTACION NORMA 17025:2005..... | 55 |
| ANEXO 9. RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 17025:2005 | 57 |
| ANEXO 10. CALIBRACION DE EQUIPOS..... | 62 |
| ANEXO 11. RESULTDOS DE LA VALIDACION..... | 77 |

RESUMEN

TITULO: VALIDACIÓN DE PRACTICAS Y METODOLOGIAS ANALITICAS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE C.E.S SEGÚN REQUISITOS DE LA NTC ISO/ IEC 17025 PARA ASEGURAMIENTO DE CALIDAD ANALITICA.¹

AUTOR: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría²

PALABRAS CLAVES: Calidad, Aseguramiento de la calidad, sistema de calidad, parámetros de calidad, validación, métodos analíticos, NTC ISO IEC 17025.

DESCRIPCIÓN

El Laboratorio de Aguas de la COMPAÑIA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP con el fin de trabajar bajo los lineamientos de una norma internacional específica para las actividades realizadas al interior del Laboratorio, decidió dar inicio a la implementación de los requisitos Técnicos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2005. "Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de ensayo y calibración".

En el desarrollo de este trabajo se planifico, documento e implemento un Sistema de Gestión de Calidad basado en un diagnostico inicial, con el fin que el Laboratorio trabajara bajo los lineamientos técnicos exigidos por la norma NTC ISO/IEC 17025:2005. Parte del proceso de implementación consistió en la validación y verificación de las metodologías analíticas implementadas al interior del Laboratorio, (Análisis de amoniaco, análisis de fosfatos, análisis de TOC, alcalinidad, análisis de cloruros Argentometría, análisis de dureza total, análisis de dureza calcio, análisis de aluminio, análisis de hierro total HR, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, sólidos totales, entre otras), basadas en Normas exigidas para el control analítico en plantas térmicas como son Normas ASTM, ISO, ASINEL.

La verificación final de los parámetros técnicos exigidos por la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 permitió constatar que el Laboratorio de Aguas cumplía los lineamientos (en cuanto a equipos, personal, métodos de ensayo, muestreo, aseguramiento de la calidad) de una norma internacional específica para las actividades que desarrollaba.

¹ Tesis de pregrado

² Escuela Ingeniería Química. Facultad Físico-Químicas. Universidad Industrial de Santander. Director Ph. D. Álvaro Ramírez García. Codirector Ing. Lucero García Paz.

ABSTRACT

TITLE: VALIDATION OF PRACTICES AND ANALYTIC METHODOLOGIES IN THE WATER LABORATORY OF CES ACCORDING TO REQUIREMENTS OF THE NTC ISO/EIC 17025:2005 FOR ASSURING OF ANALYTICAL QUALITY.³

AUTHOR: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría.⁴

KEY WORDS: quality, assuring of the quality, quality system, quality parameters, validation, analytic methods.

DESCRIPTION:

The water laboratory of CES with the idea to work under the lining of a specific international norm of the activities realized in the interior of the laboratory, decided to start the implementation of the technical requirements of the NTC ISO/EIC 17025:2005 norm. "General requirements for the competent of testing and calibration laboratories".

In the development of this work the following was planned, documented and implemented a system of conduct of quality based on an initial diagnostic, with the idea that the laboratory will work under the technical tinning demanded by the NTC ISO/EIC 17025:2005 norm. Part of the process of implementation consist of the validation and verification of the analytic methodologies implemented inside the laboratory, (analysis Ammonia, analysis phosphate, analysis TOC, alkalinity, analysis Chlorides, analysis Total hardness, analysis Hardness of the calcium, Analysis of aluminum, Analysis of total iron HR, Occurred disueltos, Occurred suspended, Occurred total, Among others), based on demanded norms for the analytic control in thermal plants as are the ASTM, ISO, ASINEL.

The final verification of the technical parameters demanded by the NTC ISO/EIC 17025:2005 norm permitted to verify that the water laboratory comply the lining (in equipment, personnel, methods of practice, sampling, assuring of quality) of a specific international norm for the activities that were developed.

³ Thesis

⁴ Chemical Engineering Faculty of Physical Chemical Engineering, Universidad Industrial de Santander. Director Ph. D. Álvaro Ramírez García. Codirector Ing. Lucero García Paz.

1. INTRODUCCION

El Laboratorio de Aguas hace parte del Departamento Químico de la COMPAÑIA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP, la cual es una empresa privada dedicada a la Generación de Energía y suministro de potencia, con los mayores estándares de calidad y eficiencia, a partir de Carbón pulverizado y Agua tomada del Río Chicamocha.

Con el fin de trabajar bajo parámetros de una Norma Internacional específica para las actividades desempeñadas en el laboratorio, el Departamento Químico decidió iniciar un proceso de implementación de los requisitos Técnicos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2005. “Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de ensayo y calibración”, con el fin de estandarizar los procedimientos realizados e iniciar un proceso de mejoramiento continuo y ratificar la trazabilidad de las metodologías aplicadas asegurando la calidad analítica de los resultados reportados en la operación normal de los Sistemas de la Compañía.

La función principal del Laboratorio de aguas es el control químico y analítico del tratamiento y acondicionamiento de agua para la generación de vapor y demás procesos alternos. El Laboratorio de Aguas realiza el seguimiento y control del tratamiento del agua en los siguientes subprocesos: Agua Clarificada, Filtrada, Osmotizada, Desmineralizada, Ciclo agua vapor, Sistemas de Enfriamiento, Agua Residual, Vertimientos y Agua potable.

Para el Departamento Químico la elaboración de este trabajo será el punto de partida para implementación y puesta en marcha de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad y la búsqueda a largo plazo de la acreditación de las Metodologías aplicadas en el mismo. De igual forma este trabajo servirá como la guía para la implementación y documentación de Sistema de Gestión basado en la misma Norma para del Laboratorio de Carbones que forma parte del Departamento Químico.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general:

Realizar la planificación e implementación de un Sistema de Gestión de Calidad en el Laboratorio de Aguas del Departamento Químico de la COMPAÑIA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP basado en los parámetros y requisitos Técnicos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2005. “Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de ensayo y calibración”.

2.1.2 Objetivos Específicos:

- Validar de las metodologías analíticas empleadas en el Laboratorio de Aguas basado en los requerimientos de la norma NTC ISO IEC 17025:2005
- Documentar los procedimientos Técnicos obligatorios establecidos por la norma y toda la documentación interna del Laboratorio que genere la implementación del Sistema de Gestión de Calidad.
- Establecer procedimientos de calibración y control de los equipos utilizados en la aplicación de las metodologías analíticas para asegurar la calidad de los resultados emitidos.

2.2 ALCANCE:

La realización de este trabajo abarcará toda la documentación necesaria para la implementación de un sistema de gestión de calidad basado en los Requisitos Técnicos de la norma ISO 17025:2005 específica para Laboratorios de ensayo, adicional a esto la validación de las metodologías analíticas aplicadas y desarrolladas en el Laboratorio.

3 MARCO TEORICO

El marco teórico de este proyecto se basa en la fundamentación de un Sistema de Gestión de Calidad, en el estudio de la norma NTC ISO/IEC 17025:2005. “Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de ensayo y calibración”. La etapa de validación de las metodologías se basa en capacitaciones tomadas con anterioridad por el personal del Laboratorio y conocimiento de las normas específicas para cada una de las metodologías aplicadas.

3.1 SISTEMA GESTIÓN DE CALIDAD

Un sistema de gestión es un conjunto de elementos (procesos, procedimientos, estructura organizacional y recursos) mutuamente relacionados que interactúan y definen su interacción mediante objetivos de calidad y una política de forma coordinada para dirigir y controlar una organización de manera eficiente y eficaz.⁵

3.2 NORMA ISO/IEC 17025:2005

Establece criterios para laboratorios de ensayos o calibración que desean demostrar su competencia técnica, que poseen un sistema de calidad efectivo y que tiene la capacidad de producir resultados técnicamente válidos. El principal objetivo de esta norma es establecer requisitos generales para satisfacer la competencia de los laboratorios al realizar ensayos o calibraciones, incluyendo muestreo. Esta consta de cinco capítulos los tres primeros hacen referencia objeto, alcance, referencias normativas, términos y definiciones, el capítulo cuatro define los requisitos de gestión correspondiente a la certificación del Sistema de Calidad y el capítulo cinco establece los requisitos técnicos, para el personal, instalaciones y condiciones ambientales, equipos, procedimientos, garantía de

⁵ NTC ISO 9001:2000 Requisitos de un sistema de Gestión de Calidad

calidad e informes, con los cuales se pueden generar resultados técnicamente validos.

La figura 1 presenta los requisitos técnicos establecidos por la norma NTC ISO 17025:2005.

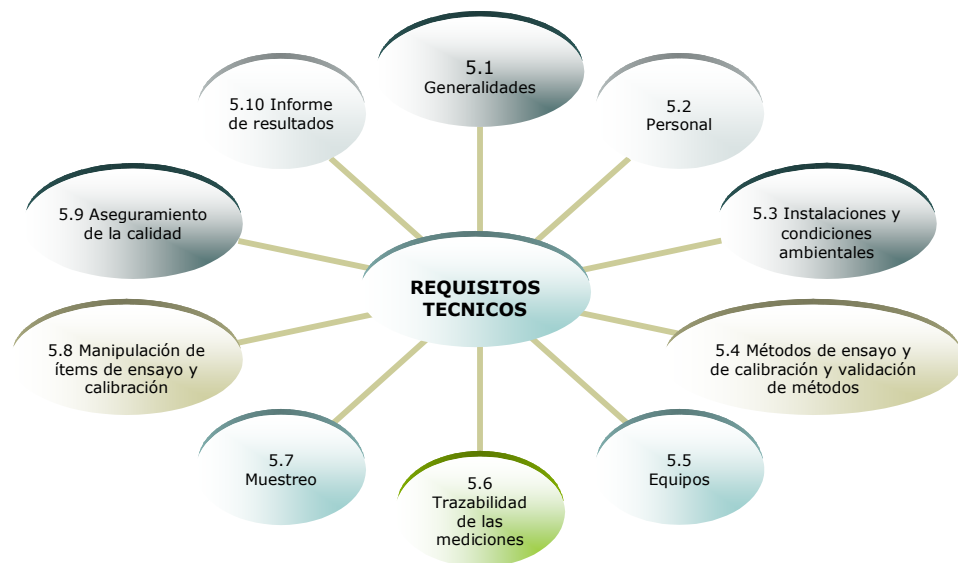


Figura 1. Requisitos técnicos de la Norma ISO 17025

3.2.1 Requisitos Técnicos⁶

A continuación se presenta una descripción breve de los requisitos técnicos (capítulo cinco), que es el objeto de este trabajo de grado.

Generalidades

- Factores que determinan el desarrollo de las actividades de laboratorio.
- Tomar en cuenta los factores para desarrollar métodos y procedimientos relacionados con la competencia del laboratorio.

⁶ NTC ISO 17025:2005 Requisitos Generales para la competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Personal

- Personal calificado con base en la educación apropiada, capacitación y destreza, según sea necesario.
- Política y procedimiento para identificar las necesidades de capacitación.

Instalaciones y Condiciones Ambientales

- Las condiciones ambientales no deben afectar adversamente la calidad de los servicios prestados.

Métodos de Ensayo y Calibración

- Aplicar métodos publicados en normas, textos o publicaciones científicas, según especificaciones de los fabricantes.
- Cualquier laboratorio que realice calibraciones propias, debe tener un procedimiento para el cálculo de incertidumbre.

Equipos

- Requisitos específicos para el registro de cada equipo y su software, si lo requiere.
- Proteger el equipo de ajustes que puedan invalidar los resultados.

Trazabilidad de la Medición

- Calibrar todo el equipo, incluyendo el usado para mediciones auxiliares como condiciones ambientales si tienen un efecto significativo.

Muestreo

- Siempre que sea razonable, utilizar planes de muestreo basados en métodos estadísticos apropiados.
- Requisitos específicos para los registros durante el muestreo.

Manejo y transporte de los elementos de ensayo y calibración

- Procedimientos para el manejo y transporte de los elementos de ensayo y calibración durante todo el proceso.
- Registrar la discusión con el cliente cuando se presentan desviaciones a las condiciones normales especificadas.

Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración

- Procedimientos para supervisar la validez de los ensayos y calibraciones.
- Sugerencias para lograr una supervisión adecuada.

Informe de Resultados

- Se debe tomar en cuenta la incertidumbre de la medición, para hacer cualquier declaración de conformidad.
- Se permiten opiniones e interpretaciones, siempre que se documenten las bases y fundamentos.

3.3 LABORATORIO DE AGUAS DE C.E.S

El Laboratorio cuenta con instalaciones perfectamente aisladas para evitar interferencias en el momento de la aplicación de las metodologías analíticas, éstas son análisis de amoníaco, análisis de fosfatos, análisis de TOC, alcalinidad, análisis de cloruros argentometría, análisis de dureza total, análisis de dureza calcio, análisis de aluminio, análisis de hierro total HR, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, sólidos totales, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno, grasas y aceites, análisis de nitrógeno kjendhal, análisis de SAAM.

Adicional a lo anterior el Laboratorio de Aguas hace parte del Departamento Químico de la COMPAÑIA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP y cuenta con una estructura organización definida mostrada en la figura 2. El organigrama general de la Compañía se presenta en el anexo 1.

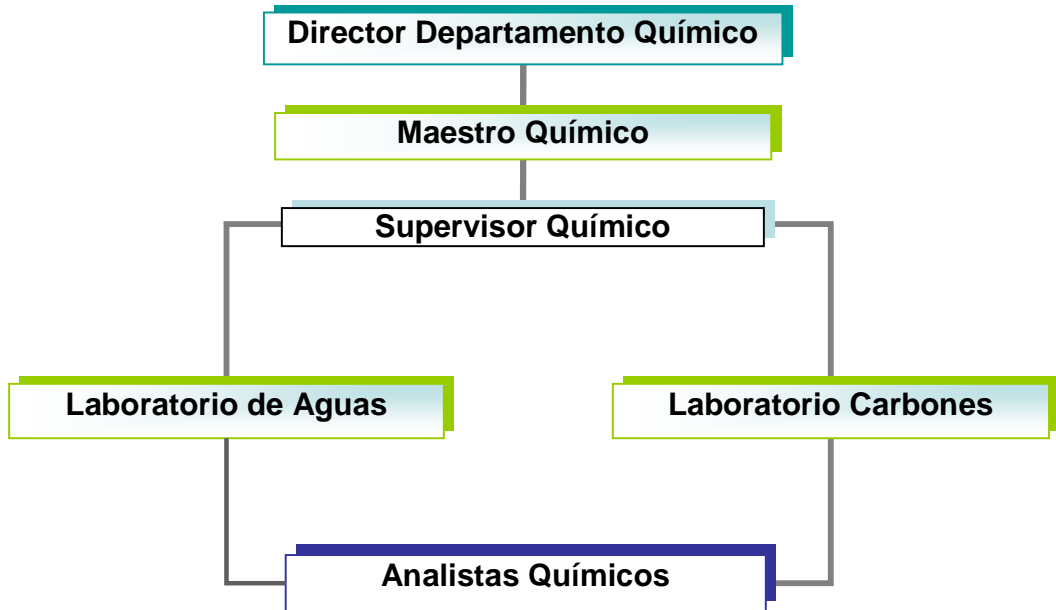


Figura 2. Organigrama Laboratorio de Aguas CES.

El laboratorio de Aguas cuenta con personal altamente capacitado y asegura la competencia de los analistas que ejecutan ensayos, operan equipos de análisis, del personal que elabora los informes y realiza la interpretación de resultados.

Adicional a lo anterior el Laboratorio cuenta con Equipos y materiales de referencia necesarios para asegurar la trazabilidad de las metodologías aplicadas y garantizar la calidad de los resultados reportados.

3.4 VALIDACION DE METODOS DE ENSAYO

Se entiende por validación la confirmación mediante examen y provisión de evidencias objetivas que cumplen los requisitos particulares para un uso específico determinado.⁷ De la definición anterior se puede interpretar a la validación de un método como el proceso de definir una necesidad analítica y confirmar que el

⁷ ISO 9000:2000 Vocabulario Sistema de Gestión.

método en cuestión tiene capacidades de desempeño consistentes con las que requiere la aplicación.

Un método debe validarse cuando sea necesario verificar que sus parámetros de desempeño son adecuados para el uso en un problema analítico específico. Por ejemplo cuando se va a usar un nuevo método desarrollado para un problema específico, cuando existe un método ya establecido revisado para incorporar mejoras o extenderlo a un nuevo problema, cuando el control de calidad indica que un método ya establecido está cambiando con el tiempo, al implementar un método establecido usado en un laboratorio diferente o con diferentes analistas o con diferente instrumentación, para demostrar la equivalencia entre dos métodos, por ejemplo, entre un método nuevo y uno de referencia.

El alcance de la validación o la revalidación requerida depende de la naturaleza de los cambios hechos al aplicar un método a diferentes laboratorios, instrumentación, operadores y circunstancias en las cuales el método va a ser utilizado. Siempre es apropiado algún grado de validación, aun cuando se usan métodos aparentemente bien caracterizados ya sean de referencia o publicados⁸.

Los fundamentos teóricos de cada metodología analítica empleada para la validación de las mismas se muestra en el anexo 2.

⁸ The Fitness for Purpose of analytical Methods. A Laboratory Guide to method Validation and related topics. EURACHEM 2005

4 METODOLOGIA

Esta se desarrollo de acuerdo a la metodología propuesta en el anteproyecto, la cual se resume en la figura 3:

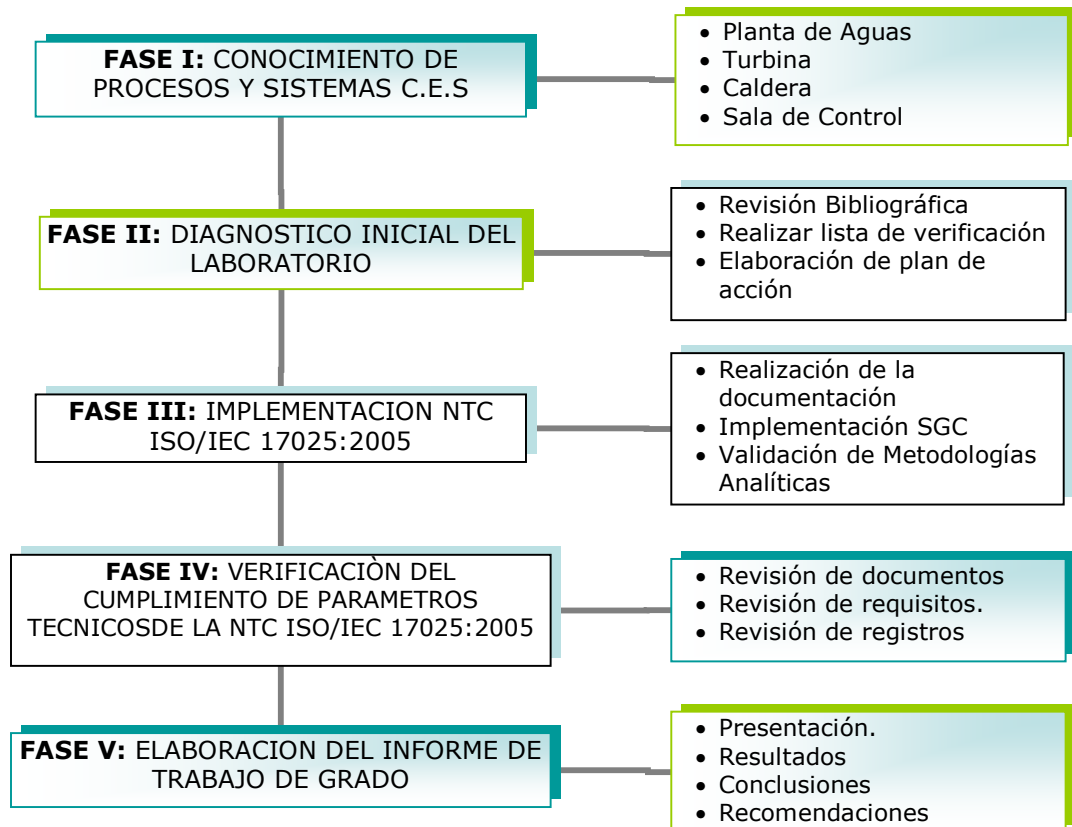


Figura 3. Metodología de trabajo.

En la primera fase se realizó el conocimiento de todos los procesos y sistemas recolectando información sobre parámetros de operación exigidos por la COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP, esta fase incluyó el conocimiento de los siguientes sistemas: Planta de Agua, Turbina, Caldera y Cuarto o Sala de Control.

Teniendo en cuenta los parámetros de operación de los diferentes sistemas se comenzó la revisión de la documentación existente en el Laboratorio y se realizó una lista de verificación del cumplimiento de los parámetros técnicos establecidos en la NTC ISO/IEC 17025:2005, estableciendo los parámetros donde el Laboratorio tenía deficiencias y/o fortalezas relacionado a lo establecido por la norma.

Con base en el estudio realizado en la fase anterior se dio inicio a la realización de la documentación exigida por la Norma y la documentación necesaria para describir los procesos internos del Laboratorio. Establecida la documentación necesaria se dio inicio a la implementación de la misma incluyendo la realización de la validación de las metodologías analíticas que se utilizan en el Laboratorio.

Una vez terminada la documentación y la validación de las metodologías aplicadas se realizó una verificación de los requisitos exigidos por la norma para evaluar el grado de cumplimiento y seguimiento de los Requisitos Técnicos, aplicados e implementados en el Laboratorio de aguas, esta evaluación incluye la revisión de Procedimientos Técnicos, registros, instructivos y en general todos los parámetros Técnicos exigidos por la Norma.

Por último se tomó la información necesaria del trabajo realizado en la COMPAÑÍA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP para la elaboración del informe de trabajo de grado.

5 RESULTADOS Y ANALISIS

5.1 FASE I: CONOCIMIENTO DE PROCESOS Y SISTEMAS DE LA COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP.

El objeto productivo de la COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP es la producción de energía eléctrica a base de carbón, la planta convierte la energía química del combustible en energía térmica en de la caldera; la energía térmica en energía mecánica en la turbina; y la energía mecánica en energía electromagnética en el generador. Para ello utiliza como materias primas las siguientes: Agua, Carbón, ACPM, Productos químicos, Insumos de mantenimiento.

El ciclo utilizado en la COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP es un ciclo regenerativo con recalentamiento. En este lo que se hace para incrementar la eficiencia del ciclo es aumentar la temperatura promedio a la cual se añade calor y disminuir la cantidad de vapor que se debe condensar en el condensador al realizar extracciones en las turbinas de media y baja presión. De esta manera el calor de las extracciones es utilizado para incrementar la temperatura del agua que entra a la caldera. En este ciclo luego que el vapor ha sufrido una expansión parcial en la turbina de alta, se le devuelve a la caldera en donde, a presión constante, es elevado a la temperatura que tenía antes de entrar a la turbina de alta. Luego, bajo estas condiciones, es expandido en las turbinas de media y baja presión, pasando luego al condensador donde inicia nuevamente el ciclo. Los parámetros de operación de cada sistema se muestran en el Anexo 3.

Teniendo en cuenta los sistemas existentes en la COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP, el departamento Químico y más específicamente el Laboratorio de aguas hace control analítico en los sistemas de tratamiento de

agua, torre de enfriamiento, aguas residuales, agua potable y ciclo agua-vapor. Los parámetros de control de encuentran en el Anexo 4.

En la figura 4 se presenta los principales sistemas de la compañía y el proceso general para la generación de energía.

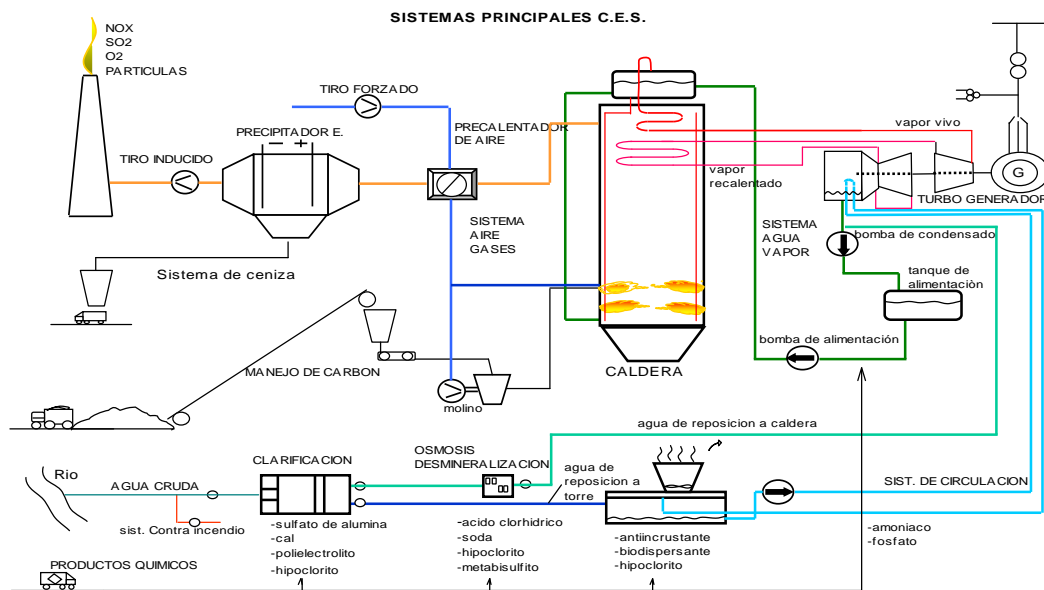


Figura 4. Principales sistemas de CES.

5.2 FASE II DIAGNOSTICO INICIAL DEL LABORATORIO DE AGUAS.

5.2.1 Revisión Bibliografía:

Realizando una revisión de la documentación existente en el laboratorio de aguas de la COMPAÑIA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP, se estableció que el Departamento químico tenía un conocimiento previo de los requisitos técnicos establecidos por la norma NTC ISO 17025:2005, pero no se había empezado una planificación, ni documentación significativa de un Sistema de un Gestión Calidad.

El departamento cuenta con todas las normas actualizadas, utilizadas como base para la aplicación de las metodologías analíticas (ASTM, ESTANDAR METHODS,

ASINEL). Esto facilitó la etapa de validación de las metodologías puesto que las normas es el punto de referencia para la verificación de los ensayos realizados.

5.2.2 Lista de verificación:

Realizando un listado de todos los requisitos técnicos establecidos por la norma NTC ISO 17025:2005, se estableció el grado de cumplimiento de las actividades del Laboratorio de aguas para cada parámetro de la norma, el diagnostico inicial se encuentra en el Anexo 5.

En la Tabla 1. Se muestra el resultado de la verificación del nivel de cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos y la figura 6 se esquematizan estos resultados.

Tabla 1. Resultados de cumplimiento requisitos técnicos.

| NURERAL NORMA | REQUISITOS TECNICOS | NIVEL DE CUMPLIMIENTO | | | | |
|------------------|--|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | NA |
| 5.1 | Generalidades | | 2 | | | |
| 5.2 | Personal | 3 | 2 | | | |
| 5.3 | Instalaciones y condiciones ambientales | 1 | 3 | | 1 | |
| 5.4 | Métodos de ensayo y de calibración y validación de métodos | 5 | 4 | | | 3 |
| 5.5 | Equipos | 8 | 4 | | | |
| 5.6 | Trazabilidad de las mediciones | 4 | 5 | | | |
| 5.7 | Muestreo | 1 | 1 | | | 1 |
| 5.8 | Manipulación de los ítems de ensayo y/o calibración | | 4 | | | |
| 5.9 | Aseguramiento de la calidad | | 2 | | | |
| 5.10 | Informe de resultados | 10 | 3 | | | |
| TOTAL | | 32 | 30 | 0 | 1 | 4 |

| NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NTC ISO-IEC 17025:2005 | |
|--|--|
| 1 | No existe ningún grado de desarrollo del requisito |
| 2 | Requisito definido informalmente pero no documentado |
| 3 | Requisito documentado pero no implementado |
| 4 | Requisito cumplido |
| NP | Requisito que No Aplica |

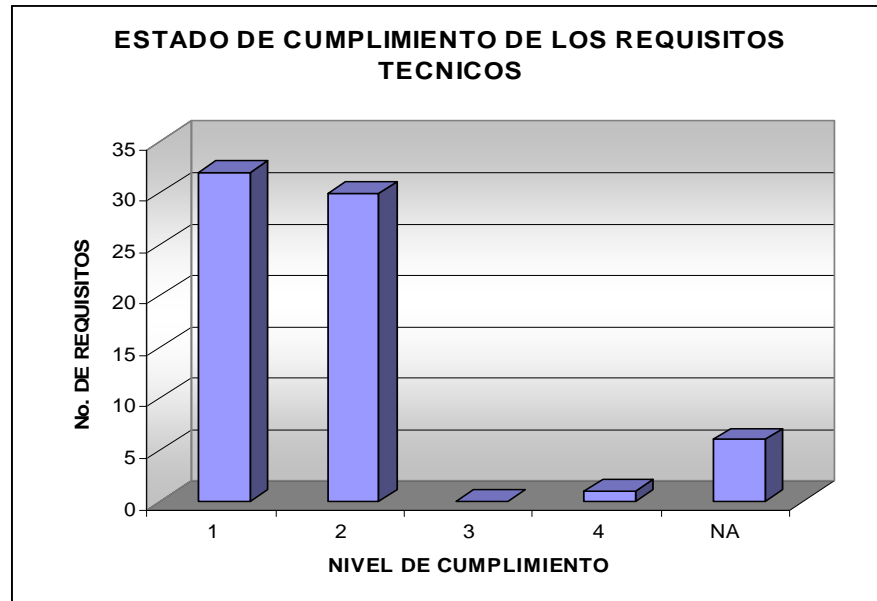


Figura 5. Grafica de Cumplimiento Requisitos Técnicos.

La revisión del grado de cumplimiento muestra que de los 67 requisitos técnicos exigidos por la norma, en el Laboratorio de Aguas no existe ningún grado de desarrollo en 32 requisitos (48%), 30 requisitos están definidos informalmente pero no se encuentran documentados (45%), 1 requisito esta cumplido totalmente (1%) y 4 requisitos (6%) no aplican en el Laboratorio.

Según el diagnostico anterior el Laboratorio no cumple con el 93% de los requisitos técnicos exigidos por la norma referencia, la evaluación del grado de cumplimiento permite trazar un plan de acción para iniciar la implementación del sistema de Gestión.

5.2.3 Plan de acción:

Según los resultados obtenidos en el diagnostico inicial se trazó un programa a seguir para dar cumplimiento a los principales requisitos técnicos exigidos por la norma NTC ISO 17025:2005, el cual se encuentra en el Anexo 6.

5.3 FASE III IMPLEMENTACION DE REQUISITOS TECNICOS DE LA NTC ISO 17025:2005

5.3.1 Elaboración de Documentos:

Tomando como referencia los documentos ya existentes en el Laboratorio, los procedimientos y registros establecidos por la norma y los procesos señalados en el mapa de procesos mostrado en el Anexo 7, para describir las actividades del Laboratorio de Aguas se estableció la documentación necesaria ver Anexo 8, para dar cumplimiento a los parámetros exigidos por la ISO 17025:2005.

Entre los documentos elaborados se tienen, mapa de procesos, procedimientos técnicos establecidos, manual de calibración de equipos, manual de uso de equipos, manual de metodologías analíticas, instructivos, registros, etc.

5.3.2 Implementación del Sistema de Gestión Calidad:

Esta fase de implementación consistió en la puesta en marcha de la documentación y registros elaborados en el punto anterior por parte del personal interno del Laboratorio, quienes tenían conocimiento la norma y los parámetros establecidos, aspecto que facilitó la distribución y puesta en marcha de la documentación.

5.3.3 Validación de las metodologías analíticas

Parte de la implementación de la norma es la validación de los métodos analíticos utilizados en el laboratorio, esta validación consistió en la verificación de los ensayos realizados con base a la norma referencia respectiva. Los equipos y recursos utilizados para realizar los ensayos de encuentran en el Anexo 9. Las metodologías escogidas para la etapa de validación con su respectiva norma referencia se registran en la tabla 2.

Tabla 2. Metodologías Analíticas utilizadas en el Laboratorio de Aguas

| PROCEDIMIENTO DE ANALISIS | NORMA |
|------------------------------------|--|
| ANALISIS DE AMONIACO | ASTM D1426-A |
| ANALISIS DE FOSFATOS | ESTANDAR METHOD 4500 P -C |
| ANALISIS DE TOC | ESTANDAR METHOD 5310 C |
| ALCALINIDAD | ESTANDAR METHOD 2320-B |
| ANALISIS DE CLORUROS ARGENTOMETRIA | ESTÁNDAR METHOD 4500 Cl ⁻ B |
| ANALISIS DE DUREZA TOTAL | ESTANDAR METHOD 2340-C |
| ANALISIS DE DUREZA CALCIO | ESTANDAR METHOD 3500 C _a -B |
| ANALISIS DE ALUMINIO | ASINEL 02.04.02.01 |
| ANALISIS DE HIERRO TOTAL HR | ESTANDAR METHOD 3500-F _e -B |
| SÓLIDOS DISUELTOS | ESTANDAR METHOD 2540-C |
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS | ESTANDAR METHOD 2540-D |
| SÓLIDOS TOTALES | ESTANDAR METHOD 2540-B |
| DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO | ESTÁNDAR METHOD 5210-D |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO | ESTANDAR METHOD 5220-D |
| GRASAS Y ACEITES | ESTANDAR METHOD 5520-B |
| ANALISIS DE NITROGENO KJENDHAL | ESTANDAR METHOD 4500 N-C |
| ANALISIS DE SAAM | ESTANDAR METHOD 5540 C |

Estas metodologías fueron escogidas con base en la frecuencia de análisis y su importancia en el momento de tomar decisiones para el control y optimización de los sistemas de tratamiento de agua y/o datos requeridos para reporte sobre el comportamiento de sistemas de residuales, vertimientos y ciclo agua-vapor.

El proceso de validación se realizó en cuatro etapas, en primer lugar se realizó la calibración de todos los equipos a utilizar en el desarrollo de los ensayos, el procedimiento y calibración se encuentra en el Anexo 10, en segundo lugar se estimó la precisión al interior del Laboratorio de Aguas por medio de patrones de referencia y se determinaron los rangos de análisis, en el paso siguiente se realizó

un ensayo preliminar de reproducibilidad con diferentes concentraciones, por ultimo se realizaron ensayos por interferencia por matriz para ver el comportamiento del analito en la muestra.

5.3.3.1 ESTIMAR LA PRECISION INTRALABORATORIO

Para este punto se estableció la lectura de patrones preparados en el laboratorio siguiendo las indicaciones para cada metodología relacionadas con el ESTANDAR METHODS o la norma ASTM específica para cada análisis.

El procedimiento que se siguió para la validación de los métodos correspondió a los rangos establecidos según el manual de curvas ya establecido con anterioridad en el Laboratorio para el caso de los espectrofotómetros y los rangos de sensibilidad de las metodologías según norma para los métodos de volumetría y potenciometría.

Las frecuencias de análisis de los patrones para la parte experimental o de mediciones se realizó de acuerdo con el protocolo de estandarización de métodos analíticos del IDEAM.

5.3.3.2 ENSAYO PRELIMINAR DE REPRODUCIBILIDAD

En los ensayos de reproducibilidad se establecieron los siguientes parámetros:

- Concentración máxima de interés, que se denomina C.
- Se prepara una solución acuosa del patrón, en una concentración equivalente al 9 % C (0.09C) y otra del 90 % de C (0.9C)
- Se preparan 10 réplicas del blanco, 10 réplicas de la concentración baja (0.09C) y 10 réplicas de la concentración alta (0.9C).
- Se corren estas soluciones por el procedimiento analítico a ensayar

5.3.3.3 INTERFERENCIA POR MATRIZ

Una vez se realizó el ensayo preliminar de reproducibilidad, se verificó el comportamiento del analito en la muestra, o matriz de interés. Para ello se requirió, disponer de dos muestras M1 y M2, cuya concentración del analito correspondió a los siguientes parámetros: M1 = Muestra natural con concentración < 50% del rango que se trabaja la metodología. M2 = Muestra natural con concentración mayor que M1.

De acuerdo con las anteriores condiciones, las matrices seleccionadas para establecer la recuperación para cada metodología se registran en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz de Ensayos de Validación.

| METODOLOGIA | RANGO METODOLOGIA (ppm) | M1 < 50% DEL RANGO | M2 >> M1 |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Amoniaco | 0 – 1 | Muestra domo | Vapor vivo |
| Fosfato | 0 – 15 | Muestra domo | Muestra torre |
| Alcalinidad | 0 - 200 | Salida osmosis | Agua clarificada |
| Dureza total | 0 - 300 | Agua clarificada | Muestra torre |
| Dureza calcio | 0 - 200 | Agua clarificada | Muestra torre |
| Aluminio | 0 - 1 | Agua clarificada | Muestra torre |
| TOC | 0 - 30 | Agua clarificada | Agua bruta |
| Cloruros | 5 - 150 | Agua clarificada | Muestra torre |
| Hierro | 0 - 3 | Agua bruta | Muestra torre |
| Sulfato | 0 - 40 | Agua bruta | Agua clarificada |
| DQO | 0 - 300 | Salida PAR | Entrada PAR |
| SAAM | 0 - 5 | Salida PAR | Entrada PAR |
| DBO | 0 - 500 | Salida PAR | Entrada PAR |
| Kjendhal | <65 | Salida PAR | Entrada PAR |
| Grasas | 0 - 10 | Salida PAR | Entrada PAR |
| Sólidos | 0 - 200 | Salida PAR | Entrada PAR |

Las muestras se analizaron por duplicado, bajo las siguientes condiciones:

- Cada grupo de muestras se analizaron el mismo día corriendo todas las muestras en paralelo.
- Los equipos, estándares, reactivos y materiales se prepararon con anticipación y se realizó un control estricto de su calidad y buen funcionamiento.

Los resultados de la validación de las metodologías analíticas de los ensayos de reproducibilidad e interferencia por matriz se observan en el Anexo 11.

Los resultados tabulados muestran los aspectos que se tienen en cuenta en los procesos de validación, en la primera parte se reportan los controles estadísticos inherentes a la reproducibilidad, los conceptos de coeficiente de variación y porcentaje de error relativo muestran el acercamiento de los datos experimentales reportados frente a los estándares escogidos como de control interés. En términos generales los resultados muestran que las metodologías objeto de estudio son repetibles en condiciones diferentes ya que cada dato fue reportado variando las condiciones de ensayo.

Los análisis volumétricos y potenciométrico mostraron coeficientes de variación bajos ya que las herramientas usadas como buretas de titulación digital y los pH metros se calibraron eficientemente asegurando confiabilidad de los volúmenes logrados en las titulaciones y los puntos finales de valoración. También se confrontaron los puntos finales de valoración de algunas metodologías utilizando indicadores homólogos para establecer virajes más confiables. Se trabajó también en la estandarización del titulante como punto fundamental en el logro de buenos resultados analíticos.

Los análisis por espectrofotometría (colorimetría) estaban previamente montados, en algunos se había realizado revisiones técnicas y ajustes según normas estandarizadas lo cual facilitó la realización y el logro de datos con excelente

repetibilidad, ubicándolas dentro de las más confiables. De los análisis realizados por interferencia por matriz se observó que las matrices tomadas en cuenta no presentaban interferencia significativa sobre los ensayos aplicados en el Laboratorio de Aguas.

5.4 FASE IV VERIFICACION DE LOS PARÁMETROS TECNICOS DE LA NORMA NTC ISO 17025:2005

Tomando como base la lista de verificación mostrada en el Anexo 5, se realizó nuevamente la verificación de los parámetros técnicos establecidos por la norma NTC ISO 17025:2005, después de haber implementado el Sistema de Gestión en el Laboratorio y puesto en práctica toda la documentación realizada. En la tabla 4 se presentan los resultados de la verificación final y en la figura 6 se esquematizan dichos resultados.

Tabla 4. Resultados de cumplimiento final requisitos técnicos

| NURERAL NORMA | REQUISITOS TECNICOS | NIVEL DE CUMPLIMIENTO | | | | |
|------------------|--|-----------------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | NA |
| 5.1 | Generalidades | | | | 2 | |
| 5.2 | Personal | 1 | | 1 | 3 | |
| 5.3 | Instalaciones y condiciones ambientales | | | 1 | 4 | |
| 5.4 | Métodos de ensayo y de calibración y validación de métodos | | | 2 | 7 | 3 |
| 5.5 | Equipos | | 2 | | 10 | |
| 5.6 | Trazabilidad de las mediciones | | 2 | 2 | 5 | |
| 5.7 | Muestreo | | | | 2 | 1 |
| 5.8 | Manipulación de los ítems de ensayo y/o calibración | | 1 | | 3 | |
| 5.9 | Aseguramiento de la calidad | | | | 2 | |
| 5.10 | Informe de resultados | 4 | 3 | | 6 | |
| TOTAL | | 5 | 10 | 4 | 44 | 4 |

| NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NTC ISO-IEC 17025:2005 | |
|---|--|
| 1 | No existe ningún grado de desarrollo del requisito |
| 2 | Requisito definido informalmente pero no documentado |
| 3 | Requisito documentado pero no implementado |
| 4 | Requisito cumplido |
| NP | Requisito que No Aplica |

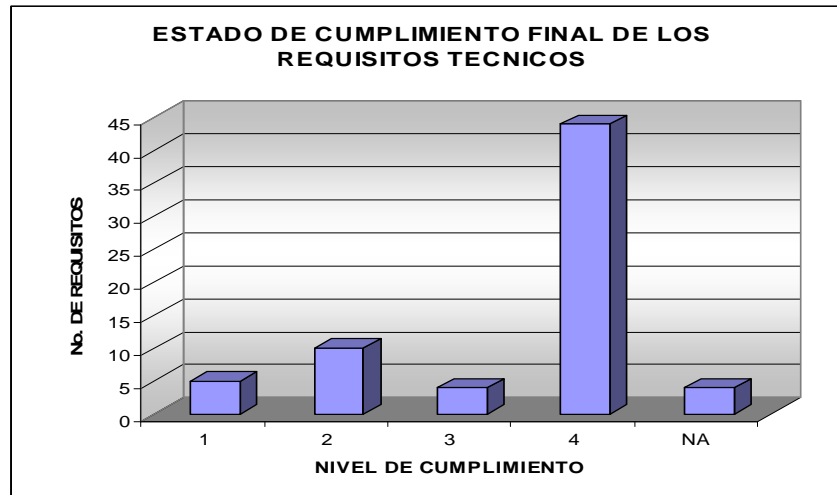


Figura 6. Grafica de Cumplimiento Final de los Requisitos Técnicos.

Luego de implantar el Sistema de Gestión en el Laboratorio de aguas se obtuvo un cumplimiento total de 44 requisitos establecidos por la norma (66%), 4 requisitos (6%) se encuentran documentados pero aun no han sido implementados, 10 requisitos (15%), son aplicados de forma informal pero aun no están documentados, 5 requisitos (7%) no se satisface totalmente según los parámetros establecidos por la norma y 4 requisitos (6%) no aplica a las actividades desarrolladas por el Laboratorio.

6 CONCLUSIONES

- La implementación y puesta en marcha del Sistema de Gestión de Calidad en el Laboratorio de Aguas de la COMPAÑÍA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA S.A. ESP, permitió que este realizará sus actividades bajo los estándares de una norma internacional, asegurando la calidad de los resultados reportados para la operación normal de los sistemas existentes en la Compañía.
- La validación de las metodologías analíticas aplicadas permitió establecer que los ensayos realizados al interior de Laboratorio estaban bajo los lineamientos exigidos por norma de referencia para cada ensayo, cumpliendo satisfactoriamente con parámetros de calidad como repetibilidad, reproducibilidad, interferencia por matriz, porcentaje de error y coeficiente de variación.
- La elaboración de procedimientos y registros permitió estandarizar la manera de registrar y reportar los resultados de aplicación de las metodologías, establecer procedimientos de calibración, mantenimiento y operación de equipos, estandarizar métodos de muestreo, llevar control de las capacitaciones hechas al personal y en general asegurar la calidad de resultados reportados.
- La verificación hecha a las actividades desarrollados por el Laboratorio de Aguas luego de la implementación de la Norma ISO 17025:2005 muestra que el laboratorio cumple satisfactoriamente con los requisitos exigidos, lo cual garantiza que el Laboratorio de aguas esta trabajando bajo los estándares de una norma especifica para las actividades desarrolladas al interior de este, que era el objetivo principal de la Dirección del departamento Químico en el momento de dar inicio a este trabajo.

7 RECOMENDACIONES

- Fortalecer el compromiso de la dirección del Departamento y de los analistas Químicos para seguir con la implementación del sistema de Gestión, buscando siempre la mejora continua del sistema.
- Establecer acciones de mejora sobre las actividades y documentos que no satisfacen los requisitos establecidos en la norma ISO NTC 17025:2005, con el fin de asegurar el cumplimiento de los mismos.
- Cumplir con los planes y procedimientos de calibración interna establecidos para garantizar la calidad de los resultados reportados.
- Realizar la capacitación y formación de auditores internos expertos en la norma NTC ISO 17025:2005, para que realicen seguimiento al sistema y establezcan un control sobre los parámetros y actividades establecidas por el Laboratorio y de esta manera asegurar la mejora continua del sistema.
- Iniciar con la Documentación e implementación de los requisitos de Gestión (capítulo cuatro de la norma), para dar cumplimiento total a los requisitos establecidos por la NTC ISO 17025:2005.
- Realizar una auditoría externa, por un organismo especializado para ratificar que el Laboratorio está trabajando bajo los estándares propuestos por una norma específica para Laboratorio de ensayo y calibración.

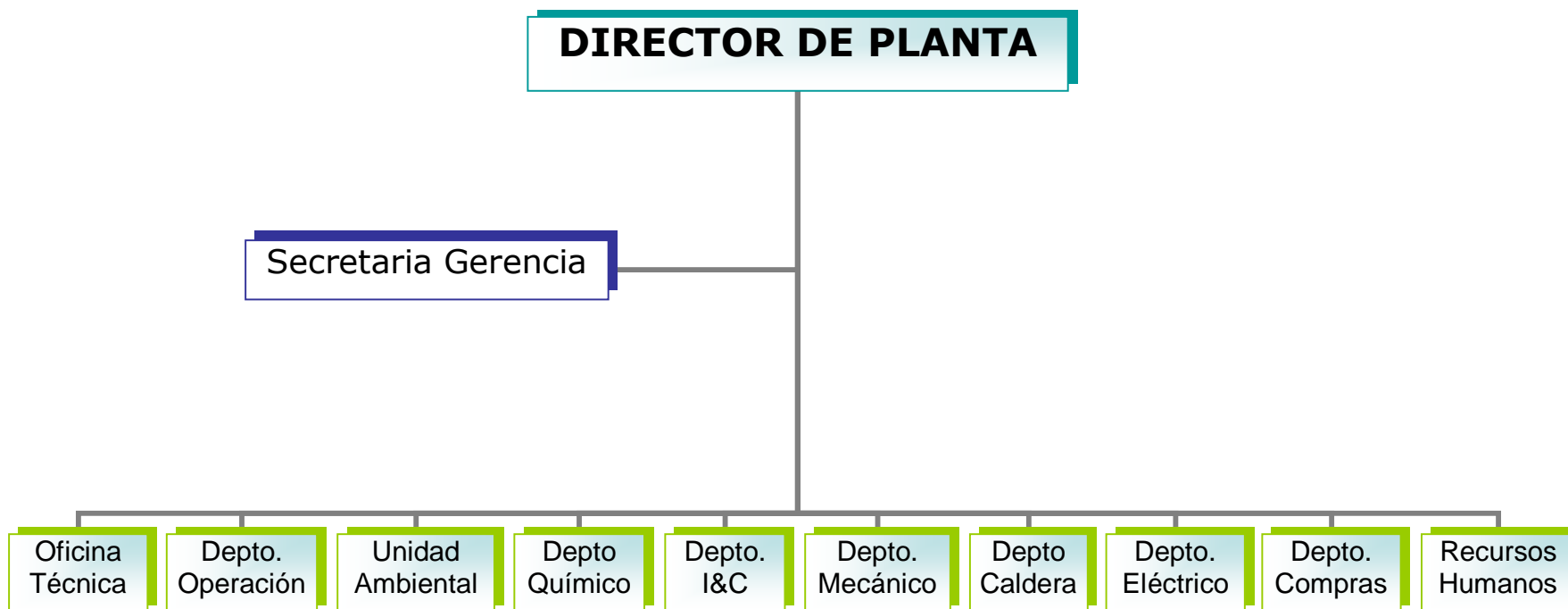
8 BIBLIOGRAFIA

1. NTC ISO/IEC 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. 2005.
2. NTC ISO/IEC 9001. Requisitos Sistema de gestión de la calidad. 2000
3. EURACHEM. Guía de Laboratorio para la Validación de Métodos y Temas Relacionados. Segunda edición. 2005.
4. IDEAM. Guía para el Aseguramiento de la Calidad Analítica para laboratorios. Santa Fe de Bogota. 1999.
5. ASTM D1426-A, Standard test Methods for ammonia Nitrogen in water
6. ESTANDAR METHOD 4500 P -C, Análisis de Fosfatos
7. ESTANDAR METHOD 2320-B, Alcalinidad
8. ESTÁNDAR METHOD 4500 Cl⁻ B, Análisis de Cloruros Argentometría
9. ESTANDAR METHOD 2340-C, Análisis de Dureza Total
10. ESTANDAR METHOD 3500 Ca-B, Análisis de Dureza de Calcio
11. ASINEL 02.04.02.01, Análisis de Aluminio
12. ESTANDAR METHOD 3500-F_e -B, Análisis de Hierro Total HR
13. ESTANDAR METHOD 2540-C, Sólidos Disueltos

14. ESTÁNDAR METHOD 5210-D, Demanda Biológica de Oxígeno
15. ESTANDAR METHOD 5220-D, Demanda Química de Oxígeno
16. ESTANDAR METHOD 5520-B, Grasas y Aceites
17. ESTANDAR METHOD 4500 N-C, Análisis de Nitrógeno KJENDHAL
18. ESTANDAR METHOD 4500 NO₃-E, Análisis de Nitratos
19. ESTANDAR METHOD 5540 C, Análisis de SAAM
20. RODRIGUEZ SERRANO, Natalia Alejandra. Aseguramiento de la calidad del Laboratorio de electroquímica de la C.I.C. mediante la validación de las técnicas y ensayos de calibración con fines de acreditación según la NTC ISO/IEC 17025. Tesis para optar por el título de Ingeniero Químico. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2008
21. GIL ARDILA, Karen Andrea. Diseño e implementación del sistema de aseguramiento de la competencia técnica según la norma NTC-ISO 17025, para el laboratorio de electroquímica de la Corporación para la Investigación de la Corrosión. Tesis para optar por el título de ingeniero Industrial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2006.
22. COMEZAÑA PORTILLA, Alonso. Diseño, documentación e implementación de la norma NTC ISO/IEC 17025 al Laboratorio de Calidad de CEDSA S.A. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2007.

ANEXOS

ANEXO 1. ORGANIGRAMA GENERAL DE CES



ANEXO2. METODOLOGIAS ANALITICAS

- **Análisis de amoniaco**

En general la determinación de bajas concentraciones de amoníaco está destinada para aguas de excelente calidad (alimentación de calderas) cuya concentración ha sido ajustada como parte del proceso; allí las interferencias son imperceptibles y el desarrollo de la metodología es más eficiente. El amonio causa problemas de corrosión de las aleaciones de cobre y del zinc por la formación de iones complejos solubles, la cual se mejoran con métodos de tratamiento como el intercambio catiónico, clorinación y desaireación.

- **Análisis de alcalinidad**

La alcalinidad del agua, es la capacidad de neutralizar la acidez. Es la suma de todas las bases titulables. El valor medido puede variar significativamente, con el pH del punto final usado. La alcalinidad es una medida de una propiedad del agua y puede entenderse en términos de sustancias específicas solamente cuando la composición química de la muestra es conocida. La alcalinidad es importante en muchos usos y tratamientos de aguas naturales y aguas de desecho. Debido a que la alcalinidad de muchas aguas superficiales es principalmente una función del contenido de carbonatos, bicarbonatos y de hidróxidos, se toma como una indicación de la concentración de estos constituyentes.

- **Análisis de Cloruros**

Los cloruros están presentes en agua potable de suministro, clarificación, aguas de desecho usualmente como sales metálicas. Los cloruros aumentan el carácter corrosivo del agua y es reducido mediante el método de tratamiento de desmineralización.

- **Análisis Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La DBO es una prueba empírica en la que se utilizan procedimientos estandarizados de laboratorio para determinar los requerimientos relativos de oxígeno en las aguas residuales, efluentes y contaminadas. La prueba mide el oxígeno utilizado, durante un periodo de tiempo especificado, para la degradación bioquímica de la materia orgánica (demanda carbonacea), y el oxígeno utilizado para oxidar la materia orgánica, como los sulfuros y e iòn ferroso.

- **Análisis de SAAM**

En las aguas la concentración de tensoactivos suele ser inferior a 0,1 mg/L excepto en las proximidades de una desembocadura u otra fuente de entrada puntual. Un alto contenido de detergentes en agua puede provocar formación de espuma, toxicidad para la vida acuática y crecimiento desmesurado de la flora acuática por el aporte de fosfatos.

- **Análisis de Aluminio**

El aluminio es el tercer metal más abundante en la tierra, está presente en la naturaleza del agua por contacto con las rocas, arena y arcilla. La coagulación del alumbre en sistemas de agua clarificada, solo puede reducir de 20 a 50 ug/l de aluminio permanente en el producto final de una buena operación controlada.

- **Análisis de Calcio y Magnesio**

El magnesio (Mg^{+2}) reduce el pH del agua de alimentación y del agua de caldera causando corrosión. El calcio es el componente principal de la dureza en el agua y generalmente se encuentra en un rango entre 5 y 500 ppm como $CaCO_3$. Se eliminan del agua durante operaciones de ablandamiento con cal y posteriormente en los lechos de intercambio catiónico.

La dureza de magnesio debe eliminarse cuando se requiera agua blanda en la alimentación de calderas; su reducción es también por ablandamiento con cal y/o intercambio iónico.

- **Análisis de Dureza**

La dureza es una propiedad que refleja la presencia de metales alcalinotérreos en el agua. De estos elementos, el calcio y magnesio constituyen los principales alcalinotérreos en aguas continentales, mientras que el Bario y el Estroncio se presentan adicionalmente a los anteriores en cuerpos de agua con algún tipo de asociación marina. La dureza en el agua es el resultado de la disolución y lavado de los minerales que componen el suelo y las rocas.

- **Análisis de Nitrógeno**

Este método cubre la determinación de amoníaco libre y nitrógeno orgánico en el agua potable, superficial, agua salada, y agua residual industrial y doméstica. El nitrógeno orgánico, se define como el nitrógeno ligado al carbono. Analíticamente, el nitrógeno orgánico y el amoniacal se pueden determinar juntos y se ha denominado nitrógeno Kjeldahl, este nombre está dado por la técnica que se utiliza.

- **Análisis de DQO**

DQO es una cifra que traduce literalmente “demanda química de oxígeno” desde el punto de vista ambiental de materia orgánica presente en una muestra de agua. En las pruebas de DQO se acelera artificialmente el proceso de biodegradación que realizan los microorganismos, mediante un proceso de oxidación forzada, utilizando oxidantes químicos y métodos debidamente estandarizados, que tienen como objetivo garantizar la reproducibilidad y comparabilidad de las mediciones.

- **Análisis de hierro**

Los problemas causados por el alto contenido de hierro (Fe) da coloración al agua, forman fuente de depósitos en las tuberías y la caldera. Los métodos de tratamiento para su control tenemos la aireación, coagulación, suavización y filtración; también se pueden utilizar agentes activos para la retención de hierro.

- **Análisis de sólidos**

El término sólido se refiere a la materia en suspensión o disuelta en agua pura o agua residual. Los sólidos tienen un efecto adverso en el efluente tanto cualitativa como cuantitativamente. Un agua con alto contenido de sólidos disueltos generalmente es un agua de inferior calidad y puede inducir a una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor. Por estas razones, el límite de sólidos disueltos para le agua de consumo es de 500mg/L.

ANEXO 3. PARAMETROS DE OPERACIÓN DE SISTEMAS CES.

➤ SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:

- Flujo lado agua 15600m³/h
- Temperatura entrada al condensador 25°C
- Temperatura de salida del condensador 37°C
- Presión de descarga de las bombas 1.5 bar.
- PH del agua 7.8-8.4
- Conductividad <1000us/cm.
- Cloro libre 0.2-0.4
- Inhibidor de corrosión 19 – 22 mg/l

➤ CIRCUITO AUXILIAR DE ENFRIAMIENTO

- Flujo bomba Booster 450m³/h
- Presión 1.2 bar.
- Flujo bomba make up Torre 400m³/h
- Presión 3.43 bar.
- Tipo de agua Clarificada y torre
- Filtro autolimpiante
- Filtración 2 mm.
- Superficie 48 m²
- Delta de presión Max 0.5-0.6 bar
- Operación automática por delta p

➤ CIRCUITO CERRADO DE ENFRIAMIENTO

- Caudal manejado 750m³/h por bomba

- Cabeza de las bombas 3.43 Bar.
- PH 9.0-9.3
- Conductividad <20 us/cm.
- Oxigeno disuelto <20 ug/l
- Hierro <30 ug/l
- Hidracina 15 - 25 mg/l
- Amoniaco 0 mg/l

➤ SISTEMA AGUA DE ALIMENTACION

- Bombas de alimentación
 - Cantidad dos (una en stand by)
 - Caudal 577 m³/h
 - Flujo mínimo 126 m³/h
 - Presión succión 9.5 bar
 - Presión descarga 191.5 bar
 - Potencia absorbida 3546 Kw.
 - Velocidad variable 1800 – 3523 rpm
- Tanque de alimentación
 - Temperatura entrada condensado 125 °C
 - Temperatura salida agua alimentación 176 °C
- Calentador cuatro
 - Temperatura de entrada 176 °C
 - Temperatura de salida 201 °C
- Calentador cinco
 - Temperatura entrada 201 °C

245 °C

Temperatura salida

- Agua de reposición al ciclo M/UP

| | |
|---------------------|-----------------|
| Conductividad ácida | < 0.2 us / cm. |
| SiO ₂ | < 10 ug / L |
| Fe total | < 10 ug / L |
| Cl - | < 10 ug / L |
| TOC | < 0.2 (mg / L)C |

- Agua salida bomba de condensado

| | |
|------------------|-------------|
| Oxígeno disuelto | < 20 ug / L |
| SiO ₂ | < 10 ug / L |

- Agua de alimentación a caldera

| | |
|---------------------|------------------|
| Conductividad total | 8.0 us / cm |
| PH | 9.5 |
| Conductividad ácida | < 0.2 us / cm |
| SiO ₂ | < 10 ug / L |
| Fe total | < 10 ug / L |
| Oxígeno disuelto | < 15 ug / L |
| TOC | < 0.2 (mg / L)C. |

➤ **SISTEMA AGUA VAPOR**

- En caldera

| | |
|---------------------|---------------------|
| Conductividad total | < 20 us/cm (PH 9.5) |
| Conductividad ácida | < 10 us/cm. |
| Sólidos totales | < 10 mg/l. |
| Fosfatos | < 3 mg/l |
| SiO ₂ | < 100 ug/l |

Fe total < 20 mg/l.
TOC < (0.2 mg/l)C.

- En vapor vivo y recalentado:

Conductividad total 8 us/cm. (PH 9.5)
Conductividad ácida < 0.2 us/cm.
SiO₂ < 20 ug/l.
Fe total < 10 ug/l
TOC < 0.2 mg/l.

➤ **TURBINA**

- Turbina de Alta presión:

Numero de etapas 1 acción y 14 reacción
Presión de trabajo 140 Bar
Temperatura de trabajo 540°C
Presión descarga 39 Bar
Temperatura de descarga 352°C

- Turbina de Media presión:

Numero de etapas 11 reacción
Presión de trabajo 35 Bar
Temperatura de trabajo 540°C

ANEXO 4. PARAMETROS DE CONTROL QUIMICO

| 1. CICLO AGUA - VAPOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|----------------|----------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------|-----------------|------|--------------------|---------------------|------|-------|
| | pH | C _T | C _A | S _{total} | PO ₄ ⁼ | SiO ₂ | N ₂ H ₄ | N H ₃ | | O ₂ | Cu | Na | Cl ⁻ | TOC | OH _{libr} | Cl _{2libr} | SDI | Color |
| | Und | vs/cm | vs/cm | mg/l | mg/l | ug/l | ug/l | mg/l | ug/l | ug/l | ug/l | ug/l | ug/l | mg/l | mg/l | mg/l | Unid | Unid |
| Salida de Condensado | 9.4-9.6 | | | <0.05 | | | | | | <10 | | | | | | | | |
| Salida Tanque de Alimentación | | | | | | | | | | <5 20 _{max} | | | | | | | | |
| Entrada al Economizador | 9.4-9.6 | 9.5 – 7.5 | <0.2 | <0.05 | | <10 | 10 20 _{max} | 1.0-2.0 | <10 | <5 20 _{max} | <2 | | | <0.2 | | | | |
| Domo | 9.3-9.7 | <50 | <20 | <20 | <3 | 130 a 150 bar | | | <20 | | <3 | <10 | <4 | | <1.0 | | | |
| Vapor Saturado | | | <0.2 | | | | | | | | | <0.01 | | | | | | |
| Vapor Sobrecalentado | | | <0.2 <1.0* | <0.05 | | <10 20 _{max} <100* | | | <10 20 _{max} <100* | | <1 1 _{max} <10* | | | | | | | |
| Vapor Recalentado | | | <0.2 | | | <10 | | | <10 | | <1 | | | | | | | |
| A. Reposición | | | <0.2 | | | <10 | | | <10 | | | | <10 | <0.2 | | | | |

| 2. SISTEMA DESMINERALIZACION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------------|------------|------------|-------------|--------------|---------------|--------------|-----|----|--|------|------|---------|--------------|--------------|-----|
| Sal. Aniónico | | <2.0 | | | | <50 | | | | | | | | | | | |
| Sal. Mixto | | <0.20 | | | | <10 | | <10 | | | | <10 | <0.2 | | | | |
| Ent. Catiónico | | Metal H <1 | Mn <50u | <1SS | | | | <50 | | | | | <3 | | <0.05 | | |
| 3. SISTEMA OSMOSIS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ent. Osmosis | 5.5- 6.5 | | | | | | | <100 | | | | | | control | 0.45 <0.6 | <3.0 | |
| 4. SISTEMA A. CLARIFICADA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. Clarificada | 6.3- 6.7 | | | <5 (SS) | | | | <300 | | | | | | control | 0.25 | | <20 |
| 5. SISTEMA ENFRIAMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. Torre | 7.8- 8.2 | 700 | | | 3.0- 6.0 | <150 mg/l | | <3.0 mg/l | | | | | | control | 0.35 | MPY: <3.5 | |
| C.C.E. | 8.9- 9.2 | <20 | | | | | 10-40 mg/l | <20 | <20 | <2 | | <500 | | | | | |

ANEXO 5. DIAGNOSTICO INICIAL Y FINAL DEL LABORATORIO

A continuación se describe el contenido de la tabla que se presenta en la página siguiente:

- La primera columna contiene los requisitos que exige la Norma NTC ISO-IEC 17025:2005 para cada numeral de la misma.
- La segunda columna esta dividida en dos casillas que indican el estado inicial (antes del SGC) y final (después de SGC) del nivel de cumplimiento de los requisitos por parte del Laboratorio de aguas. Estas dos casillas a su vez están divididas en cuatro subcolumnas nombradas por un número éstas describen mas claramente el grado del cumplimiento del requisito analizado. El significado de cada numero se presenta en la tabla Nivel de cumplimiento de la Norma NTC ISO-IEC 17025:2005, mostrada a continuación:

| NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NTC ISO-IEC 17025:2005 | |
|---|--|
| 1 | No existe ningún grado de desarrollo del requisito |
| 2 | Requisito definido informalmente pero no documentado |
| 3 | Requisito documentado pero no implementado |
| 4 | Requisito cumplido |

- La tercera casilla indica el documento de referencia para cada requisito exigido por la norma dentro del Sistema de Gestión implementado en el Laboratorio de aguas de la COMPAÑIA ELÈCTRICA DE SOCHAGOTA S.A ESP.

| REQUISITOS TECNICOS | CUMPLIMIENTO | | | | | | | | DOCUMENTO REFERENCIA |
|---|--------------|---|---|---|-------|---|---|---|---|
| | INICIAL | | | | FINAL | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 5.1 Generalidades 5.1.1 Muchos factores determinan la exactitud y la confiabilidad de los ensayos o de las calibraciones realizadas por un laboratorio. Estos factores incluyen elementos provenientes: Factores humanos, Instalaciones y condiciones ambientales, Métodos de ensayo y calibración y la validación de los métodos, Equipos, Trazabilidad de las mediciones, Muestreo, Manipulación de los ítems de ensayo y calibración. | | X | | | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos |
| 5.1.2 El laboratorio debe tener en cuenta estos factores al desarrollar los métodos y procedimientos de ensayo y de calibración, en la formación y la calificación del personal, así como en la selección y la calibración de los equipos utilizados. | | X | | | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos |
| 5.2 Personal 5.2.1 La dirección del laboratorio debe asegurar la competencia de todos los que operan equipos específicos, realizan ensayos o calibraciones, evalúan los resultados y firman los informes de ensayo y los certificados de calibración. | | X | | | | | | X | Manual de Funciones |
| 5.2.2 El laboratorio debe tener una política y procedimientos para identificar las necesidades de formación del personal y para proporcionarla. | X | | | | | | | X | Manual de Funciones Manual de procedimientos |

| | | | | | | | | Técnicos |
|--|---|--|---|---|--|---|---|---|
| 5.2.3 Cuando utilice personal técnico y de apoyo clave, ya sea bajo contrato o a título suplementario, el laboratorio debe asegurarse de que dicho personal sea supervisado, que sea competente, y que trabaje de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio. | X | | | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos |
| 5.2.4 El laboratorio debe mantener actualizados los perfiles de los puestos de trabajo del personal directivo, técnico y de apoyo clave involucrado en los ensayos o las calibraciones. | X | | | | | | X | Manual de Funciones |
| 5.2.5 El laboratorio debe mantener registros de las autorizaciones pertinentes, de la competencia, del nivel de estudios y de las calificaciones profesionales, de la formación, de las habilidades y de la experiencia de todo el personal técnico, incluido el personal contratado. | X | | | X | | | | Manual de procedimientos Técnicos |
| 5.3 Instalaciones y condiciones ambientales | | | | | | | | |
| 5.3.1 El laboratorio debe asegurarse de que las condiciones ambientales no invaliden los resultados ni comprometan la calidad requerida de las mediciones. Se deben tomar precauciones especiales cuando el muestreo y los ensayos o las calibraciones se realicen en sitios distintos de la instalación permanente del laboratorio | X | | | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos |
| 5.3.2 El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales según lo requieran las especificaciones, métodos y procedimientos correspondientes, o cuando éstas puedan influir en la calidad de los resultados. | X | | | | | | X | Lista de Verificación de Instalaciones Manual de procedimientos Técnicos |
| 5.3.3 Debe haber una separación eficaz entre áreas vecinas en las que se realicen actividades incompatibles. Se deben tomar medidas para prevenir la contaminación cruzada. | | | X | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos |
| 5.3.4 Se deben controlar el acceso y el uso de las áreas que afectan a la calidad de los ensayos o de las calibraciones. El laboratorio debe determinar la extensión del control en función de sus circunstancias | X | | | | | X | | Manual de procedimientos Técnicos |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|---|--|
| particulares. | | | | | | | | |
| 5.3.5 Se deben tomar medidas para asegurar el orden y la limpieza del laboratorio. Cuando sean necesarios se deben preparar procedimientos especiales. | X | | | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos |
| <p>5.4 Métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos</p> <p>5.4.1 Generalidades</p> <p>El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos o las calibraciones dentro de su alcance. Estos incluyen el muestreo, la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la preparación de los ítems a ensayar o a calibrar y, cuando corresponda, la estimación de la incertidumbre de la medición así como técnicas estadísticas para el análisis de los datos de los ensayos o de las calibraciones.</p> | X | | | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos Manual de Operación de Equipos Manual de Metodologías Analíticas Formato de reporte de ensayos Formato de seguimiento de calibraciones |
| <p>5.4.2 Selección de los métodos</p> <p>El laboratorio debe utilizar los métodos de ensayo o de calibración, incluidos los de muestreo, que sean apropiados para los ensayos o las calibraciones que realiza. Se deben utilizar preferentemente los métodos publicados como normas internacionales, regionales o nacionales. El laboratorio debe asegurarse de que utiliza la última versión vigente de la norma, a menos que no sea apropiado o posible.</p> | X | | | | | | X | Manual de procedimientos Técnicos Manual de Metodologías Analíticas Registros que certifican Validación |
| <p>5.4.3 Métodos desarrollados por el laboratorio</p> <p>La introducción de los métodos de ensayo y de calibración desarrollados por el laboratorio para su propio uso debe ser una actividad planificada y debe ser asignada a personal calificado, provisto de los recursos adecuados.</p> | X | | | | | | | Manual de procedimientos de Gestión Plan de Planificación del alcance de la |

| | | | | | | | | | Información |
|--|---|---|---|--|--|--|--|---|---|
| 5.4.7.2 Cuando se utilicen computadoras o equipos automatizados para captar, procesar, registrar, informar, almacenar o recuperar los datos de los ensayos o de las calibraciones, el laboratorio debe asegurarse de que: el software desarrollado por el usuario esté documentado; se establecen e implementan procedimientos para proteger los datos; se hace el mantenimiento de las computadoras y equipos automatizados con el fin de asegurar que funcionan adecuadamente | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.5 Equipos 5.5.1 El laboratorio debe estar provisto con todos los equipos para el muestreo, la medición y el ensayo, requeridos para la correcta ejecución de los ensayos o de las calibraciones. | | X | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.5.2 Los equipos y su software utilizado para los ensayos, las calibraciones y el muestreo deben permitir lograr la exactitud requerida y deben cumplir con las especificaciones pertinentes para los ensayos o las calibraciones concernientes. Se deben establecer programas de calibración para las magnitudes o los valores esenciales de los instrumentos cuando dichas propiedades afecten significativamente a los resultados. | | | X | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos Manual de Mantenimiento de Equipos Manual de uso de Equipos |
| 5.5.3 Los equipos deben ser operados por personal autorizado. Las instrucciones actualizadas sobre el uso y el mantenimiento de los equipos (incluido cualquier manual pertinente suministrado por el fabricante del equipo) deben estar disponibles para ser utilizadas por el personal del laboratorio. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.5.4 Cada equipo y su software utilizado para los ensayos y las calibraciones, que sea importante para el resultado, debe, en la medida de lo posible, estar unívocamente identificado. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.5.5 Se deben establecer registros de cada componente del equipamiento y su software que sea importante para la realización de los | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|---|--|---|---|
| <p>ensayos o las calibraciones. Los registros deben incluir por lo menos lo siguiente: la identificación del equipo y su software; el nombre del fabricante, la identificación del modelo, el número de serie u otra identificación única; las verificaciones de la conformidad del equipo con la especificación; la ubicación actual; las fechas, los resultados y las copias de los informes y de los certificados de todas las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación, y la fecha prevista de la próxima calibración; el plan de mantenimiento y el mantenimiento llevado a cabo hasta la fecha; todo daño, mal funcionamiento, modificación o reparación del equipo.</p> | | | | | | | | | Técnicos |
| <p>5.5.6 El laboratorio debe tener procedimientos para la manipulación segura, el transporte, el almacenamiento, el uso y el mantenimiento planificado de los equipos de medición con el fin de asegurar el funcionamiento correcto y de prevenir la contaminación o el deterioro.</p> | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos Manual de uso de Equipos |
| <p>5.5.7 Los equipos que hayan sido sometidos a una sobrecarga o a un uso inadecuado, que den resultados dudosos, o se haya demostrado que son defectuosos o que están fuera de los límites especificados, deben ser puestos fuera de servicio.</p> | | X | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos Manual de uso de Equipos |
| <p>5.5.8 Cuando sea posible, todos los equipos bajo el control del laboratorio que requieran una calibración, deben ser rotulados, codificados o identificados de alguna manera para indicar el estado de calibración, incluida la fecha en la que fueron calibrados por última vez y su fecha de vencimiento o el criterio para la próxima calibración.</p> | | X | | | | X | | | Manual de Calibración de equipos |
| <p>5.5.9 Cuando, por cualquier razón, el equipo quede fuera del control directo del laboratorio, éste debe asegurarse de que se verifican el funcionamiento y el estado de calibración del equipo y de que son satisfactorios, antes de que el equipo sea reintegrado al servicio.</p> | X | | | | | X | | | Manual da calibración de equipos Manual de uso de equipos |

| | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|--|--|---|---|
| <p>5.5.10 Cuando se necesiten comprobaciones intermedias para mantener la confianza en el estado de calibración de los equipos, éstas se deben efectuar según un procedimiento definido.</p> | X | | | | | | | X | Manual da calibración de equipos |
| <p>5.5.11 Cuando las calibraciones den lugar a un conjunto de factores de corrección, el laboratorio debe tener procedimientos para asegurarse de que las copias (por ejemplo, en el software), se actualizan correctamente.</p> | X | | | | | | | X | Manual da calibración de equipos |
| <p>5.5.12 Se deben proteger los equipos de ensayo y de calibración, tanto el hardware como el software, contra ajustes que pudieran invalidar los resultados de los ensayos o de las calibraciones.</p> | X | | | | | | | X | Manual da calibración de equipos |
| <p>5.6 Trazabilidad de las mediciones 5.6.1 Generalidades Todos los equipos utilizados para los ensayos o las calibraciones, incluidos los equipos para mediciones auxiliares (por ejemplo, de las condiciones ambientales) que tengan un efecto significativo en la exactitud o en la validez del resultado del ensayo, de la calibración o del muestreo, deben ser calibrados antes de ser puestos en servicio. El laboratorio debe establecer un programa y un procedimiento para la calibración de sus equipos.</p> | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| <p>5.6.2 Requisitos específicos</p> | | | | | | | | | |
| <p>5.6.2.1 Calibración</p> | | | | | | | | | |
| <p>5.6.2.1.1 Para los laboratorios de calibración, el programa de calibración de los equipos debe ser diseñado y operado de modo que se asegure que las calibraciones y las mediciones hechas por el laboratorio sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI). Un laboratorio de calibración establece la trazabilidad de sus propios patrones de medición e instrumentos de medición al sistema SI. Cuando se utilicen servicios de calibración externos, se debe asegurar la trazabilidad de la medición mediante el uso de servicios de calibración provistos por laboratorios que puedan demostrar su competencia y su capacidad de medición y trazabilidad.</p> | | X | | | | | | X | Manual da calibración de equipos Manual de Procedimientos Técnicos |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|---|--|--|---|--|--|
| <p>5.6.2.1.2 Existen ciertas calibraciones que actualmente no se pueden hacer estrictamente en unidades SI. En estos casos la calibración debe proporcionar confianza en las mediciones al establecer la trazabilidad a patrones de medición apropiados, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El uso de materiales de referencia certificados provistos por un proveedor competente con el fin de caracterizar física o químicamente un material de manera confiable; ➤ La utilización de métodos especificados o de normas consensuadas, claramente descritos y acordados por todas las partes concernientes. | | X | | | | | | | | | | <p>Manual da calibración de equipos</p> <p>Manual de Procedimientos Técnicos</p> |
| <p>5.6.2.2 Ensayos</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>5.6.2.2.1 el laboratorio debe asegurarse de que el equipo utilizado puede proveer la incertidumbre de medición requerida.</p> | X | | | | | | X | | | | | <p>Manual da calibración de equipos</p> <p>Manual de Procedimientos Técnicos</p> |
| <p>5.6.2.2.2 Cuando la trazabilidad de las mediciones a las unidades SI no sea posible o no sea pertinente, se deben exigir los mismos requisitos para la trazabilidad que para los laboratorios de calibración.</p> | | X | | | | | X | | | | | <p>Manual de Procedimientos Técnicos</p> |
| <p>5.6.3 Patrones de referencia y materiales de referencia</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>5.6.3.1 Patrones de referencia El laboratorio debe tener un programa y un procedimiento para la calibración de sus patrones de referencia.</p> | | X | | | | | X | | | | | <p>Manual de Procedimientos Técnicos</p> |
| <p>5.6.3.2 Materiales de referencia Cada vez que sea posible se debe establecer la trazabilidad de los materiales de referencia a las unidades de medida SI o a materiales de referencia certificados. Los materiales de referencia internos deben ser verificados en la medida que sea técnica y económicamente posible.</p> | | X | | | | | X | | | | | <p>Manual de Procedimientos Técnicos</p> |
| <p>5.6.3.3 Verificaciones intermedias Se deben llevar a cabo las verificaciones que sean necesarias para mantener la confianza en el estado de calibración de los patrones de referencia, primarios, de transferencia o de trabajo y de los materiales de</p> | X | | | | | | | | | X | | <p>Manual de Procedimientos Técnicos</p> |

| | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|--|--|--|---|--|---|-----------------------------------|
| referencia de acuerdo con procedimientos y una programación definidos. | | | | | | | | | |
| 5.6.3.4 Transporte y almacenamiento El laboratorio debe tener procedimientos para la manipulación segura, el transporte, el almacenamiento y el uso de los patrones de referencia y materiales de referencia con el fin de prevenir su contaminación o deterioro y preservar su integridad. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.7 Muestreo 5.7.1 El laboratorio debe tener un plan y procedimientos para el muestreo cuando efectúe el muestreo de sustancias, materiales o productos que luego ensaye o calibre. Los planes de muestreo deben, siempre que sea razonable, estar basados en métodos estadísticos apropiados. | | X | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.7.2 Cuando el cliente requiera desviaciones, adiciones o exclusiones del procedimiento de muestreo documentado. | NO APLICA | | | | | | | | |
| 5.7.3 El laboratorio debe tener procedimientos para registrar los datos y las operaciones relacionados con el muestreo que forma parte de los ensayos o las calibraciones que lleva a cabo. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.8 Manipulación de los ítems de ensayo o de calibración 5.8.1 El laboratorio debe tener procedimientos para el transporte, la recepción, la manipulación, la protección, el almacenamiento, la conservación o la disposición final de los ítems de ensayo o de calibración, incluidas todas las disposiciones necesarias para proteger la integridad del ítem de ensayo o de calibración, así como los intereses del laboratorio y del cliente. | | X | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.8.2 El laboratorio debe tener un sistema para la identificación de los ítems de ensayo o de calibración. | | X | | | | X | | | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.8.3 Al recibir el ítem para ensayo o calibración, se deben registrar las anomalías o los desvíos en relación con las condiciones normales o especificadas, según se describen en el correspondiente método de ensayo o de calibración. | | X | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.8.4 El laboratorio debe tener procedimientos e instalaciones apropiadas | | X | | | | | | X | Manual de |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|---|---|---|-----------------------------------|
| para evitar el deterioro, la pérdida o el daño del ítem de ensayo o de calibración durante el almacenamiento, la manipulación y la preparación. | | | | | | | | | Procedimientos Técnicos |
| 5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración | | | | | | | | | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.9.1 El laboratorio debe tener procedimientos de control de la calidad para realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y las calibraciones llevados a cabo. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.9.2 Los datos de control de la calidad deben ser analizados y, si no satisfacen los criterios predefinidos, re deben tomar las acciones planificadas para corregir el problema y evitar consignar resultados incorrectos. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10 Informe de los resultados | | | | | | | | | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.1 0.1 Generalidades Los resultados de cada ensayo, calibración o serie de ensayos o calibraciones efectuados por el laboratorio, deben ser informados en forma exacta, clara, no ambigua y objetiva, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo o de calibración. | X | | | | | X | | | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.2 Informes de ensayos y certificados de calibración Cada informe de ensayo o certificado de calibración debe incluir la siguiente información: un título, el nombre y la dirección del laboratorio y el lugar donde se realizaron los ensayos o las calibraciones, una identificación única del informe de ensayo o del certificado de calibración y una clara identificación del final del informe de ensayo o del certificado de calibración; el nombre y la dirección del cliente; la identificación del método utilizado; una descripción, la condición y una identificación no ambigua del o de los ítems ensayados o calibrados; la fecha de recepción del o de los ítems sometidos al ensayo o a la calibración y la fecha de ejecución del ensayo o la calibración; una referencia al plan y a los procedimientos de muestreo utilizados por el laboratorio u otros organismos, los resultados de los ensayos o las calibraciones con sus unidades de medida; el o los nombres, funciones y firmas o una | | X | | | | | X | | Manual de Procedimientos Técnicos |

| | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---|--|--|---|-----------------------------------|
| identificación equivalente de la o las personas que autorizan el informe de ensayo o el certificado de calibración. | | | | | | | | | |
| 5.10.3 Informes de ensayos | | | | | | | | | |
| 5.10.3.1 Además de los requisitos indicados en el apartado 5.10.2, los informes de ensayos deben incluir, en los casos en que sea necesario para la interpretación de los resultados de los ensayos, lo siguiente: las desviaciones, adiciones o exclusiones del método de ensayo e información sobre condiciones de ensayo específicas, tales como las condiciones ambientales; una declaración sobre el cumplimiento o no cumplimiento con los requisitos o las especificaciones; una declaración sobre la incertidumbre de medición estimada; la información sobre la incertidumbre es necesaria en los informes de ensayo cuando sea pertinente para la validez o aplicación de los resultados de los ensayos; | X | | | | X | | | | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.3.2 Además de los requisitos indicados en los apartados 5.10.2 y 5.10.3.1, los informes de ensayo que contengan los resultados del muestreo, deben incluir lo siguiente, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de los ensayos: la fecha del muestreo; una identificación inequívoca de la sustancia, el material o el producto muestreado; el lugar del muestreo, incluido cualquier diagrama, croquis o fotografía; una referencia al plan y a los procedimientos de muestreo utilizados; los detalles de las condiciones ambientales durante el muestreo que puedan afectar a la interpretación de los resultados del ensayo; cualquier norma o especificación sobre el método o el procedimiento de muestreo, y las desviaciones, adiciones o exclusiones de la especificación concerniente. | X | | | | X | | | | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.4 Certificados de calibración | | | | | | | | | |
| 5.10.4.1 Además de los requisitos indicados en el apartado 5.10.2, los certificados de calibración deben incluir, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de la calibración, lo siguiente: las condiciones bajo las cuales fueron hechas las calibraciones y que tengan una influencia en los resultados de la medición; la incertidumbre de la | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|---|--|---|-----------------------------------|
| medición o una declaración de cumplimiento con una especificación metrológica identificada o con partes de ésta; evidencia de que las mediciones son trazables. | | | | | | | | | |
| 5.10.4.2 El certificado de calibración sólo debe estar relacionado con las magnitudes y los resultados de los ensayos funcionales. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.4.3 Cuando un instrumento para calibración ha sido ajustado o reparado, se deben informar los resultados de la calibración antes y después del ajuste o la reparación, si estuvieran disponibles. | | X | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.4.4 Un certificado de calibración (o etiqueta de calibración) no debe contener ninguna recomendación sobre el intervalo de calibración, excepto que esto haya sido acordado con el cliente. Este requisito puede ser reemplazado por disposiciones legales. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.5 Opiniones e interpretaciones Cuando se incluyan opiniones e interpretaciones, el laboratorio debe asentar por escrito las bases que respaldan dichas opiniones e interpretaciones. Las opiniones e interpretaciones deben estar claramente identificadas como tales en un informe de ensayo. | X | | | | X | | | | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.6 Resultados de ensayo y calibración obtenidos de los subcontratistas Cuando el informe de ensayo contenga resultados de ensayos realizados por los subcontratistas, estos resultados deben estar claramente identificados. El subcontratista debe informar sobre los resultados por escrito o electrónicamente. | | X | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.7 Transmisión electrónica de los resultados En el caso que los resultados de ensayo o de calibración se transmitan por teléfono, fax u otros medios electrónicos o electromagnéticos, se deben cumplir los requisitos de esta Norma Internacional. | X | | | | | | | X | Manual de Procedimientos Técnicos |
| 5.10.8 Presentación de los informes y de los certificados La presentación elegida debe ser concebida para responder a cada tipo de ensayo o de calibración efectuado y para minimizar la posibilidad de | X | | | | | X | | | Manual de Procedimientos Técnicos |

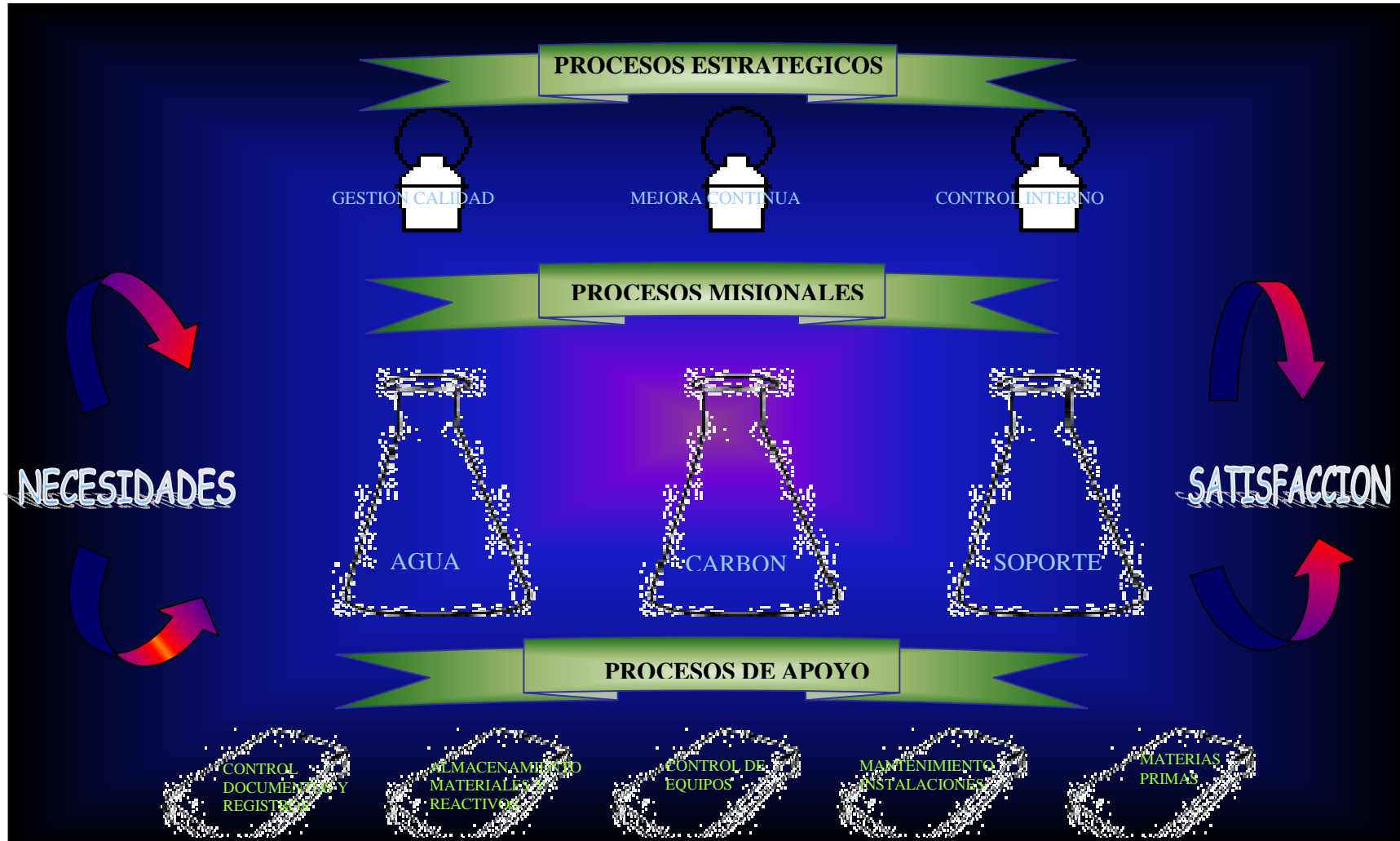
| | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--|
| mala interpretación o mal uso. | | | | | | | | | | |
| <p>5.10.9 Modificaciones a los informes de ensayo y a los certificados de calibración</p> <p>Las modificaciones de fondo a un informe de ensayo o certificado de calibración después de su emisión deben ser hechas solamente en la forma de un nuevo documento, o de una transferencia de datos</p> <p>Dichas correcciones deben cumplir con todos los requisitos de esta Norma Internacional.</p> <p>Cuando sea necesario emitir un nuevo informe de ensayo o certificado de calibración completo, éste debe ser unívocamente identificado y debe contener una referencia al original al que reemplaza.</p> | X | | | | X | | | | | <p>Manual de Procedimientos Técnicos</p> |

ANEXO 6. PLAN DE ACCIÓN DE ACUERDO AL DIAGNOSTICO INICIAL

| PLAN DE ACCIÓN | |
|----------------|---|
| Numeral | Actividad |
| 5.1 | <ul style="list-style-type: none"> Definir Manual de procedimientos técnicos especificando los factores que influyen en la incertidumbre de las mediciones. |
| 5.2 | <ul style="list-style-type: none"> Elaborar procedimientos para la selección de personal y evaluación del desempeño del mismo. Elaborar procedimiento y cronograma de capacitación del personal del Laboratorio. Anexar hoja de vida de cada miembro del Laboratorio al manual de Funciones. Elaborar programa de formación para cada empleado del Laboratorio Elaborar documento para que personas externas al laboratorio trabajen bajo los lineamientos del SGC. |
| 5.3 | <ul style="list-style-type: none"> Definir los factores y condiciones ambientales que puedan limitar o afectar lo calidad de los ensayos. Elaborar procedimiento de seguimiento de condiciones ambientales. Realizar y supervisar el control de acceso a las áreas donde se realizan los ensayos. Definir el plan de limpieza para asegurar el orden y la limpieza del Laboratorio. |
| 5.4 | <ul style="list-style-type: none"> Organizar y revisar los procedimientos de las metodologías aplicadas en el análisis de agua. Definir la forma de estimar la incertidumbre de las mediciones y calibración de equipos. Realizar la documentación para asegurar el control estadístico de los resultados. Documentar la política para la selección de los métodos de ensayo de acuerdo a las últimas normas vigentes. Identificar los métodos no normalizados y asociarlos a una norma de referencia adecuada para este ensayo. Identificar y documentar todos los componentes de la incertidumbre. Establecer y documentar el cálculo y la transferencia de los datos para realizar asegurar el control de los mismos. Establecer procedimientos para asegurar la confidencialidad, integridad, recopilación, almacenamiento, transmisión y procesamiento de los datos. |
| 5.5 | <ul style="list-style-type: none"> Establecer control de equipos externos al Laboratorio para que cumplan con los requisitos exigidos por la norma. |

| | |
|------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> · Elaborar el Manual de operación de equipos. · Manual de mantenimiento y calibración de equipos. · Elaborar una lista de todos los equipos existentes en el laboratorio con su KKS respectivo. · Elaborar los formatos de registro de cada equipo y su software donde se encuentre toda la información importante de cada uno. · Elaborar y documentar procedimientos para la manipulación segura, transporte, almacenamiento de equipos de medición. · Establecer procedimientos para el manejo de equipos fuera de servicio. · Demostrar la competencia del personal del laboratorio para el manejo de equipos del Laboratorio. |
| 5.6 | <ul style="list-style-type: none"> · Manual de mantenimiento y calibración de equipos. · Determinar la exactitud de cada ensayo y asegurar que cada equipo puede proporcionar la incertidumbre requerida para cada metodología aplicada. · Documentar los procedimientos para la calibración de equipos con patrones de referencia. · Establecer procedimientos para la manipulación, almacenamiento y uso de patrones de referencia y materiales de referencia. |
| 5.7 | <ul style="list-style-type: none"> · Elaborar procedimientos para el muestreo de las sustancias, materiales y productos para luego someter a ensayos. |
| 5.8 | <ul style="list-style-type: none"> · Elaborar los procedimientos para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento y disposición final de las muestras a analizar. · Establecer una codificación inequívoca de las muestra a analizar. · Establecer procedimientos de recepción de muestras. · Elaborar procedimiento para disposición final de las muestras analizadas. |
| 5.9 | <ul style="list-style-type: none"> · Establecer los procedimientos para el control de calidad. · Realizar seguimiento de la validez de los ensayos y calibraciones realizados en el Laboratorio. · Establecer y aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados de la aplicación de las metodologías analíticas. · Realizar seguimiento y control a los resultados obtenidos. |
| 5.10 | <ul style="list-style-type: none"> · Elaborar formato de informe de resultados. · Establecer contenido de cada informe de resultados. · Documentar la forma el procedimiento a seguir cuando exista una corrección a un informe. · Establecer y documentar una política para la inclusión de opiniones o interpretaciones en un informe de ensayo. |

ANEXO 7. MAPA DE PROCESOS



ANEXO 8. DOCUMENTOS A ELABORAR PARA LA IMPLEMENTACION NORMA 17025:2005

| NUMERAL NORMA | TIPO DE DOCUMENTO | CODIGO | NOMBRE DEL DOCUMENTO |
|----------------------|--------------------------|---------------|--|
| 5.1 | Manual | MC | Manual de Calidad |
| 5.2 | Procedimiento | LP-14 | Selección y formación del personal |
| | Registro | LRT-14-1 | Programación |
| | | LRT-14-2 | Cambios de Turno y Reemplazos. |
| | | LRT-14-3 | Formato de Permisos Varios |
| | | LRT-14-4 | Participación en Capacitación. |
| LRT-14-5 | Formación de Personal | | |
| 5.3 | Procedimiento | LP-15 | Seguimiento de instalaciones y condiciones ambientales |
| | instructivo | LI-15-1 | Vertimientos |
| | | LI-15-2 | Manejo de residuos químicos |
| 5.4 | Procedimiento | LP-16 | Métodos de ensayo |
| | Registros | LRTA-16-1 | R. Actualización de métodos de ensayo. |
| | | LRTA-16-2 | R. Torre de enfriamiento |
| | | LRTA-16-3 | R. Agua potable |
| | | LRTA-16-4 | R. Almacenamiento agua Demi |
| | | LRTA-16-5 | R. Ciclo agua vapor |
| | | LRTA-16-6 | R. Clarificada |
| | | LRTA-16-7 | R. Control Químico planta residuales |
| | | LRTA-16-8 | R. Filtrada – Osmosis -Demi |
| LRTC-16-1 | R. Copia carbones | | |

| | | | |
|------------|----------------------|----------------------|--|
| | | LRTC-16-2 | R. Copia inquemados pipas |
| | | LRTC-16-3 | R. Copia inquemados campos |
| | | LRTC-16-4 | R. Fineza |
| | | LRTC-16-5 | R. Benzoic 40 |
| | | LRTC-16-6 | R. Control balanza |
| | | LRTC-16-7 | R. Calibración C40000 |
| | | LRTC-16-8 | R. Copia acido benzoic 50 |
| | | LRTC-16-9 | R. Calibración C5000 |
| | | LRTC-16-10 | R. Hoja peso carbones |
| | | LRTC-16-11 | R. Peso banda CC2 |
| | | LRTC-16-12 | R. Peso muestreo de carbón |
| | | LRTC-16-13 | R. Verificación granulometrías |
| | Instructivo | LI-16-1 | Validación metodologías análisis de aguas |
| | | LI-16-2 | Manual información laboratorio de aguas |
| | | LI-16-3 | Manual de Elaboración de curvas |
| | Manual | LMMA | Manual Metodologías de Aguas |
| | | LMCE | Manual de calibración de equipos |
| 5.5 | Manual | LMME | Manual de mantenimiento de equipos |
| 5.6 | | Procedimiento | LP-17 |
| 5.7 | Procedimiento | LP-18 | Toma de muestras |
| 5.8 | Procedimiento | LP-19 | Recepción, traslado y manipulación de muestras |
| 5.9 | Procedimiento | LP-20 | Aseguramiento de la calidad |
| | Instructivo | LI-20-1 | Interlaboratorios |

**ANEXO 9. RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE LA NORMA ISO 17025:2005**

| NOMBRE EQUIPO | MARCA | SERIE EQUIPO | CAPACIDAD |
|--|--------------|--------------------------------------|--|
| BALANZA ANALÍTICA PRECISIÓN BP221S-#283 | SARTORIUS | Modelo: BP221S, Tipo: BC 100 | 220 g, Clase I, Incremento d: 0.1 mg |
| BALANZA ANALÍTICA PRECISIÓN BP221S-#613 | SARTORIUS | BP221S | 220 g, Clase I, Incremento d: 0.1 mg |
| BALANZA DE PRECISIÓN-LP 5200P | SARTORIUS | LP5200P | 5200 g |
| PLACA CALEFACTORA RECTANGULAR-SBS | SBS | 350300 | 220V, 60HZ,400°C |
| ESTUFA DE SECADO CON AÍRE FORZADO (Para esterilizar y desecación) -288 L-SELECTA | SELECTA | DRY-BIG2002960 | 288 L/ 40-250°C |
| MANTA DE CALENTAMIENTO PARA DESTILACIÓN - HACH | HACH | Mod: EMA0500/CEBX1 Serie:10601813 | 115V, 270W, 500ml, 60 Hz, Fusible:2.5A |
| ANALIZADOR KJELDAHL -QUIMIS | QUIMIS | Modelo: Q-328S21, Q-327B28 | |
| CALENTADOR | HACEB | | 38 L |
| PLACA CALEFACTORA RECTANGULAR – SBS | SBS | 350300 | 220V, 60HZ, 400°C |
| PLACA AGITADORA PARA ANALISIS DE BOD --- WTW | WTW | Modelo: OxiTop IS6, Serie:208 112 | 6 Muestras |
| ANALIZADOR DE TOC -- MATERIA ORGANICA #509 - CMAT 550 | C-MAT 550 | | |
| ANALIZADOR DE CARBONO ORGANICO TOTAL (TOC-V) - | SHIMADZU | | |

| | | | |
|--|------------|--|--|
| SCHIMADZU | | | |
| ESPECTROFOTÓMETRO-HACH DR2000 | HACH | DR 2000 | |
| ESPECTROFOTÓMETRO-BECKMAN | BECKMAN | Modelo: DU650, serie: 4325046, versión: T | |
| ESPECTROFOTÓMETRO-HACH DR2010 | HACH | DR 2010 | Batería recargable, 8V |
| pH - METRO CON ELECTRODO Y SOPORTE / METERLAB , (Teclado digital) - RADIOMETER | RADIOMETER | PHM210 | pH: -9 a 23, mV:-1999 a +1999, T°C:0 a 99.9 |
| pH -METRO PORTATIL CON ELECTRODO -WTW 315i | WTW | Modelo: 315i - Serie:01310015 | pH:-2.0,+16; T°C: 5-105°C , mV:-999,+999; |
| ELECTRODO DE REFERENCIA pH METRO -WTW 315i | WTW | 01310015 | pH : -2;+16/ Redox:-1000;+1000/ T°C= 5-105 |
| ELECTRODO SENTIX ORP (REDOX) -315i | WTW | | -999.9+999.9/0-100°C |
| ELECTRODO- pH SETIX 21 -WTW 315i | WTW | | 0-14 UNIDADES/0-80°C |
| SENSOR DE TEMPERATURA - WTW 315i | WTW | TFK325 | 0-100°C |
| CONDUCTIVIMETRO PORTATIL CON ELECTRODO-HACH | HACH | CO150,Modelo:50150Electrodo Ref:50161, R:1us-100ms | Kte: 1.0, Rango: 0-199.9 us, STD: 0-19900 mg/L |
| CONDUCTIVIMETRO PORTATIL-HACH | HACH | CO150,Modelo:50150 Electr Ref: 50161, Rn:1us-100ms | Kte: 1.0, Rango:0-199.9 us, STD: 0-19900 mg/L |
| ELECTRODO CON SENSOR DE TEMPERATURA-WTW | WTW | LR 325/001 | KTE:0.01 Cm; RANGO:0.001-30 us/cm |
| ELECTRODO CON SENSOR DE TEMPERATURA-WTW | WTW | LR 325/01 | KTE:0.1 Cm, 5/+80°C; RANGO:0.001-200us/cm |

| | | | |
|---|------------|---|--|
| CONDUCTIVIMETRO CON ELECTRODO Y SOPORTE- RADIOMETER | RADIOMETER | CDM230; Kte:1.0 Cm | Elect:CDC865 441-02-035, Kte:1.20Cm,R:0- 2000 ms/cm |
| SENSOR DE TEMPERATURA DEL CONDUCTIVIMETRO | RADIOMETER | 699-11-035 T201 | -5/80°C |
| CONDUCTIVIMETRO PORTATIL-WTW 315i | WTW | 315i;Tipo Protección: IP 66, Clase III, T:-5.105°C | Elec. TETRACON 325, Kte:0.45cm; R:1us/cm- 500ms/cm |
| TURBIDIMETRO PORTATIL-HACH 2100P | HACH | 2100P | Rango: 0.01 - 1000 NTU |
| ANALIZADOR PORTÁTIL DE OXIGENO DISUELTO-HACH | HACH | Serie: 040800010019, Modelo: SENSION6 | |
| TITULADOR DIGITAL-HACH | HACH | Modelo: 16900 | 800 dígitos/ml ó 0.00125 ml/dígito |
| COLORIMETRO PORTÁTIL (Display, Teclado) -HACH | HACH | DR 890 | |
| AGITADOR MAGNETICO CON PLANCHA CALEFACTORA- SELECTA | SELECTA | 7000243, No.330845 | 350-370°C, 110V, 5.4A, 600W, 60Hz. |

PATRONES CERTIFICADOS PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS pH-METROS

| SOLUCIÓN BUFFER | MARCA | REFERENCIA | VALOR a 20 °c | COMPUESTOS |
|-----------------|-------|---------------------|----------------|--|
| pH | | | | |
| 4.0 | MERCK | TITRISOL 1.09884 | 4.00 +/- 0.02 | Citrato/Acido Clorhídrico (C ₆ H ₈ O ₇ =0.056 mol/L; NaOH=0.11 mol/L; HCl=0.044mol/L) |
| 7.0 | MERCK | TITRISOL 1.09887 | 7.00 +/- 0.02 | Fosfatos (KH ₂ PO ₄ =0.026 mol/L; Na ₂ HPO ₄ =0.041 mol/L) |
| 10.0 | MERCK | TITRISOL 1.09890 | 10.00 +/- 0.05 | Acido Bórico/Cloruro de Potasio/ Soluc. Hidróxido de Sodio (H ₃ BO ₃ =0.05 mol/L; KCl=0.05 mol/l; NaOH=0.044 mol/L). |


PATRONES CERTIFICADOS PARA CURVAS DE CALIBACION DE LOS ESPECTROFOTOMETRO

| CURVA | MARCA | REFERENCIA | CONCENTRACION | COMPUESTO |
|---|-------|---------------------|---|--|
| SILICE (Si) | MERCK | TITRISOL 1.09947 | 1000 mg Si | TETRACLORURO DE SILICIO EN SOLUC. DE HIDROXIDO DE SODIO 14%. |
| COBRE (Cu) | MERCK | TITRISOL 1.09987 | 1000 mg Cu | CLORURO DE COBRE (II) EN AGUA |
| MANGANESO (Mn) | MERCK | TITRISOL 1.09988 | 1000 mg Mn | CLORURO DE MANGANESO EN AGUA |
| HIERRO (Fe) | MERCK | TITRISOL 1.09972 | 1000 mg Fe | CLORURO DE HIERRO III EN ACIDO CLORHIDRICO AL 15% |
| SULFATO (SO ₄) ₂ - | MERCK | TITRISOL 1.09872 | 1000 mg (SO ₄) ₂ - | ACIDO SULFURICO EN AGUA |



C. E. S.
Compañía Eléctrica de Sochagota S.A. E.S.P.

| | | | | |
|--|-------|---------------------|--|------------------------------|
| CLORUROS (Cl ⁻) | MERCK | TITRISOL 1.09871 | 1000 mg Cl ⁻ | CLORURO DE HIDROGENO EN AGUA |
| FOSFATOS (PO ₄) ₃ ⁻ | MERCK | TITRISOL 1.09870 | 1000 mg (PO ₄) ₃ ⁻ | ACIDO FOSFORICO EN AGUA |
| NITRATOS (NO ₃) | MERCK | 1.19811 | 1000 mg/L NO ₃ +/- 5 mg/L | NITRATO DE SODIO EN AGUA |
| AMONIACO (NH ₄) | MERCK | 1.19812 | 1000 mg/L NH ₄ +/- 2 mg/L | CLORURO DE AMONIO EN AGUA |
| COLOR | HACH | 1414-53 | 500 Unidades de Color Pt-Co | PLATINO – COBALTO |
| ALUMINIO (Al) ₃ ⁺ | MERCK | TITRISOL 1.09967 | 1000 mg Al | |
| ZINC (Zn) | MERCK | | 1.000 +/- 0.002 g Zn | |

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-2 |
| | Fecha: 12 - 09 - 2008 | Página 62 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION BALANZAS DE PRECISION Y ANALÍTICA DE SARTORIUS | | Distribuir a: |

ANEXO 10. CALIBRACION DE EQUIPOS

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la calibración de las balanzas analíticas y de precisión de SARTORIUS, con el objeto de garantizar la exactitud de sus mediciones y asegurar el reporte de resultados. (Identificación: 40STG45 CW001 - 010)

2. CARÁCTERÍSTICAS DEL EQUIPO

Referencia

El presente protocolo aplica a balanzas de precisión marca SARTORIUS BP 221S.

Tipo de equipo


Capacidad de 4.2 y 5.2 Kg., con las siguientes características:

- Función de calibración/ajuste totalmente automático “isoCAL” (Dependiente del tiempo y la temperatura).
- Determinación de la desviación estándar mediante “reproTest”.
- Protocolos en conformidad con ISO/GMP/GLP.
- Protección de los ajustes de parámetros con clave de acceso.

Satisface confiabilidad en los resultados de medición mediante:

- Filtración de las vibraciones, corriente de aire, etc.
- Resultados de medición reproducibles y estables.
- Lecturas buenas bajo condiciones de luminosidad.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-2 |
| | Fecha: 12 - 09 - 2008 | Página 63 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION BALANZAS DE PRECISION Y ANALÍTICA DE SARTORIUS | | Distribuir a: |

3. RESPONSABLE A REALIZAR LA ACTIVIDAD.

Analista y Supervisor Departamento Químico para la Calibración interna y Técnico especializado para la Calibración externa.

4. CALIBRACIÓN.

4.1 Frecuencia de calibración.


La calibración a la que tiene acceso el personal del laboratorio es la calibración interna en automático, isoCAL antes de efectuar una rutina de pesajes. La verificación del instrumento es realizada por CES (pesas no certificadas) y personal técnico (pesas certificadas) después de haber realizado mantenimiento preventivo y/o correctivo. La calibración externa es exclusiva para el proceso de la certificación de la funcionalidad del equipo y solo será desarrollada por personal experto en petrología.

4.2 Procedimiento de Calibración interna.

Se recomienda dar calibración en automático al iniciar trabajo de pesada ya que puede haber variación de la temperatura ambiente con respecto a la anterior calibración o si se ha cumplido el intervalo de tiempo definido en el menú.




4.2.1 CALIBRACIÓN EN AUTOMATICO O EN isoCAL EN AUTOMATICO:

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-2 |
| | Fecha: 12 - 09 - 2008 | Página 64 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION BALANZAS DE PRECISION Y ANALÍTICA DE SARTORIUS | | Distribuir a: |

Al calibrar en automático no se realiza ninguna acción modificadora en la configuración de la balanza.

Pasos a seguir en la calibración automática:

- Se enciende el equipo pulsando la tecla 
- Si por alguna razón hay variación de lectura por el aire u otro factor se presiona la tecla  .
- Seguidamente se presiona la tecla 


4.2.2 Procedimiento de Calibración externa

NOTA: Actividad exclusiva del Técnico certificador.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- En setup (Parámetros balanza: Calibr./ajuste: Función CAL) debe estar ajustado Cal./ajust. ext.; pesa selecc., o bien, selección mediante: Modo seleccionar (ajuste de fábrica).
- El usuario puede utilizar una pesa propia para la calibración/ajuste. Calibración/ajuste externos debe realizarse sólo con pesas que tengan trazabilidad con un patrón nacional y cuyos límites de error importen por un mínimo de 1/3 de la tolerancia exigida para precisión de indicación.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-2 |
| | Fecha: 12 - 09 - 2008 | Página 65 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION BALANZAS DE PRECISION Y ANALÍTICA DE SARTORIUS | | Distribuir a: |

- El valor de pesa tiene que ser de, por lo menos, 10% de la capacidad de pesada máxima.

*NOTA: En balanzas verificadas de clase II de precisión es posible solo con calibración externa.

4.3 Evaluación de la operación balanzas.

4.3.1 Por Técnico Sartorius

Inmediatamente después de realizado el mantenimiento preventivo y/o correctivo, varias pruebas son hechas sobre la balanza a fin de calificar su operatividad. En general, son:


- Excentricidad de la carga
- Exactitud
- Constancia del punto cero
- Invariabilidad
- Observaciones

Los formatos que registran los resultados de esta, se indican a continuación:

Por CES.

Inmediatamente después de efectuar la calibración interna (**isoCAL**), debe realizarse la verificación del funcionamiento usando la pesas de 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 gramos.


| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverria | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-2 |
| | Fecha: 12 - 09 - 2008 | Página 66 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION BALANZAS DE PRECISION Y ANALÍTICA DE SARTORIUS | | Distribuir a: |

Reporte de Resultados

Los datos obtenidos en cada verificación de funcionamiento son registrados en el banco de datos “Verificación de Funcionamiento” a fin de observar las tendencias de funcionamiento de cada balanza.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-8 |
| | Fecha: 11 - 09 - 2008 | Página 67 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION PEHACHÍMETRO LABORATORIO CENTRAL | | Distribuir a: |

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento estándar para la calibración de pHmetro 240

RADIOMETER: (Identificación (KKS): 40STG55 CQ044)

2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

2.1 Referencia

El presente protocolo aplica a equipos para medición de pH marca RADIOMETER modelo pHM240

2.2 Tipo de electrodo

Se utiliza electrodo combinado con sonda de temperatura incorporada, electrolito gelificado y enchufe DIN a prueba de agua.

3. RESPONSABLE A REALIZAR LA ACTIVIDAD.


Analista y Supervisor Departamento Químico.

4. CALIBRACIÓN.

4.1 Frecuencia de calibración.

Se debe verificar el equipo antes de ponerse en servicio a fin de establecer si reúne los requisitos de las especificaciones del laboratorio y si cumple las especificaciones normalizadas pertinentes. Para éste tipo de equipo por permanecer en condiciones de manejo y ambientales estables su frecuencia de calibración se programa automáticamente seleccionando en el menú del equipo rangos de 24 a 72 horas,

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-8 |
| | Fecha: 11 - 09 - 2008 | Página 68 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION PEHACHÍMETRO LABORATORIO CENTRAL | | Distribuir a: |

dependiendo de la rutina diaria de medición. Se ha establecido su calibración cada 72 horas.

4.2 Procedimiento de Calibración.

Un medidor de pH siempre debe ser calibrado contra soluciones taponadas certificadas con fechas vigentes para ajustar las lecturas del pH a las características individuales de cada electrodo que va hacer utilizado.

El pHmetro M201 y pHmetro M210 pueden permitir la calibración bien sea con dos soluciones taponadas o una sola. La calibración es permitida con un reconocimiento automático de la solución Taponada. Tres tipos de soluciones taponadas pueden ser utilizadas: pH 4.0, 7.0 y 10.0.


El valor de pH de una solución Tampón cambia con la temperatura. Para el cálculo de la calibración de estos equipos usa los valores actuales de la temperatura corriente (o sea la temperatura con la cual se encuentra en el momento).

Para ingresar la temperatura se utiliza las teclas de flechas en paso de un grado centígrado (°C) o medir automáticamente cuando un sensor de temperatura esta conectado (la temperatura mostrada para un rango decimal es de 23.4 °C).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Encienda el pH-metro


| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-8 |
| | Fecha: 11 - 09 - 2008 | Página 69 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION PEHACHÍMETRO LABORATORIO CENTRAL | | Distribuir a: |

- Monte y conecte los electrodos
 - Seleccione el método de calibración a usar (1, 2 ó 3)
 - Presione la tecla CAL para iniciar la calibración. Los resultados obtenidos de la calibración anterior aparecerán en la pantalla.

 - Presione la tecla representada con un visto aparecerá el (los) tipo (s) de solución Tampón a usar para la calibración.
 - Coloque la solución Tampón dentro de un beaker. Revise que los electrodos estén adecuadamente inmersos en la solución Tampón. Cuando aparezca el mensaje DIP ELECTRODE IN BUFFER 1 presione la tecla simbolizada con un visto para continuar.
- Nota: Para obtener la mayor precisión, el valor de pH de las soluciones tampón a utilizar en la calibración deben ser cercanos a los valores de pH de las muestras.
- Si no hay sensor de temperatura conectado, ajuste la temperatura de calibración manualmente utilizando las teclas derecha e izquierda, después presione la tecla representada con un visto para iniciar el procedimiento de calibración. Si un sensor de temperatura esta conectado la temperatura será medida directamente y el instrumento no mostrará en la pantalla CAL TEMPERATURE.
 - El progreso de la calibración pueden ser visto en la pantalla por medio de las lecturas de pH y la visualización del indicador de estabilidad STAB. Cuando la señal del electrodo esta estable el pHM240 mostrará en la pantalla donde dice Buffer 1 : 7.00 e indica que se debe instalar un Buffer 2.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverria | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-8 |
| | Fecha: 11 - 09 - 2008 | Página 70 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION PEHACHÍMETRO LABORATORIO CENTRAL | | Distribuir a: |

| |
|---------------------------------|
| Buffer 1: 7.00 Dip in Buf. 2 |
|---------------------------------|

- Si una calibración de un solo punto es requerida presione la tecla pH/mV para finalizar el procedimiento. La siguiente pantalla mostrará presentando el nuevo valor de pH cero y la ultima sensibilidad. En el pHM240 automáticamente imprimirá los datos de calibración si una impresora esta conectada. Presione la tecla representado con un visto para ir al modo de medición.

| |
|-----------------------------|
| 1 Poin Cal pH° 6.92 100% |
|-----------------------------|

- Para continuar con la calibración de dos puntos, lave el electrodo o los electrodos con agua desmineralizada y coloque el electrodo en la solución Tampón 2 presionando la tecla representada con un visto para continuar.
- El proceso de calibración puede verse en la pantalla por medio de las lecturas de pH, la visualización del estabilizador STAB.
- Cuando la señal del electrodo está estable en el pHmetro M240 mostrará el resultado de la calibración, el cero de pH y la sensibilidad. El pHmetro M240 automáticamente imprimirá los datos de la calibración si una impresora está conectada a él. Si algún error ocurre durante la calibración un mensaje de error aparecerá impreso.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverria | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-8 |
| | Fecha: 11 - 09 - 2008 | Página 71 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION PEHACHÍMETRO LABORATORIO CENTRAL | | Distribuir a: |

| |
|-----------------------------------|
| Buffer 2: 10.01 PH° 6.92 99.7% |
|-----------------------------------|


- Presione la tecla representada con un visto o la tecla pH/mV para ir al modo de medición.
- El resultado de la calibración es almacenado en los pH-metros pHmetro M240, los cuales tiene una memoria y utiliza esto para las mediciones de pH.
- Si un mensaje de error es mostrado (SAME BUFFER CHANGE BUFFER), significa que esta colocando el mismo buffer la cual debe cambiarlo.

4.3 Evaluación de la Calibración

Los siguientes valores de calibración son definidos como apropiados para el pHmetro M240 : El zero de pH: 7.00, sensibilidad 100%, temperatura: 25 °C. Valores inferiores del 95 y 105% de sensibilidad se debe efectuar cambio del electrodo y efectuar el siguiente procedimiento:

- Mantenga presionada la tecla CAL por 4 s.
- Utilizando las teclas RESET CAL (YES O NO). Presione la tecla representada con un visto para entrar.
- Si es YES la última calibración mostrará los valores predeterminados o por defecto. Presione la tecla visto para iniciar una nueva calibración.
- Si es NO la última calibración mostrará el resultado de la calibración que se ha realizado. Presione la tecla visto y reiniciará una nueva calibración.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverria | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|
|  | MANUAL CALIBRACION DE EQUIPOS | CÓDIGO: LMCE-8 |
| | Fecha: 11 - 09 - 2008 | Página 72 de 97 |
| PROCEDIMIENTO: CALIBRACION PEHACHÍMETRO LABORATORIO CENTRAL | | Distribuir a: |

4.4 Reporte de Resultados

Los valores de las soluciones Tampón para calibración y verificación se reportan en el certificado RC-STG55CQ044

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Autor: Jeimmy Liliana Ruiz Echeverría | Responsable: Herney Rodríguez | Autorizado por GP: Lucero García Paz |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la calibración del Espectrofotómetro DU 650 Beckman (Identificación: 40STG55CQ031).

2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

El presente protocolo aplica al espectrofotómetro DU 650 Beckman, el cual opera lecturas en la región de UV – Visible, con un intervalo de longitud de onda de 190 a 1100 nm.

El equipo se compone de un generador de luz monocromática, al pasar por la muestra mide la absorción de la luz censada por un fotodiodo detector.

Se utiliza una celda de flujo en UV – sílica con paso de luz de 10 mm, volumen interno 0.45 ml y amplitud de ventana de 4 mm.

3. RESPONSABLE A REALIZAR LA ACTIVIDAD.

Analista y Supervisor Departamento Químico.

4. CALIBRACIÓN.

4.1 Frecuencia de calibración.

Cada vez que se realice mantenimiento preventivo o se realice cambio de la lámpara de tungsteno o cualquier otro repuesto se debe realizar calibración del equipo. Cada vez que la verificación de las curvas presenten desviación.

4.2 Procedimiento de Calibración.

4.2.1. Verificación del sistema óptico: Se utilizan un estándar (FILTRO DE HOLMIO) para determinar la resolución del equipo en cuanto a su óptica y

estabilidad a ruidos generados por el entorno en especial la línea de electricidad. Esta actividad es desarrollada por personal calificado y entrenado por el fabricante del equipo en la rutina de mantenimiento preventivo contratado.

4.2.2. Verificación linealidad de las curvas de calibración: Para las metodologías analíticas cada una se crea de acuerdo con lo establecido en el ESTANDAR METHOD, utilizando los patrones y reactivos de la pureza exigida por el método específico.

El procedimiento a seguir para la obtención de curvas con la linealidad requerida es el siguiente:

- Desde el menú principal dar clic en VIS/ON, allí encenderá inmediatamente la lámpara.
- Dar clic en SINGLE COMPONENT ANALISYS (APLICACION) aparece el menú secundario.
- En menú secundario pulsar METHOD, luego pulsar CREATE y diligenciar la información allí solicitada así:
 - METHOD IN USE: nombre que se le asignará al nuevo método.
 - ANALYTICAL WAVELENG: programar la longitud de onda (nanómetros) que exige la metodología.
 - CURVE FIT PARAMETERS: queda configurada para curva lineal con intercepto en cero.
 - NUMBER OF ESTANDARS: se escribe allí el número de estándar con los que se va a construir la curva de calibración.
 - NUMBERS OF STANDARS REPLICATES: registrar el número de veces que se debe leer cada estándar.
 - STANDARS CONCENTRATION: pulsando VIEW aparece un recuadro donde se registran de menor a mayor la concentración de cada uno de los estándar que se van a leer.

- UNITS: Registre las unidades con las que se realiza la calibración.
- COMPONENT NAME: nombre de la metodología que se va a calibrar.
- READ AVERAGE TIME: tiempo de espera antes de la lectura, normalmente es de 0.5 segundos.
- SAMPLING DEVICE: sistema de muestreo a utilizar, programar en éste caso el SIPPER.
- Una vez configurado el método se pulsa SAVE para confirmar el nuevo método dentro de la memoria.
- Pulsar EXIT allí aparece una hoja para lectura de los patrones estándar.
- Preparar el BLANCO y todos los estándares registrados en la configuración de la nueva curva según la metodología analítica aplicada.
- Se hace pasar a través de la celda de flujo la muestra BLANCO, luego desde la pantalla se pulsa READ BLANK.
- Se hacen pasar cada uno de los estándares pulsando los comandos del SIPPER, cuando se observe estable la absorbancia detectada por el instrumento para cada muestra, pulsar REDI READ, el dato de absorbancia queda registrado para la configuración de la curva.
- Salve la información de la curva de calibración que se creó en la carpeta de WORK
- ESTÁNDAR, ésta queda lista para ser utilizada en la lectura de muestras problema.

4.3. Evaluación de la Calibración

4.3.1. Verificación del sistema óptico: Después de pasar el filtro de holmio, el sistema muestra gráficamente el comportamiento del Scan de longitudes de onda detectadas, las cuales se confrontan con el registro del certificado emitido para el filtro.

El protocolo de calibración de cada una de las curvas de calibración creadas se puede imprimir desde la función DISPTDCURVE.

4.3.2. Obtención de curvas con la linealidad requerida: El software del equipo calcula usando los datos de absorbancia vs. calibración el coeficiente de Correlación Lineal (**r**) la desviación y la varianza.

4.4 Reporte de Resultados:

4.4.1. Verificación del sistema óptico: Los valores obtenidos durante la prueba tales como calibración de la longitud de onda y el test de desempeño se encuentran archivados en la carpeta de registro de mantenimientos preventivos localizada en el vitrina número 5 del laboratorio químico.

4.4.2. Obtención de curvas con la linealidad requerida: Los valores obtenidos en la elaboración de cada curva para cada marcha analítica tales como: soluciones estándar para calibración, absorbancia, el coeficiente de Correlación Lineal (**r**) la desviación, la varianza y la verificación se reportan en el certificado RC-STG55CQ031 adjunto .

ANEXO 11. RESULTDOS DE LA VALIDACION

- Resultados Análisis de Reproducibilidad**

| ANALISIS DE REPRODUCIBILIDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--------------------|----------|---------------------|-------------|
| METODOLOGIAS | ESTANDARES ppm | PROMEDIO ENSAYO | % CV | % ERROR RELATIVO | LDM |
| KJENDHAL | 8 | 8.25 | 3.2 | 3.15 | 0.2 ppm |
| | 50 | 51.91 | 5.6 | 3.82 | |
| | 90 | 91.78 | 4.0 | 1.98 | |
| FOSFATO | 1.5 | 1.50 | 1.4 | 0.3 | 0.01 ppm |
| | 7.5 | 7.43 | 1.7 | -0.9 | |
| | 13.5 | 13.36 | 0.6 | -1.1 | |
| AMONIACO | 0.2 | 0.199 | 5.5 | -0.4 | 0.05 ppm |
| | 0.5 | 0.515 | 3.6 | 3.1 | |
| | 0.9 | 0.927 | 2.7 | 3.0 | |
| TURBIDEZ | 36 | 37.09 | 1 | 3 | 0.0 NTU |
| | 200 | 207.56 | 0.2 | 3.8 | |
| | 360 | 362.26 | 0.5 | 0.6 | |
| D.Q.O | 25 | 25.53 | 5.7 | 2.1 | 4.0 ppm |
| | 150 | 148 | 4.6 | -1.3 | |
| | 250 | 250.94 | 1.8 | 0.4 | |
| SAAM | 0.18 | 0.177 | 6.8 | -1.8 | 0.01 ppm |
| | 1 | 0.933 | 0.8 | -6.7 | |
| | 1.8 | 1.69 | 2.5 | -6.1 | |
| HIERRO ALTO RANGO | 0.27 | 0.27 | 2.2 8 | -0.2 | 0.02 ppm |
| | 1.5 | 1.48 | 1.3 1 | -1.0 | |

| | | | | | |
|---------------------|-------|--------|----------|-------|------------------|
| | 2.7 | 2.65 | 0.5 4 | -1.9 | |
| ALUMINIO BAJO RANGO | 0.045 | 0.046 | 6 | 2.5 | 0.00 7 ppm |
| | 0.250 | 0.251 | 0.7 | 0.3 | |
| | 0.450 | 0.451 | 0.4 | 0.3 | |
| DUREZA TOTAL | 5 | 4.99 | 1 | -0.1 | 0.1 ppm |
| | 50 | 49.53 | 1.8 | -0.9 | |
| | 200 | 199.98 | 0.6 | -0.01 | |
| DUREZA CALCIO | 5 | 5.01 | 1.9 | 0.3 | 0.2 ppm |
| | 50 | 50 | 1.6 | 0 | |
| | 200 | 199.86 | 0.3 | -0.1 | |
| ALCALINIDAD | 4.5 | 4.2 | 3.1 | -6.7 | 0.3 ppm |
| | 25 | 24.39 | 0.8 | -2.5 | |
| | 45 | 44.64 | 1.2 | -0.8 | |
| CLORUROS ALTO RANGO | 27 | 26.8 | 0.7 | -0.6 | 0.5 ppm |
| | 150 | 151.24 | 0.2 | 0.8 | |
| | 270 | 270.5 | 0.1 | 0.2 | |
| MANGANESO | 0.135 | 0.13 | 3.9 | -1.7 | 0.02 ppm |
| | 0.75 | 0.61 | 21. 8 | -18.5 | |
| | 1.35 | 1.23 | 2.9 | -8.6 | |
| NITRATOS BRUCINA | 4.5 | 3.67 | 18. 1 | -18.4 | 2 ppm |
| | 25 | 19.83 | 9.6 | -20.7 | |
| | 45 | 34.40 | 7.9 | -23.5 | |
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS | 9 | 6.33 | 16. 3 | -29.6 | 0.1 ppm |
| | 50 | 47.17 | 5.9 | -5.7 | |
| | 90 | 86.17 | 3.4 | -4.3 | |

| | | | | |
|----------------------|-----|------|----------|-------|
| SÓLIDOS DISUELTOS | 45 | 39.3 | 18. 5 | -12.6 |
| | 250 | 238 | 4.1 | -4.8 |
| | 500 | 455 | 3.1 | -9.0 |

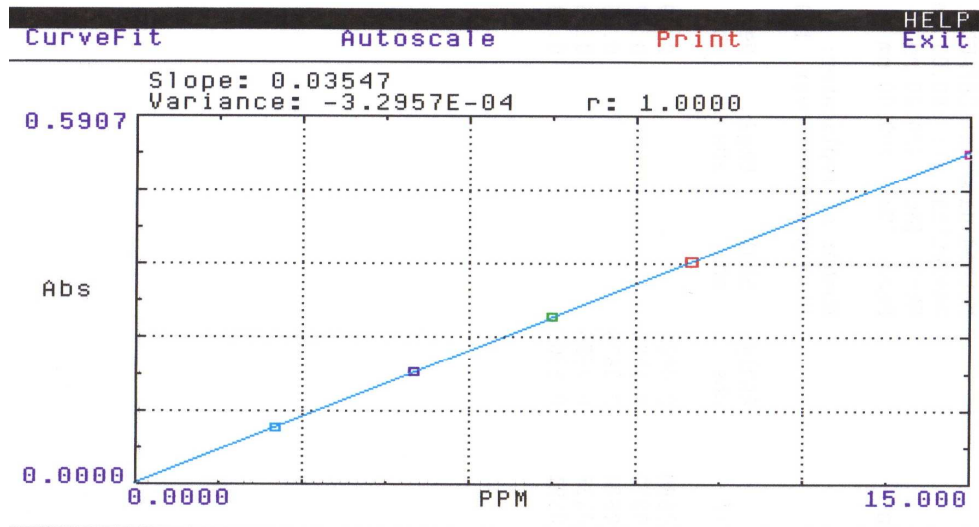
- *Resultados de análisis de interferencia por matriz*

| ANÁLISIS DE INTERFERENCIA POR MATRIZ | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|
| METODOLOGIAS | MATRIZ ADICIONADA | % ERROR | % RECU. MINIMO | % RECU. MAXIMO |
| KJENDHAL | M1 + 0.4(100 ppm) | 2.1 | 97.9 | 102.1 |
| | M2 + 0.7(100 ppm) | 3.4 | 96.6 | 103.4 |
| FOSFATO | M1 + 0.4(10 ppm) | -1.6 | 98 | 102 |
| | M2 + 0.7(10 ppm) | -1.4 | 99 | 101 |
| AMONIACO | M1 + 0.4(1 ppm) | 4.3 | 95.7 | 104.3 |
| | M2 + 0.7(1 ppm) | 0.6 | 99.4 | 100.6 |
| TURBIDEZ | M1 + 0.4(400 NTU) | 5.7 | 94.3 | 105.7 |
| | M2 + 0.7(400 NTU) | 4.4 | 95.6 | 104.4 |
| SAAM | M1 + 0.4(1 ppm) | 3.2 | 96.8 | 103.2 |
| | M2 + 0.7(1 ppm) | 3.2 | 96.8 | 103.2 |
| MANGANESO | M1 + 0.4(1.5 ppm) | -3.3 | 97 | 103 |
| | M2 + 0.7(1.5 ppm) | -5.7 | 94 | 106 |
| HIERRO ALTO RANGO | M1 + 0.4(3 ppm) | -3.7 | 96 | 104 |
| | M2 + 0.7(3 ppm) | -1.8 | 98 | 102 |
| ALUMINIO | M1 + 0.4(500 ppb) | 2.1 | 98 | 102 |
| | M2 + 0.7(500 ppb) | 1.7 | 98 | 102 |
| DUREZA TOTAL | M1 + 0.4(100 ppm) | -0.1 | 100.1 | 98.3 |
| | M2 + 0.7(100 ppm) | 1.7 | 99.9 | 101.7 |
| DUREZA CALCIO | M1 + 0.4(100 ppm) | 1.1 | 99 | 101 |
| | M2 + 0.7(100 ppm) | 0 | 100 | 100 |
| ALCALINIDAD | M1 + 0.4(50 ppm) | | | |
| | M2 + 0.7(50 ppm) | -0.2 | 99.8 | 100.2 |

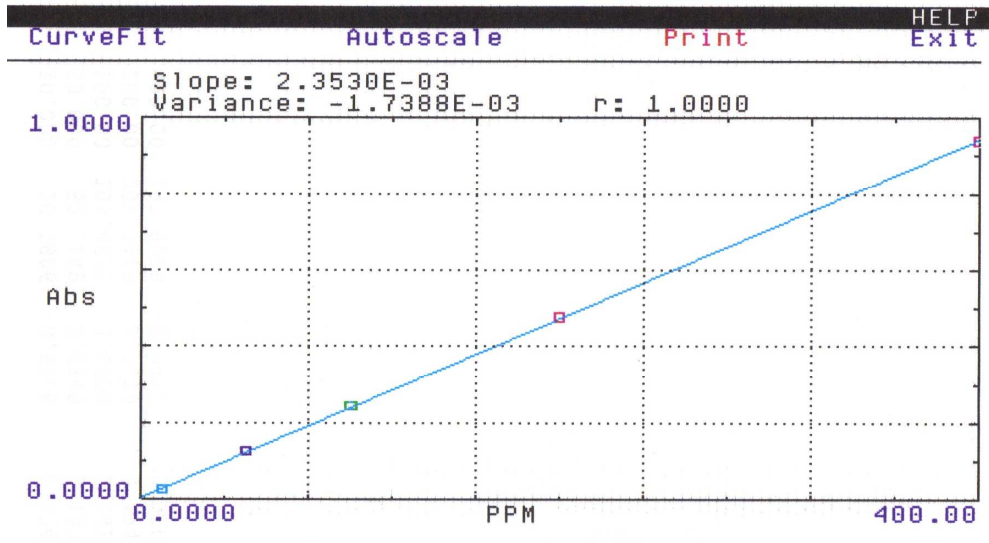
| | | | | |
|------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| CLORUROS ALTO RANGO | M1 + 0.4(300 ppm) | 0.78 | 99.2 | 99.96 |
| | M2 + 0.7(300 ppm) | 0.04 | 100.8 | 100.4 |
| NITRATOS BRUCINA | M1 + 0.4(50 ppm) | -43.9 | 56 | 42 |
| | M2 + 0.7(50 ppm) | -58.4 | 144 | 158 |
| SÓLIDOS TOTALES | M1 + 0.4(500 ppm) | 1.2 | 99 | 101 |
| | M2 + 0.7(500 ppm) | -8.4 | 92 | 108 |

A continuación se muestran las graficas dadas por el espectrofotómetro donde se muestra que las metodologías utilizadas cumplen con los parámetros de calidad como son presión y exactitud para cada ensayo realizado.

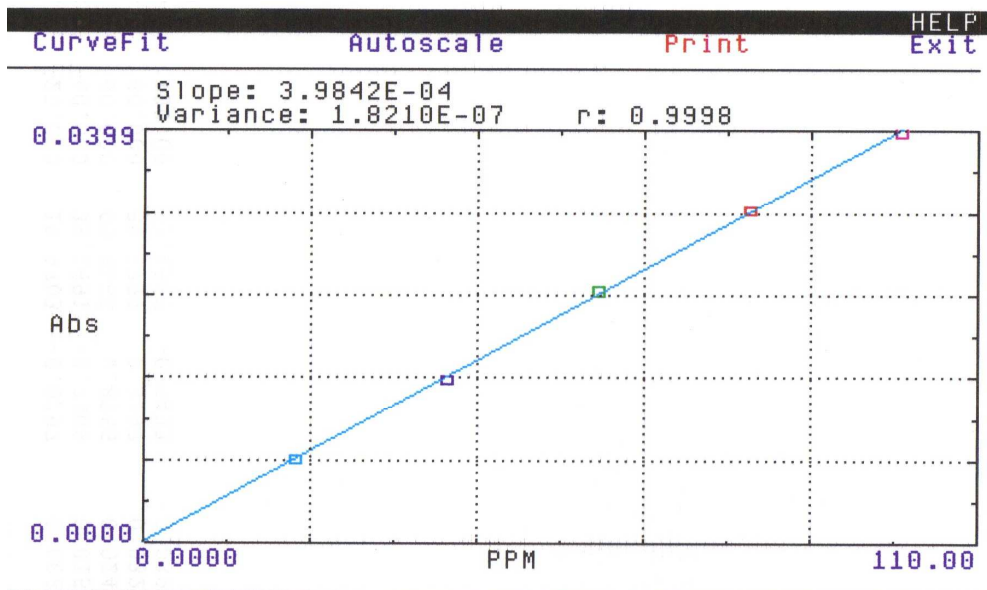
- **Curva de fosfato:**



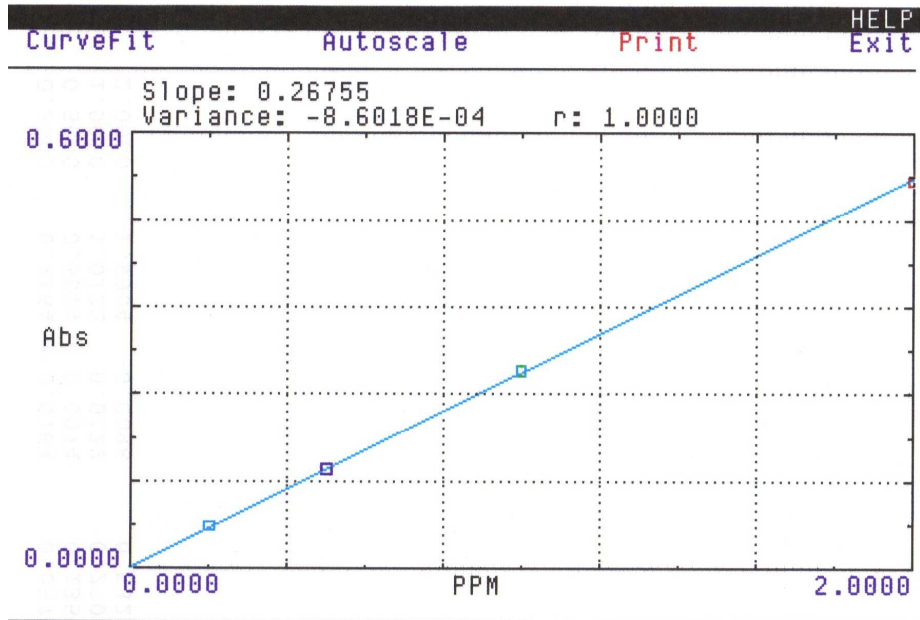
- **Curva de Turbidez:**



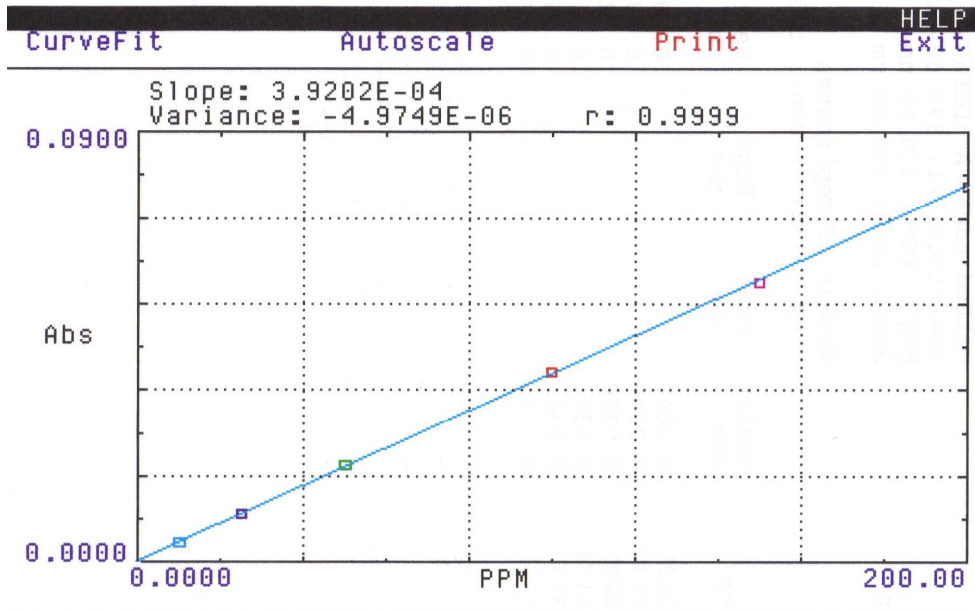
- **Curva de DQO:**



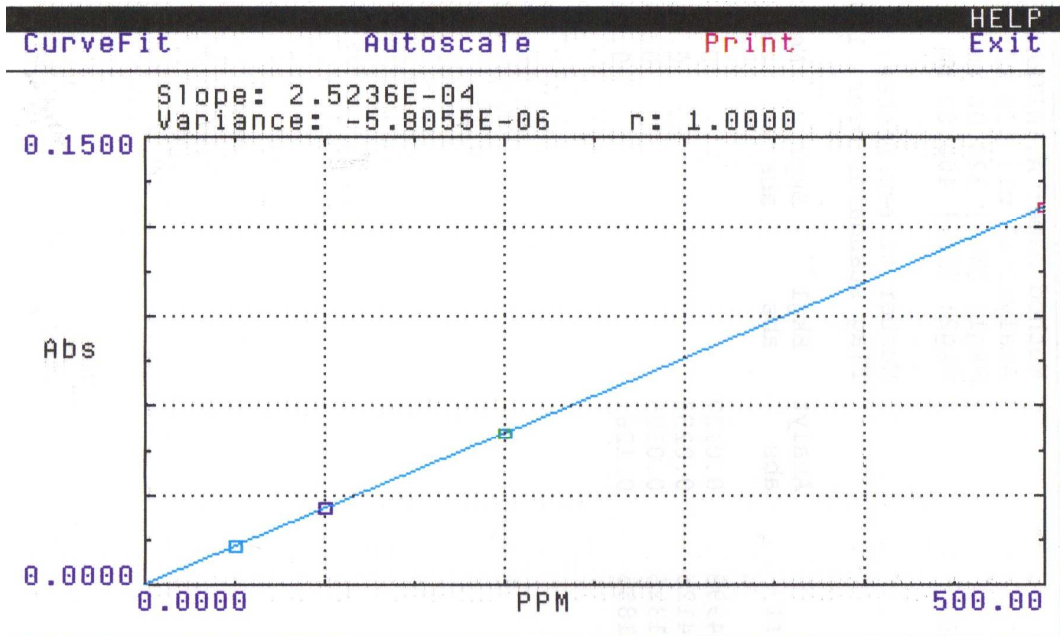
- **Curva de SAAM:**



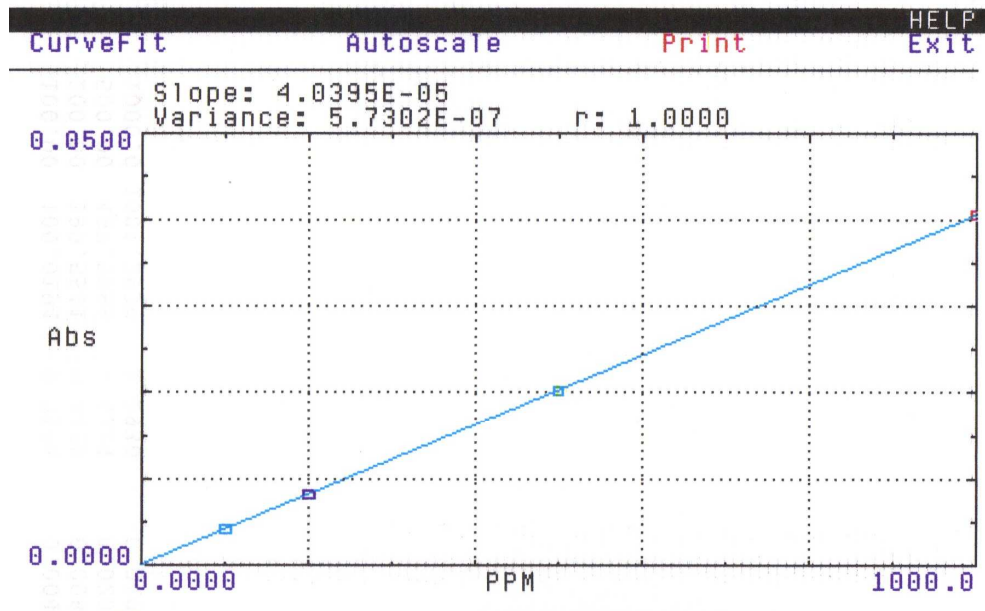
- **Curva de Hierro alto rango:**



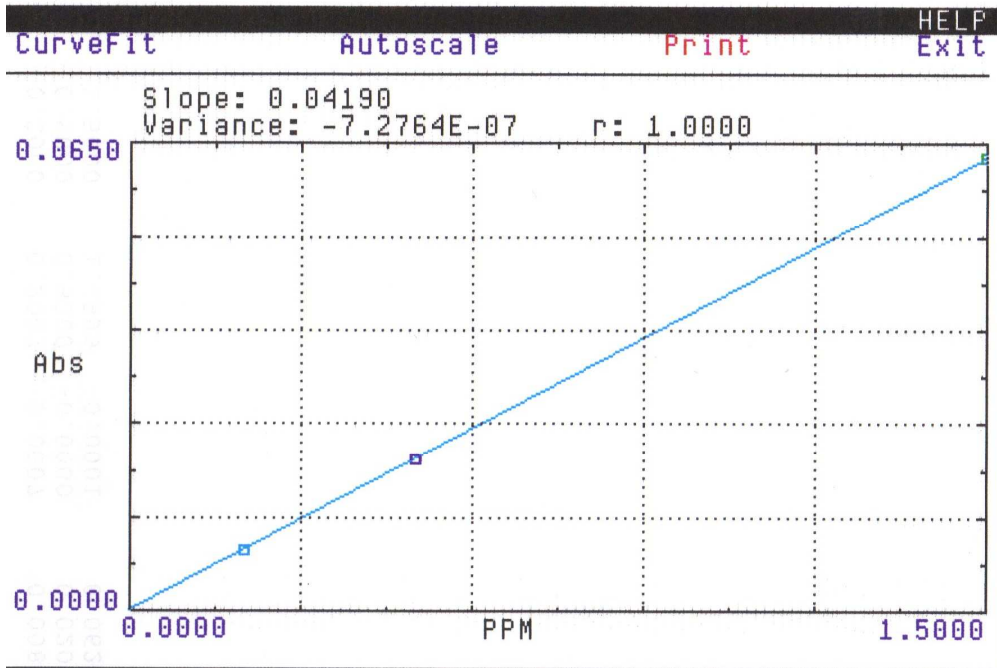
- **Curva de Aluminio Bajo Rango:**



- **Curva de Cloruros Alto Rango:**



- **Curva de Manganeso:**



- **Curva de Nitratos:**

