

**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**

NATALIA ALEJANDRA RODRÍGUEZ SERRANO

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

2008

**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**

NATALIA ALEJANDRA RODRÍGUEZ SERRANO

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniera Química

Director:

Ph D. DIONISIO LAVERDE CATAÑO

Coodirector:

M.Sc. LUIS FERNEY VESGA LÓPEZ

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

2008

A Dios.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A Ferney por compartir conmigo todo su conocimiento y su amistad.

A todos aquéllos que me ayudaron a recorrer el camino durante esta etapa de mi vida.

Muchas Gracias.

AGRADECIMIENTOS

El autor expreso sus más sinceros agradecimientos a:

Al profesor y director de tesis del Dr. Dionisio Laverde, y codirector M. Sc. Luis Ferney Vesga, por brindar la orientación necesaria para la realización de este proyecto.

Al Dr. Jorge Hernando Panqueva, a la Corporación para la Investigación de la Corrosión y COLCIENCIAS por su apoyo económico, soporte técnico y científico.

A los profesores de las Escuelas de Ingeniería Química y Metalúrgica por toda su colaboración y su amistad.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	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	MARCO TEÓRICO	3
3.1	FUNDAMENTACIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD (S.G.C.)	3
3.1.1	Sistema de Gestión de la Calidad	3
3.1.2	Norma NTC-ISO-IEC 17025.....	3
3.2	ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS.....	6
3.2.1	Beneficios de la acreditación.....	7
3.3	LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA DE LA C.I.C	7
3.4	VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE ENSAYO.....	9
3.5	TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS.....	11
3.5.1	Resistencia de Polarización Lineal (LPR).....	11
3.5.2	Pendientes Tafel	11
3.5.3	Polarización Potenciodinámica – Potenciodinámica Cíclica	11
3.5.4	Voltametría Cíclica de Corriente Directa.....	12
3.5.5	Corrosión Galvánica.....	13
3.5.6	Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS)	14
4	METODOLOGÍA	15
5	RESULTADOS	17
5.1	FASE I. DIAGNÓSTICO INICIAL DEL LABORATORIO	17
5.1.1	Revisión bibliográfica	17
5.1.2	Diagnóstico del Laboratorio de Electroquímica.....	17
5.1.3	Plan de acción.....	20
5.2	FASE II. IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA NTC-ISO-IEC 17025	20
5.2.1	Documentación de los requisitos de la Norma NTC-ISO-IEC 17025	20
5.2.2	Mapa de procesos.....	21
5.2.3	Documentación técnica	22

5.2.4	Implementación del sistema de gestión de la calidad	22
5.2.5	Validación de técnicas electroquímicas.....	23
5.3	FASE III REALIZACIÓN DE UNA PREAUDITORÍA AL S.G.C.....	26
5.3.1	Designación de los auditores internos.....	27
5.3.2	Preparación de las auditorías.....	27
5.3.3	Revisión documental del S.G.C.....	28
5.3.4	Realización de las auditorías.....	28
5.3.5	Hallazgos de las auditorías	29
5.3.6	Finalización de las auditorías	29
5.3.7	Plan de mejora del S.G.C.....	29
6	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
6.1	RESULTADOS DE LOS REQUISITOS DE GESTIÓN	31
6.2	RESULTADOS DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS.....	32
7	CONCLUSIONES	33
8	RECOMENDACIONES	35
9	BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	39

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Métodos de ensayo usados en el laboratorio	23
Tabla 2. Normatividad Vigente	24
Tabla 3. Matriz de ensayos de validación	25
Tabla 4. Nivel de Cumplimiento de los requisitos de la norma 17025	30

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Requisitos capítulo 4 y 5 Norma NTC-ISO-IEC 17025	4
Figura 2. Organigrama del Laboratorio de Electroquímica	8
Figura 5. Señal de excitación en DC.....	13
Figura 4. Metodología del proyecto.....	15
Figura 5. Estructura Documental S.G.C.....	21
Figura 6. Requisitos Norma NTC-ISO-IEC 17025 evaluados	31
Figura 7. Panorama de Cumplimiento de Requisitos de Gestión	31
Figura 8. Panorama de Cumplimiento de Requisitos Técnicos	32
Figura 12. Curva de Calibración del equipo SOLARTRON SI 1280B.....	117
Figura 13. Curva de Calibración del equipo ZAHNER IM6.....	117
Figura 14. Ensayos de Resistencia a la Polarización.....	118
Figura 14. Ensayos de Curvas Tafel.....	118
Figura 16. Ensayos de Polarización Potenciodinámica.....	119
Figura 17. Ensayos de Polarización Potenciodinámica Cíclica operador 1	119
Figura 18. Ensayos de Polarización Potenciodinámica Cíclica operador 2	120
Figura 16. Ensayos EIS Diagrama de Nyquist	120
Figura 17. Diagrama de Bode equipo Solartron SI 1280B.....	121
Figura 18. Diagrama de Bode equipo Zahner IM6	121
Figura 19. Ensayos de Voltametría Cíclica	122
Figura 20. Ensayos de Corriente Galvánica.....	122

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Listado de equipos del Laboratorio de Electroquímica	40
Anexo 2. Fichas técnicas de los equipos de medición electroquímica	41
Anexo 3. Diagnóstico del estado inicial y final del laboratorio	49
Anexo 4. Plan de acción con base en el diagnóstico inicial.....	66
Anexo 5. Recursos solicitados para la implementación del S.G.C.	69
Anexo 6. Listado de documentos a elaborar	70
Anexo 7. Contenido obligatorio de un documento del S.G.C.....	73
Anexo 8. Mapa de procesos del Laboratorio de Electroquímica.....	76
Anexo 9. Caracterizaciones de procesos técnicos	77
Anexo 10. Procedimientos de operación de los equipos de electroquímica	98
Anexo 11. Procedimiento de calibración de los equipos de electroquímica.....	110
Anexo 12. Curvas de calibración de los equipos de electroquímica.....	117
Anexo 13. Resultados de los ensayos de validación.....	118
Anexo 14. Procedimientos de ensayo.....	123
Anexo 15. Programas de auditorías internas	137
Anexo 16. Planes de auditorías internas.....	139
Anexo 17. Plan de mejora para auditoría de gestión.....	141
Anexo 18. Plan de mejora para auditoría técnica.....	143

RESUMEN

TÍTULO: 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 17025¹.

AUTOR: Natalia Alejandra Rodríguez Serrano².

PALABRAS CLAVES: calidad, acreditación, laboratorio, electroquímica, 17025, validación.

DESCRIPCIÓN:

El Laboratorio de Electroquímica de la Corporación para la Investigación de la Corrosión (CIC), inició el proceso de implementación de la norma NTC ISO IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, con el fin de acreditar las pruebas y fortalecer su portafolio de servicios.

Mediante el desarrollo de este trabajo, se logró diseñar, documentar e implementar un Sistema de Gestión de la Calidad para el laboratorio con base en el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos por la NTC-ISO-IEC 17025. Así mismo, se definió una matriz de ensayos que permitió validar mediante experimentación las técnicas electroquímicas y ensayos de calibración practicados en el laboratorio (Resistencia de Polarización Lineal, Pendientes Tafel, Polarización Potenciodinámica, Voltametría Cíclica, Polarización Potenciodinámica Cíclica, Corrosión Galvánica y Espectroscopía de Impedancia Electroquímica).

A partir del diagnóstico inicial del estado de cumplimiento de los requisitos de la norma, se realizó la documentación de los procesos técnicos y la validación de los métodos de ensayo, posteriormente se efectuó una preauditoría al Sistema de Gestión de la Calidad implementado. Como resultado se alcanza un adecuado grado de cumplimiento de los requisitos de la norma, que permite a la CIC hacer la solicitud de acreditación a la Superintendencia de Industria y Comercio.

Actualmente, el Laboratorio de Electroquímica de la CIC cuenta con el personal, los equipos y los recursos necesarios para realizar diversas pruebas que permiten evaluar el comportamiento termodinámico y cinético de diferentes materiales frente al proceso de corrosión.

¹ Tesis de pregrado.

² Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Universidad Industrial de Santander. Director Ph.D Dionisio Laverde Cataño, Codirector MSc. Luis Ferney Vesga López.

ABSTRACT

TITLE: QUALITY ASSURANCE OF THE ELECTROCHEMISTRY LABORATORY OF THE C.I.C. THROUGH THE VALIDATION OF THE TECHNIQUES AND CALIBRATION TESTS FOR ACCREDITATION BY THE NTC-ISO-IEC 17025³.

AUTHOR: Natalia Alejandra Rodríguez Serrano⁴.

KEY WORDS: quality, accreditation, laboratory, electrochemistry, 17025, validation.

DESCRIPTION:

The Electrochemistry Laboratory of the Corporation para la Investigación de la Corrosión, began the implementation process of the NTC ISO IEC 17025 "*General Requirements for the Competence of Calibration and Testing Laboratories*", in order to credit the tests and improves its services.

Through the development of this work it was achieved to design, to document and to implement a Quality System Management for the laboratory based on the fulfillment of the technical requirements demanded by the NTC-ISO-IEC 17025. Also, it was defined a trial matrix to validate by experimentation the electrochemical techniques and calibration tests performed in the laboratory (Linear Resistance Polarization, Tafel Slopes, Potenciodynamic Polarization, Cyclic Voltammetry, Cyclic Potenciodynamic Polarization, Galvanic Corrosion and Electrochemistry).

Since the initial diagnosis of the compliance condition of the requirements of the standard, there was realized the documentation of the technical processes and the validation of the testing methods, then was effected a preaudit of the implemented Quality Management System. As a result is achieved an adequate compliance degree of the requirements of the standard, which allows the CIC to apply for accreditation to the Superintendencia de Industria y Comercio.

At present, the CIC's Electrochemistry Laboratory has the personal, equipment and resources to make some tests that allow evaluating the thermodynamic and kinetic behavior of different material from the corrosion process.

¹ Thesis.

² Chemical Engineering, Faculty of Physical Chemical Engineering, Universidad Industrial de Santander. Director Ph.D Dionisio Laverde Cataño, Codirector MSc. Luis Ferney Vesga López.

1 INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Electroquímica hace parte de la Corporación para la Investigación de la Corrosión (C.I.C.), la cual es un Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT), de carácter mixto, sin ánimo de lucro, dedicada a la investigación, asesorías y servicios especializados en corrosión y fenómenos afines, que tiene como objeto ofrecerle al sector productivo, soluciones alternativas que mejoren sus posibilidades competitivas y contribuyan tecnológica y científicamente al desarrollo económico y sostenible del país. En este sentido, el Laboratorio de Electroquímica de la C.I.C está en capacidad de realizar diversas pruebas para evaluar el comportamiento termodinámico y cinético de diferentes materiales frente al proceso de corrosión.

Con el fin de acreditar las pruebas y fortalecer el portafolio de servicios del laboratorio, se inició el proceso de implementación de la norma NTC ISO IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”. Esto permite iniciar un proceso de mejoramiento continuo y demostrar la validez de las pruebas, la trazabilidad de las mediciones y calibraciones, el aseguramiento de la calidad de los resultados y la competencia del personal.

El presente trabajo de grado se desarrolló en el marco del proyecto cofinanciado por Colciencias denominado “Aseguramiento de la competencia técnica del Laboratorio de Electroquímica de la Corporación para la Investigación de la Corrosión a través de la acreditación de sus pruebas”, código 8111-06-17178 contrato 375-2004.

Para la C.I.C, en general, llevar a cabo este trabajo, le permite desarrollar una metodología para el aseguramiento de la calidad de las pruebas y continuar con el proceso de acreditación en los demás laboratorios, utilizando la experiencia, los conocimientos y las lecciones aprendidas en el Laboratorio de Electroquímica.

2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo General

Diseñar, documentar e implementar un sistema de gestión de la calidad para el Laboratorio de Electroquímica de la Corporación para la Investigación de la Corrosión (C.I.C.), mediante el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos por la NTC-ISO-IEC 17025.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Validar las técnicas electroquímicas y ensayos de calibración practicados en el laboratorio con base en los requerimientos de la NTC-ISO-IEC 17025 (las pruebas realizadas por el laboratorio de electroquímica son: Resistencia de Polarización Lineal, Pendientes Tafel, Polarización Potenciodinámica, Voltametría Cíclica, Polarización Potenciodinámica Cíclica, Corrosión Galvánica y Espectroscopía de Impedancia Electroquímica).
- Diseñar y elaborar los documentos necesarios para el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos por la NTC-ISO-IEC 17025.
- Implementar el sistema de gestión de la calidad del laboratorio de Electroquímica teniendo en cuenta los requerimientos de la NTC-ISO-IEC 17025.

2.2 ALCANCE

Implementar un sistema de gestión de la calidad mediante la validación de las técnicas electroquímicas realizadas en el laboratorio, con el fin de presentar la documentación necesaria a la Superintendencia de Industria y Comercio, teniendo en cuenta los requisitos técnicos exigidos por la NTC-ISO-IEC 17025. Cabe anotar que no es del alcance de este trabajo de grado lograr la acreditación sino asegurar el cumplimiento de los requisitos técnicos para llegar a tal fin.

3 MARCO TEÓRICO

El marco teórico de este proyecto se sustenta en los conceptos de un Sistema de Gestión de la Calidad (S.G.C.), el estudio de la Norma NTC-ISO-IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, así como el conocimiento general del proceso de Acreditación. Para la etapa de validación experimental, se consideran las bases conceptuales de los ensayos electroquímicos realizados por el laboratorio.

3.1 FUNDAMENTACIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD (S.G.C.)

3.1.1 Sistema de Gestión de la Calidad

La norma ISO 9000:2000 define un Sistema de Gestión de la Calidad como el “Conjunto de actividades relacionadas entre sí, ordenadamente, que permite establecer la metodología, las responsabilidades y los recursos necesarios para lograr los objetivos planificados siguiendo la política de calidad de la organización”.

3.1.2 Norma NTC-ISO-IEC 17025

La Norma NTC-ISO-IEC 17025:2005 “Requisitos Generales de Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración” tiene por objetivo establecer los requisitos que los laboratorios de ensayo y calibración necesitan cumplir para demostrar que son técnicamente competentes, que operan con un Sistema de Calidad y que son capaces de generar resultados técnicamente válidos.

Aún cuando la NTC-ISO-IEC 17025:2005 incluye la mayor parte de los criterios contenidos dentro de las Normas ISO 9001:2000; ha sido diseñada específicamente para los laboratorios de ensayo y calibración haciendo énfasis en los temas de competencia técnica pertinentes a las operaciones de un laboratorio.

Esta norma se encuentra compuesta por cinco capítulos: (1) Objeto y Campo de Aplicación; (2) Referencias Normativas; (3) Definiciones; (4) Requisitos de Gestión; (5) Requisitos Técnicos.

En la Figura 1 se muestran los requisitos del capítulo cuatro y cinco. Cabe resaltar que el objeto de este trabajo de grado está enfocado hacia el aseguramiento de la calidad de los Requisitos Técnicos.



Figura 1. Requisitos capítulo 4 y 5 Norma NTC-ISO-IEC 17025

3.2.1.1 Requisitos técnicos

A continuación, se describen los requisitos técnicos más representativos de la norma ISO 17025:2005:

Generalidades

- De los múltiples factores que determinan la exactitud y la confiabilidad de los ensayos y/o calibraciones que realiza un laboratorio, se mencionan los más representativos: factores humanos, instalaciones y condiciones ambientales, validación de métodos de ensayo y calibración, equipos, trazabilidad de las mediciones, muestreo y manipulación de los elementos de ensayo.
- El laboratorio debe identificar y tener en cuenta estos factores para desarrollar los métodos y procedimientos de ensayo y/o calibración, en la capacitación y calificación de personal, y en la selección y calibración del equipo que utiliza.

Personal

- El personal debe estar calificado para tareas específicas sobre la base de una educación adecuada, entrenamiento, experiencia y/o habilidades demostradas, según lo requiera el laboratorio. La dirección del mismo debe asegurar la competencia técnica del personal para operar los equipos, ejecutar ensayos, evaluar resultados y firmar reportes e informes.

Instalaciones y Condiciones Ambientales

- Las instalaciones del laboratorio deben facilitar la correcta ejecución de los ensayos (energía, iluminación, etc.). Debe existir una separación efectiva entre las áreas circundantes en las cuales existen actividades incompatibles. Se deben tomar medidas con el fin de determinar la contaminación cruzada.
- Se debe controlar el acceso y utilización de áreas que afectan la calidad de los ensayos y/o calibraciones.
- Se debe garantizar que las condiciones ambientales no invaliden los resultados o afecten de manera adversa la calidad requerida de cualquier medición.
- Prestar particular atención al llevar a cabo muestreos y ensayos en sitios diferentes a la instalación permanente del laboratorio.
- Se debe controlar y registrar las condiciones ambientales en forma requerida por las especificaciones, métodos y procedimientos o cuando ellas influyan en la calidad de los resultados.

Métodos de Ensayo, Calibración y Validación

- El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos y/o calibraciones dentro de su alcance.
- Debe existir instrucciones para el uso y operación de los equipos.
- Satisfacer las necesidades del cliente utilizando métodos publicados en normas, textos o publicaciones científicas.
- Validar los métodos no normalizados, desarrollados por el laboratorio o fuera del alcance propuesto.

Equipos

- Antes de ser puestos en servicio, los equipos deben ser calibrados o verificados.
- Requisitos específicos para el registro de cada equipo y su software.
- Para equipos que presentan resultados dudosos, se debe examinar el efecto de las desviaciones e iniciar la aplicación del procedimiento para control de trabajo no conforme. Se debe proteger los equipos de ajustes que puedan invalidar sus resultados.

Trazabilidad de las mediciones

- Calibrar todo el equipo, incluyendo el usado para mediciones auxiliares como condiciones ambientales si tienen un efecto significativo.
- Los materiales de referencia deben ser verificados de una manera técnica y económicamente factible. Los patrones de referencia utilizados deben ser verificados para conservar la confianza en el estado de calibración.

Muestreo

- Cuando sea viable, se deben utilizar planes de muestreo basados en métodos estadísticos apropiados.
- Registrar cualquier desviación que el cliente solicite.

3.2 ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS

La acreditación es el "Procedimiento por el cual un organismo autorizado reconoce formalmente que un organismo o una persona es competente para efectuar tareas específicas"⁵. La acreditación se constituye en la forma más efectiva de demostrar la competencia técnica de un laboratorio, mostrando evidencias de la credibilidad de los servicios que realiza y eliminando la necesidad de múltiples evaluaciones realizadas por sus clientes (auditorías de segunda parte).

En Colombia el organismo reconocido que establece, coordina, dirige y vigila la acreditación de cualquier laboratorio de ensayo y calibración es la Superintendencia

⁵ Guía ISO/IEC 2:1996, IRAM 350:2000.

de Industria y Comercio (SIC). El procedimiento inicia con la radicación de la solicitud de acreditación en la SIC, la cual a través de la División de Normas Técnicas-Acreditación realiza la revisión del cumplimiento de los requisitos exigidos por el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología⁶.

3.2.1 Beneficios de la acreditación

- Nuevas oportunidades de mercado, reservadas sólo para aquellos laboratorios que consiguen demostrar su competencia técnica.
- Aumento de la confianza de los clientes en los resultados de los ensayos y calibraciones.
- Mejora de la imagen e incremento de la confianza y satisfacción de los clientes.
- Reconocimiento internacional, por medio de los acuerdos de mutuo reconocimiento entre los organismos de acreditación de los distintos países.
- Incremento de la productividad del laboratorio asociada a :
 - a. Clara identificación y revisión de los solicitudes de los clientes.
 - b. Normas y documentación actualizada.
 - c. Reducción en las repeticiones de los ensayos y/o calibraciones.
 - d. Mejora de las competencias del personal.
 - e. Disminución de los errores.
 - f. Disminución de las quejas y reclamos de los clientes.

3.3 LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA DE LA C.I.C

El Laboratorio de Electroquímica cuenta con un área de trabajo de ubicación permanente, perfectamente delimitada, donde se efectúan pruebas electroquímicas de carácter estático e hidrodinámico utilizando técnicas de corriente directa y alterna. Estos ensayos se realizan a muestras extraídas de complejos industriales afectados por el problema de la corrosión, ya sean suministradas por los clientes o tomadas directamente por el personal técnico capacitado del laboratorio.

⁶ Para conocer más detalles del proceso de acreditación consultar la página web de la SIC (www.sic.gov.co/Tramites/acreditacion/Acreditacion_SNNCM.php Última visita 20 enero 2008).

Al interior de la C.I.C, el Laboratorio de Electroquímica hace parte de la Unidad Estratégica de Negocios UEN MEP (Metalografía, Electroquímica y Protección Catódica). Para la realización y desarrollo de sus actividades el laboratorio cuenta con la estructura organizacional mostrada en la Figura 2.

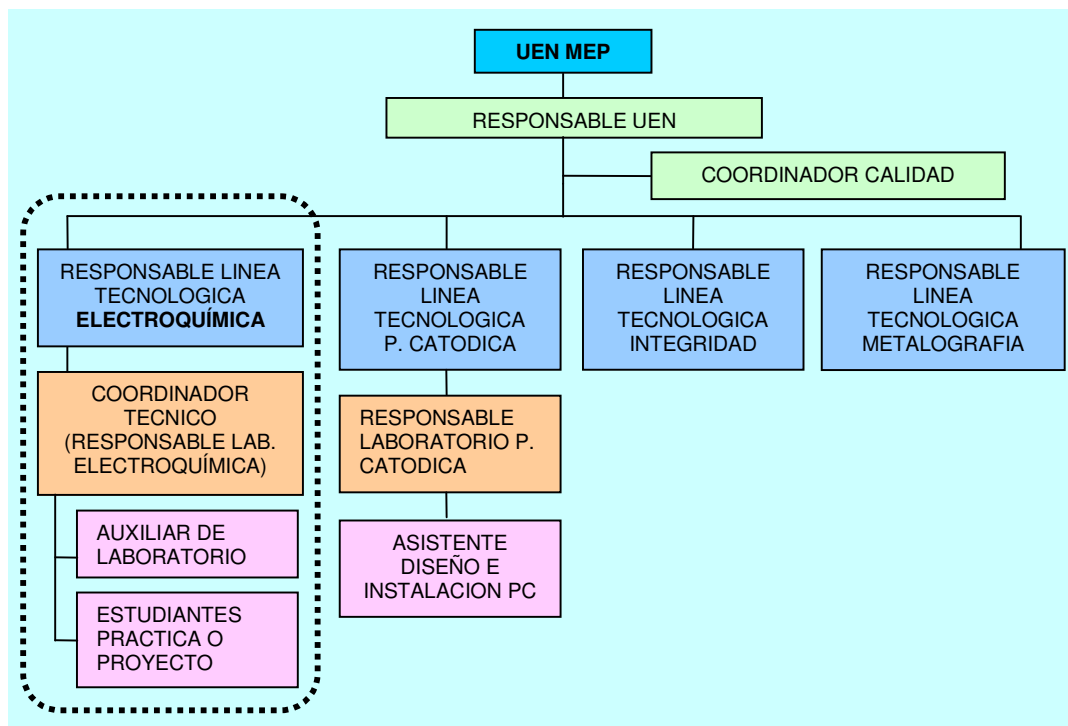


Figura 2. Organigrama del Laboratorio de Electroquímica

Recursos

El Laboratorio de Electroquímica cuenta con los siguientes recursos para la realización de sus actividades:

- **Recurso Humano**

Personal calificado en las áreas técnicas y de gestión. Además, cuenta con el soporte del personal de las otras UEN's ADM (Administración), QCA (Química), DST (Desarrollo de Software y Tecnología) y REC (Recubrimientos) de la C.I.C.

- **Equipos, materiales y patrones de referencia**

Unidades de medidas electroquímicas (ZANHER ELEKTRIK IM6 y SOLARTRON SI1280B), electrodo de disco rotatorio, autoclave estática para ensayos a alta presión y temperatura, controladores de temperatura, generador

análogo de funciones, osciloscopio digital, computadores para procesamiento de información, celdas electroquímicas, electrodos de referencia Ag/AgCl, jaulas de Faraday, entre otros (ver Anexo 1. Listado de equipos del Laboratorio de Electroquímica y Anexo 2. Fichas técnicas de los equipos de medición electroquímica).

3.4 VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE ENSAYO

Según la norma ISO 9000:2000 la validación se define como la “Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista”, para el caso de la validación de métodos de ensayo, lo anterior se puede interpretar como el proceso de definición de los requerimientos analíticos para confirmar el desempeño del método según una aplicación particular.

El proceso de validación permite establecer las características de rendimiento y las limitaciones de un método, así como la identificación de los factores que influyen en las mediciones. De acuerdo con lo expresado anteriormente, un método debe validarse cuando: (a) el método no está normalizado, (b) se trata de un nuevo método desarrollado por el laboratorio para solucionar un problema particular, (c) el método normalizado ha sido revisado para incorporar mejoras o ampliar su alcance, (d) el método está cambiando con el tiempo, (e) para demostrar la equivalencia entre los dos métodos, por ejemplo, un nuevo método y una norma.

El alcance de la validación está en función de la naturaleza de los cambios realizados en la aplicación de un método, la implementación en diferentes laboratorios, instrumentación, operadores, y las condiciones particulares en las que el método se va a utilizar. El grado de rigurosidad en la validación de un método, dependerá del tipo de ensayo y si éste se encuentra previamente estandarizado mediante una normatividad internacional o publicaciones científicas.

La validación de un método es un proceso que inevitablemente está limitado por el tiempo y los costos, por tanto, cada laboratorio se encuentra en capacidad de decidir cuáles métodos valida y cómo lo hace, teniendo en cuenta los requisitos de sus clientes, su experiencia en la implementación del método y las condiciones reales del ensayo, así como la necesidad de compatibilidad con otros métodos similares que ya están en uso en el laboratorio o utilizados por otros laboratorios. Lo ideal es encontrar un equilibrio entre los costos, las limitaciones de tiempo y las posibilidades técnicas. De cualquier forma, el laboratorio debe usar los métodos y procedimientos más apropiados dentro de su alcance para todos los ensayos.

Las principales características que se tienen en cuenta para seleccionar el método de ensayo son: (a) Propiedades analíticas: precisión, exactitud, especificidad, sensibilidad, el límite de cuantificación y/o de detección. (b) Facilidad de uso o automatización. (c) Rapidez de análisis o respuesta. (d) Costo. (e) Método normalizado.

Es recomendable la utilización de métodos normalizados o de referencia, siempre y cuando éstos se encuentren disponibles y sean apropiados para el uso previsto. En el caso de los métodos normalizados, se realiza una “Validación Secundaria” o “Verificación”, la cual consiste en la *demonstración por experimento que un método funciona de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma*⁷.

El laboratorio debe confirmar que puede operar correctamente los métodos normalizados antes de implementar los ensayos, conforme a la versión más actualizada de la(s) norma(s). Si el método normalizado cambia, se debe repetir la verificación. Cuando sea necesario, la norma debe ser complementada con detalles adicionales para asegurar una aplicación coherente con las condiciones con las que opera el laboratorio.

⁷ Definición extraída de la norma ISO 9001:2000.

3.5 TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS

3.5.1 Resistencia de Polarización Lineal (LPR)

Es un método electroquímico que permite junto con otras medidas complementarias determinar la velocidad de corrosión. Consiste en la aplicación de un potencial al sistema, en el rango de ± 20 mV respecto del potencial de corrosión (E_{corr}), el cual no debe alterar el sistema, pero es suficiente para conocer el comportamiento electroquímico del material en el electrolito. En estas condiciones se verifica una relación lineal entre el potencial aplicado al metal y la densidad de corriente que circula en la celda de polarización. La pendiente de la recta en el potencial de corrosión, $\Delta V/\Delta I$, descontada la resistencia óhmica del medio, se denomina Resistencia de Polarización R_p . Usualmente estas mediciones pueden ser realizadas en menos de 5 minutos.

3.5.2 Pendientes Tafel

Las pendientes Tafel son la porción de una línea recta de una curva de polarización, la cual se traza entre -250 mV y 250 mV alrededor del potencial de corrosión (E_{corr}). Los resultados se muestran en una gráfica semilogarítmica en la cual sobre el eje X esta el Potencial, y sobre el eje Y se grafica el logaritmo de la Corriente. Las pendientes Tafel son calculadas trazando una línea sobre la porción recta a cada uno de los lados alrededor de 50 milivoltios del potencial de corrosión, hasta más o menos 200 milivoltios. Esta recta se representa en términos de milivoltios por década de corriente.

3.5.3 Polarización Potenciodinámica – Potenciodinámica Cíclica

La polarización potenciodinámica y la polarización potenciodinámica cíclica, son frecuentemente utilizados para en ensayos de corrosión, debido a que estas técnicas pueden proporcionar información útil acerca de los mecanismos de la corrosión y susceptibilidad a la picadura de los materiales metálicos en ambientes específicos. Los métodos de polarización implican cambios en el potencial del electrodo de trabajo y el control de la corriente que se produce en función del tiempo o potencial.

En estas técnicas pueden efectuarse diferentes tipos de polarización:

- Polarización anódica: se modifica en potencial en sentido anódico (más positivo) causando que los electrones del electrodo de trabajo migren de él.
- Polarización catódica: el electrodo de trabajo se vuelve más negativo y los electrones se añaden a la superficie, en algunos casos causando electro deposición.
- Polarización cíclica: ambos anódico y la polarización catódica se realizan en una forma cíclica.

3.5.4 Voltametría Cíclica de Corriente Directa

Es una técnica principalmente utilizada para la determinación de los mecanismos de reacción de procesos electroquímicos. La voltametría se caracteriza por la aplicación de una perturbación del potencial en forma de variación lineal con el tiempo. El registro de la respuesta a la variación, la corriente, en función del potencial aplicado, se denomina voltagrama. Los límites del barrido del potencial varían según el material y el electrolito utilizado.

En la voltametría cíclica, la variación de potencial en un electrodo estacionario colocado en una solución no agitada está provocada por una señal de forma triangular, tal como se muestra en la Figura 5. El potencial se varía linealmente desde E_0 hasta E_f , cuando se ha alcanzado este valor el sentido de barrido se invierte y el potencial vuelve a su valor original E_0 , este ciclo de excitación puede ser repetido cuantas veces lo requiera el ensayo. Los potenciales a los que tiene lugar la inversión se llaman *potenciales de cambio*. Dependiendo de las características del ensayo, la dirección del barrido inicial puede ser negativa o positiva.

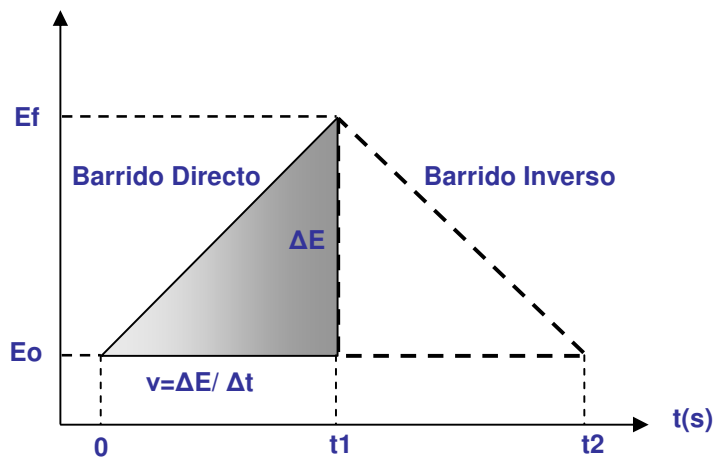


Figura 3. Señal de excitación en DC

Cuando se utiliza la voltametría cíclica para estudiar un sistema por primera vez es usual comenzar a llevar a cabo ensayos cualitativos con la finalidad de conocer al mismo, procediendo luego con los semi-cuantitativos y finalmente cuantitativos para poder así obtener los parámetros cinéticos de interés. En un estudio típico cuantitativo se acostumbra obtener voltagramas en un amplio rango de velocidades de barrido e intervalos de potencial. Comúnmente, en los voltagramas hay una cierta cantidad de picos y por medio de la variación de las velocidades de barrido e intervalos de potencial podemos observar como estos aparecen y desaparecen, notando las diferencias que existen entre el primer y los barridos subsecuentes se determina cómo los procesos representados por los picos están relacionados, al mismo tiempo que de la dependencia de la velocidad de barrido y amplitud del pico explica el papel de la adsorción, difusión y reacciones químicas acopladas dentro del proceso en estudio.

3.5.5 Corrosión Galvánica

La corrosión galvánica tiende a ocurrir por una corriente migratoria de electrones que se genera por la diferencia entre potenciales eléctricos de metales disímiles que están conectados eléctricamente. Como los metales ganan o pierden electrones a través de los iones del electrolito, se disponen entre si positiva o negativamente como una celda según su orden en la tabla de serie galvánica, así la corriente comienza a fluir desde el metal más activo (ánodo) al metal más noble (cátodo).

3.5.6 Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS)

La Espectroscopía de Impedancias es una técnica que está basada en la aplicación de una señal de corriente alterna como voltaje de perturbación. Las propiedades eléctricas de los circuitos RCL (Resistencia, Capacitancia, Inductancia), son usadas como circuitos eléctricos análogos que pueden describir el comportamiento electroquímico de un sistema determinado.

Esta técnica es comúnmente utilizada para evaluar el desempeño recubrimientos aplicados a sustratos metálicos, para tal caso se configura un circuito eléctrico RC, donde el recubrimiento y el contraelectrodo constituyen las placas de un condensador (C) y la película conforma el material dieléctrico del mismo. La variación de la Capacitancia de dicho condensador en función de la frecuencia de una señal de voltaje alterna, permite elaborar un espectro susceptible de modificaciones a medida que el recubrimiento se altera con el transcurrir del tiempo. Cuando se usa en evaluación de recubrimientos, el espectro de Impedancias que se obtiene finalmente, arroja información acerca de su integridad, la cual permite construir un circuito eléctrico análogo en donde se pueden encontrar diferentes elementos representativos del sustrato como son: la Resistencia de Poros, Capacitancia del recubrimiento, resistencia de transferencia de carga, R_t , Capacitancia de doble capa, C_{dl} , entre otros.

Con los datos de potencial, corriente y frecuencia obtenidos se construyen diagramas como los de Nyquist y Bode, los cuales se comparan con los circuitos equivalentes, permitiendo el cálculo de cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

4 METODOLOGÍA

El presente documento se desarrolló con base en la metodología planteada en el anteproyecto, la cual se ilustra en la Figura 4.

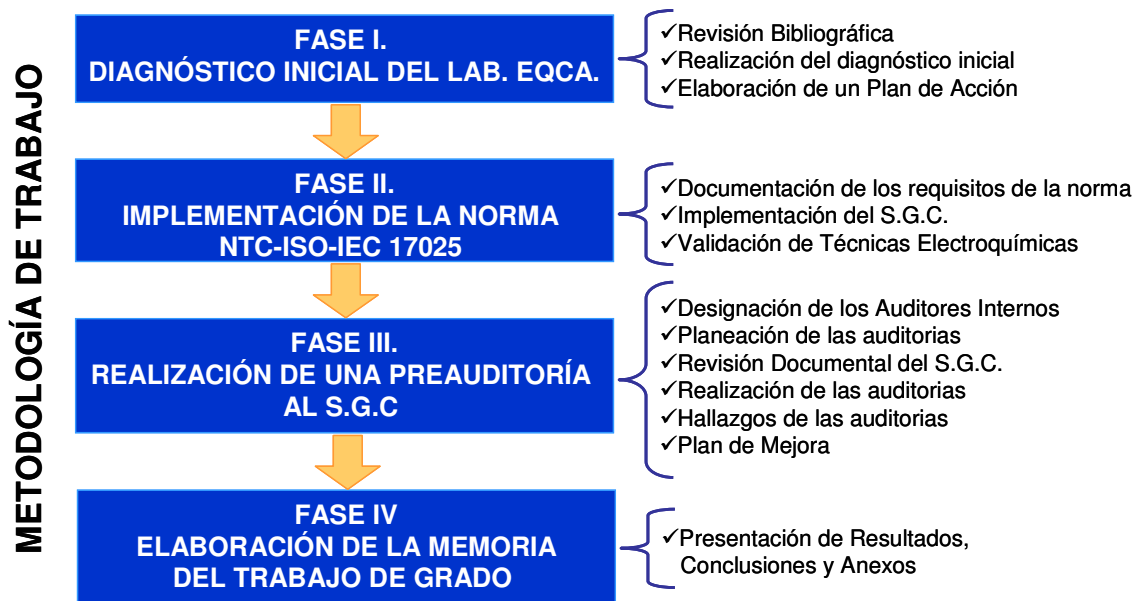


Figura 4. Metodología del proyecto

La primera fase del proyecto comprendió la revisión bibliográfica y el diagnóstico del laboratorio teniendo en cuenta los requisitos de la norma NTC-ISO-IEC 17025. Este diagnóstico permitió identificar las fortalezas y debilidades, así como la formulación de un plan de acción para satisfacer los requisitos definidos en la norma y las necesidades técnicas y de gestión del laboratorio.

Con base en los resultados obtenidos en la Fase I, se inició a la etapa de documentación de los requisitos técnicos definidos en la norma NTC-ISO-IEC 17025. Una vez finalizada la documentación de los procedimientos, formatos, instructivos y políticas del laboratorio, se procedió a la puesta en marcha del sistema de gestión de la calidad, lo que implica la validación de las pruebas y ensayos de calibración de los equipos de medición electroquímica.

En la tercera etapa, se realizó una pre-auditoría o auditoría interna para evaluar la efectividad del sistema de calidad implementado e identificar oportunidades de mejora; lo cual permitió implementar las acciones preventivas o correctivas necesarias para cumplir a satisfacción con los requisitos de la norma y con las necesidades del laboratorio.

Finalmente, se extrajo la información más representativa para la elaboración de la memoria del trabajo de grado y a su vez se presentan los resultados y conclusiones del mismo.

5 RESULTADOS

5.1 FASE I. DIAGNÓSTICO INICIAL DEL LABORATORIO

5.1.1 Revisión bibliográfica

Inicialmente, se efectuó una búsqueda de la documentación existente en la C.I.C sobre temas relacionados con calidad y acreditación, con el fin de establecer la línea base y articular el S.G.C a la información existente.

En este sentido, se identificó un primer intento de implementar un S.G.C para todos los laboratorios de la C.I.C en el año 1999, a través de una tesis de pregrado de dos estudiantes de Ingeniería Industrial⁸. Esta documentación fue desarrollada con base en las normas ISO 9001 e ISO 9002 de 1994 y la NTC 3007 (ISO/IEC Guide 25), que corresponde a la versión anterior de la ISO 17025.

En general, la información de S.G.C existente en la C.I.C no representa un aporte significativo a este proyecto, dado que los documentos fueron elaborados con normas que actualmente son obsoletas (las normas vigentes son la ISO/IEC 17025:2005 y la ISO 9001:2000). Además, no tienen en cuenta algunos requisitos que están en las versiones actualizadas de las normas, siendo muy generales en la descripción técnica de los procedimientos.

5.1.2 Diagnóstico del Laboratorio de Electroquímica

Se realizó el diagnóstico detallado del estado inicial del Laboratorio de Electroquímica, con el objetivo de evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos contemplados en la norma NTC-ISO-IEC 17025. Esta actividad evidenció el panorama real del laboratorio, con sus fortalezas y debilidades, y proporcionó información específica para desarrollar e implementar un plan de acción que permitiera satisfacer todos estos requisitos.

El diagnóstico inicial fue realizado gracias a la información suministrada por los funcionarios del Laboratorio de Electroquímica, tanto para los aspectos técnicos del

⁸ DITTA, German. CANDELA, Maryin. Documentación del Sistema de Aseguramiento de la calidad de los Laboratorios de Pruebas y Ensayos de la Corporación para la Investigación de la Corrosión C.I.C. Universidad Industrial de Santander, 1999.

laboratorio como los de gestión. El diagnóstico se realizó mediante la aplicación de la lista de chequeo presentada en el Anexo 3.

A partir del diagnóstico se establece que de los 131 requisitos a cumplir, el Laboratorio de Electroquímica debía:

- Documentar e implementar el 67.94% de los requisitos de la norma 17025 que no se encontraban con ningún grado de desarrollo.
- Documentar el 12,21% de los requisitos que estaban siendo analizados y en proceso de preparación de la documentación.
- Implementar el 10,69% de los requisitos que ya estaban documentados.
- Revisar el 6,87% de los requisitos que ya estaban documentados e implementados.

De forma general, para los requisitos técnicos de la norma NTC-ISO-IEC 17025 se obtuvo los siguientes resultados:

Generalidades

- No se ha identificado los factores que determinan la exactitud y confiabilidad de los ensayos.

Personal

- No se ha documentado las responsabilidades y funciones del personal del laboratorio.
- No se formulan metas con respecto a la educación y las habilidades del personal.

Instalaciones y condiciones ambientales

- No se monitorea, controla y registra las condiciones ambientales.
- No se controla el acceso del personal al Laboratorio y el uso de las áreas que afectan la calidad de los ensayos y/o calibraciones.
- No se ha revisado las medidas que aseguren una buena limpieza del laboratorio.

Métodos de ensayo y calibración, incluyendo el muestreo

- Se utilizan métodos de ensayo y/o calibración publicados en normas internacionales que satisfacen las necesidades del cliente y que son apropiados

para los ensayos y/o calibraciones que el laboratorio realiza. Sin embargo, deben documentarse los detalles adicionales para asegurar la aplicación consistente de estos métodos.

Equipos

- No se cuenta con procedimientos para la manipulación, manejo, transporte, almacenamiento seguro, uso y mantenimiento de cada equipo.
- No se etiqueta o identifica cada uno de los equipos bajo control del laboratorio.
- No se asegura el estado de calibración de los equipos del laboratorio y los que se encuentran fuera de su control directo.
- Se encuentra en proceso de documentación lo referente a la competencia del personal para el manejo de equipos específicos del laboratorio, la realización de los ensayos y/o calibraciones, la evaluación de resultados, firma de informes y supervisión de personal en entrenamiento.
- No se identifican y ni se retiran de servicio los equipos que han sido sometidos a manejos inadecuados, que generen resultados sospechosos o que estén por fuera de los límites especificados.

Trazabilidad de la medición

- No se establece programas de calibración para los equipos cuando estos tienen un efecto significativo sobre los resultados.
- No se cuenta con un procedimiento para la calibración de los equipos.

Muestreo

- No se cuenta con un plan ni con procedimientos para el muestreo de sustancias, materiales o productos a ensayar.

Manejo de los ítems de ensayo o de calibración

- No se cuenta con procedimientos para la manipulación, transporte, almacenamiento y uso de los patrones y materiales de referencia, a fin de prevenir la contaminación o deterioro de los mismos.

- No se cuenta con procedimientos para el transporte, recepción, manejo, protección, conservación y/o disposición de los objetos a ensayar y/o calibrar, incluyendo todas las provisiones necesarias para proteger su integridad.
- No se cuenta con un sistema que identifique los objetos a ensayar y/o calibrar durante la permanencia en el laboratorio, para evitar que se confundan físicamente.

Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y/o calibración

- No se asegura la calidad de los resultados mediante monitoreos planificados y revisados.

Informe de resultados

- No se han diseñado formatos de informes y certificados adaptables a cada tipo de ensayo o calibración realizado, para minimizar la posibilidad de mal interpretación o mal uso.

5.1.3 Plan de acción

Con base en los resultados del diagnóstico inicial, en forma general, se propuso implementar las acciones presentadas en el Anexo 4. Para llevar a cabo este plan de acción y cumplir a satisfacción con los objetivos del proyecto y con los requisitos de la norma ISO 17025, se solicitó al Responsable de la UEN MEP los recursos mencionados en el Anexo 5.

5.2 FASE II. IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA NTC-ISO-IEC 17025

5.2.1 Documentación de los requisitos de la Norma NTC-ISO-IEC 17025

A partir de los documentos existentes o parcialmente elaborados, se identificaron los requisitos de la norma que faltaban por documentar. Para conocer entonces cuantos documentos debían ser elaborados, se definió con base en el Mapa de Procesos (ver numeral 5.2.2) y los numerales de la NTC-ISO-IEC 17025, el listado de documentos presentado en el Anexo 5. Este listado permitió dar inicio a la etapa de elaboración de la documentación, para el caso de los requisitos de gestión fueron

elaborados por un estudiante de Ingeniería Industrial y los requisitos técnicos fueron documentados en el marco de este proyecto.

Cada documento fue elaborado con la supervisión de la Coordinadora de Calidad y el Coordinador Técnico del laboratorio. Se declaraba como versión final la última revisión realizada y aprobada por los responsables de cada documento.

La estructura documental del S.G.C. del Laboratorio de Electroquímica fue desarrollada en forma ordenada, uniforme y sistemática a través de una pirámide documental dividida en 4 niveles, como lo muestra la Figura 5:

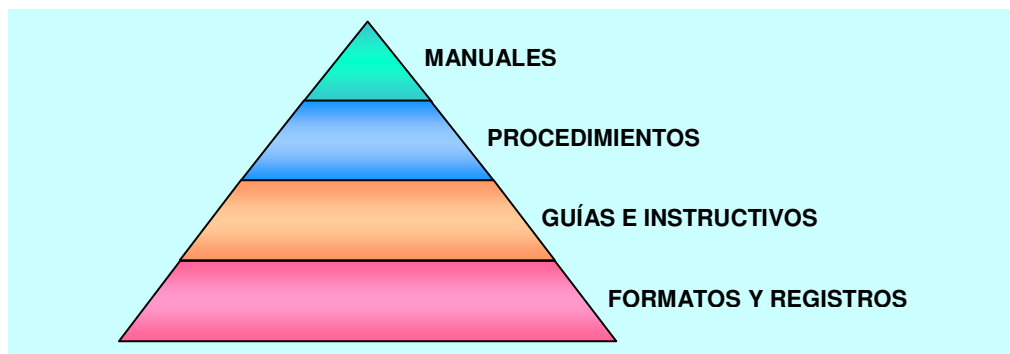


Figura 5. Estructura Documental S.G.C.

La forma de elaborar los documentos del S.G.C. se definió en el “Instructivo para Elaborar Documentos, MP/I01/12-01” (ver Anexo 7), con el fin de establecer los lineamientos para elaborar de forma estandarizada los documentos del sistema.

5.2.2 Mapa de procesos

El mapa de procesos del Sistema de Gestión de Calidad, es una representación que define la relación de los macroprocesos que se realizan en el Laboratorio de Electroquímica. Los macro procesos identificados para el S.G.C. del Laboratorio de Electroquímica son: Procesos de la Dirección (revisión, planificación y asignación de recursos realizados por la Dirección), Procesos de Ensayos del Laboratorio (todos los que tienen que ver con la actividad propia del laboratorio) y Procesos de Apoyo (todos los que soportan las actividades realizadas por el laboratorio), como lo muestra el Anexo 8.

En el mapa de procesos del laboratorio se presentan los 18 procesos del S.G.C., cada uno cuenta con una Caracterización de Procesos (ver Anexo 9), donde se puede identificar las entradas, actividades y salidas del proceso, así como los documentos elaborados para dar cumplimiento a los requisitos de la norma NTC-ISO-IEC 17025 y los indicadores para realizar control, medición y seguimiento al proceso.

5.2.3 Documentación técnica

Con base en la figura presentada en el Anexo 8, los procesos documentados en el marco de este proyecto son: (5) Planificación del ensayo; (6) Manejo de Elementos de Ensayo e Información; (7) Realización y Control del Ensayo; (8) Elaboración de Informes; (9) Aseguramiento de la calidad de los ensayos; (16) Equipos y Elementos de Referencia; (17) Mantenimiento y Calibración; (18) Condiciones Ambientales.

5.2.4 Implementación del sistema de gestión de la calidad

5.2.4.1 Divulgación de la documentación técnica

Una vez terminada la etapa de documentación, se realizaron 3 sesiones a las que asistieron los funcionarios del Laboratorio de Electroquímica, las cuales tenían por objeto la divulgación de la documentación del S.G.C. mediante la lectura y explicación detallada de cada documento. En estas sesiones igualmente se resolvieron dudas en cuanto a: conceptos aún no muy claros, actividades descritas en los procedimientos, responsabilidades de los cargos, información contenida en formatos, entre otras. La divulgación de la documentación se llevó a cabo teniendo en cuenta la estructura documental del S.G.C. (Figura 8), y el orden de los procesos definido en el Mapa de Procesos (Anexo 8).

5.2.4.2 Puesta en marcha de la documentación técnica

Según los lineamientos del S.G.C., la puesta en marcha de un documento se considera a partir de su fecha de publicación. El proceso de implementación de los procesos técnicos inició en Octubre del 2006 y se fue desarrollando en la medida que los recursos solicitados eran proporcionados por la C.I.C.

En la implementación de estos procedimientos participó el MSc Física Luis Ferney Vesga como Coordinador Técnico del Laboratorio de Electroquímica, la Ing. Industrial Claudia Liliana Cristancho como Coordinadora de Calidad y Responsable de la UEN MEP y el Est. Ing. Química Daniel Martínez como Auxiliar del Laboratorio, junto con las estudiantes en práctica Karen Gil (Ing. Industrial) y Natalia Rodríguez, quien participó como coordinadora de esta implementación.

Durante esta etapa se reiteró la importancia de convertir las actividades descritas en los diferentes procedimientos, en un hábito; insistiendo en el cumplimiento estricto de lo establecido en cada documento, realizando los registros de estas actividades en el momento de su realización.

5.2.5 Validación de técnicas electroquímicas

Como parte del proceso de implementación del S.G.C., se realizó la validación de las técnicas electroquímicas; Dicha validación se desarrolló en tres etapas:

1. Planificación: en conjunto con el Coordinador Técnico, se revisó la normatividad vigente para los métodos de ensayo, en las Tablas 1 y 2 se presenta esta información.

Tabla 1. Métodos de ensayo usados en el laboratorio

MÈTODO DE ENSAYO	PROCEDIMIENTO INTERNO	NORMAS
Resistencia a la Polarización	MP/EQ/07-01	ASTM G1; ASTM G3; ASTM G5 ASTM G59; ASTM G111
Pendientes Tafel	MP/EQ/07-02	ASTM G1; ASTM G3; ASTM G5 ASTM G111
Espectroscopia de Impedancia Electroquímica	MP/EQ/07-03	ASTM D609; ASTM G1; ASTM G3 ASTM G5; ASTM G111; ASTM G106
Polarización Potenciodinámica	MP/EQ/07-04	ASTM G1; ASTM G3; ASTM G5 ASTM G111
Polarización Potenciodinámica Cíclica	MP/EQ/07-05	ASTM G1; ASTM G3; ASTM G5 ASTM G61; ASTM G111
Corrosión Galvánica	MP/EQ/07-07	ASTM G71; ASTM G82; ASTM G116
Calibración de equipos de medición Electroquímica	MMC/EQ/17-06	ASTM G5

Tabla 2. Normatividad Vigente

NORMA	ESTANDAR ACTIVO
ASTM G1	ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens.
ASTM G3	ASTM G3-89(2004) Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.
ASTM G5	ASTM G5-94(2004) Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.
ASTM G59	ASTM G59-97(2003) Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements.
ASTM G71	ASTM G71-81(2003) Standard Guide for Conducting and Evaluating Galvanic Corrosion Tests in Electrolytes
ASTM G82	ASTM G82-98(2003) Standard Guide for Development and Use of a Galvanic Series for Predicting Galvanic Corrosion Performance
ASTM G111	ASTM G111-97(2006) Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
ASTM G16	ASTM G116-99(2004) Standard Practice for Conducting Wire-on-Bolt Test for Atmospheric Galvanic Corrosion
ASTM D609	ASTM D609-00(2006) Standard Practice for Preparation of Cold-Rolled Steel Panels for Testing Paint, Varnish, Conversion Coatings, and Related Coating Products.
ASTM G106	ASTM G106-89(2004) Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements.
ASTM G61	ASTM G61-86(2003)e1 Standard Test Method for Conducting Cyclic Potentiodynamic Polarization Measurements for Localized Corrosion Susceptibility of Iron-, Nickel-, or Cobalt-Based Alloys.

2. Definición de la Matriz Experimental: con base en la experticia del Coordinador Técnico del Laboratorio se definió la matriz experimental para la validación de los ensayos electroquímicos (ver Tabla 3). Es importante recalcar que todas las técnicas se encuentran normalizadas, por tanto sólo es necesario verificar su repetibilidad⁹ y reproducibilidad¹⁰ bajo las condiciones de operación normales del laboratorio.

⁹ Repetibilidad (r): Precisión bajo condiciones en las que los resultados de una medición se obtienen con el mismo método, con el mismo operador, utilizando el mismo instrumento de medida y durante un corto intervalo de tiempo.

¹⁰ Reproducibilidad (R): Precisión bajo condiciones en las que los resultados de una medición se obtienen con el mismo método, sobre el mismo mensurando, con diferentes operadores, diferentes equipos de medida, en diferentes laboratorios, etc.

Tabla 3. Matriz de ensayos de validación

ITEM	TÉCNICA ELECTROQUÍMICA	WE	RE	CE	ELECTROLITO	T (°C)
1	Calibración de equipos	Acero Inoxidable 430	Ag/AgCl METROHOM	Platino 99.99%	H ₂ SO ₄ 1N	30
2	Resistencia de Polarización Lineal	Acero AISI SAE 1020	Ag/AgCl METROHOM	Platino 99.99%	Salmuera 1% p/p NaCl	28°C ± 1
3	Pendientes Tafel	Acero AISI SAE 1020	Ag/AgCl METROHOM	Platino 99.99%	Salmuera 1% p/p NaCl	28°C ± 1
4	Polarización Potenciodinámica	Acero AISI SAE 1020	Ag/AgCl METROHOM	Platino 99.99%	Salmuera 1% p/p NaCl	28°C ± 1
5	Polarización Potenciodinámica Cíclica	Acero AISI SAE 1020	Ag/AgCl METROHOM	Platino 99.99%	Salmuera 1% p/p NaCl	28°C ± 1
6	Espectroscopía de Impedancia Electroquímica	Acero AISI SAE 1020	Ag/AgCl METROHOM	Platino 99.99%	Salmuera 1% p/p NaCl	28°C ± 1
7	Voltametría Cíclica	Grafito	Ag/AgCl METROHOM	Platino 99.99%	HNO ₃ 65% + Ácido Ascórbico a diferentes concentraciones	28°C ± 1
8	Corrosión Galvánica	API 5LX42	No aplica	API 5LX42	Salmuera 1% p/p NaCl	28°C ± 1

Para las técnicas mencionadas en los ítems 2, 3, 4, 5 y 6 de la tabla anterior, se propuso efectuar los ensayos bajo las siguientes condiciones:

- Dos equipos de medición electroquímica el SOLARTRON SI 1280B y el ZAHNER ELEKTRIK IM6 (ver procedimientos de operación en el Anexo 10).
- Dos operadores diferentes (el auxiliar del laboratorio y el autor de este trabajo).
- Celda balón con un volumen de un litro.
- Condiciones de flujo estático en el electrolito e inyección de gas inerte (Nitrógeno N₂) 30 minutos antes y se mantuvo durante todo el ensayo.
- Preparación superficial de los electrodos de trabajo hasta papel abrasivo N° 600 con un área de exposición de 2cm².

Para los ensayos de Voltametría Cíclica se consideró el uso del equipo IM6 con un barrido de potencial entre -0,5 y 1,5 V a una velocidad de 20 mV/s.

3. Realización de los ensayos: una vez definida la matriz experimental, se inició con el ensayo de calibración de los equipos de medición electroquímica, esto con el fin de verificar el estado de los equipos antes de realizar los ensayos de validación (ver procedimiento de calibración en el Anexo 11). Los resultados de las curvas de calibración se encuentran en el Anexo 12, de acuerdo con la curva presentada en la norma ASTM G5 se puede afirmar que los dos equipos de medición electroquímica se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento. En el Anexo 13 se presentan los resultados de los ensayos de validación de las técnicas electroquímicas mencionadas anteriormente. Debido a que los procedimientos de ensayo de las pruebas de corriente directa a acreditar son muy similares (sólo cambia los rangos de voltaje de barrido); para efectos de este trabajo sólo serán presentados los procedimientos de: Resistencia a la Polarización LPR, Pendientes Tafel y Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (ver Anexo 14).

5.3 FASE III REALIZACIÓN DE UNA PREAUDITORÍA AL S.G.C.

Las auditorías internas o de primera parte del S.G.C. implementado en el laboratorio se realizaron con el objetivo de:

- Evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos de la norma NTC-ISO-IEC 17025.
- Revisar la correcta elaboración de los documentos del S.G.C.
- Evaluar la efectividad de los procedimientos implementados.
- Evaluar la funcionalidad de los formatos diseñados.
- Evaluar la veracidad de los registros diligenciados.
- Recibir retroalimentación respecto al S.G.C., a partir de las oportunidades de mejora identificadas.

Se realizaron dos auditorías internas, una para revisar el cumplimiento por de los requisitos de gestión, y otra para los requisitos técnicos estipulados en la norma NTC-ISO-IEC 17025. Para cada una de las auditorías, se siguieron los lineamientos del procedimiento de “Auditorías Internas, MP/EQ/15-01”, el cual se basa en la norma ISO 19011:2002.

A continuación se explicará de una forma más detallada, las actividades involucradas en el desarrollo de las auditorías internas.

5.3.1 Designación de los auditores internos

Para la auditoría de gestión, se designó como auditora interna a la Ingeniera Industrial Nidia Liliana Mendieta Caicedo, quien es Auditor Interno certificado ISO 17025. En el caso de la auditoría técnica, se designó como auditor interno al Ingeniero Mecánico Reinaldo Villalba, quien se desempeña como Asesor Externo de la C.I.C., posee conocimientos en la norma ISO 17025 y amplia experiencia en la evaluación de la corrosión mediante técnicas electroquímicas.

Una vez designados los auditores internos, se procedió a planear cada una de las auditorías internas a realizar.

5.3.2 Preparación de las auditorías

La preparación de las auditorías internas inició la implementación de los respectivos Programas de Auditoría Interna presentados en el Anexo 15, los cuales contienen la siguiente información:

- *Procesos a auditar*: indica los procesos que fueron auditados según el alcance de cada auditoría.
- *Responsable del proceso*: indica los responsables de los procesos auditados. Para el caso de los procesos de gestión la responsable fue la Coordinadora de Calidad, Ingeniera Industrial Claudia Liliana Cristancho Torres y el responsable de los procesos técnicos es el Coordinador Técnico, Msc. Física Luis Ferney Vesga López.
- *Fecha de auditoría*: la auditoría de gestión se realizó los días 15, 16, 17 y 24 de Agosto de 2006; de otra parte, la auditoría técnica se realizó los días 11 y 12 de Diciembre de 2006.
- *Auditor interno*: indica el auditor interno que va a realizar cada una de las auditorías internas.

5.3.3 Revisión documental del S.G.C.

Los auditores internos solicitaron con anterioridad la entrega de la respectiva documentación en forma impresa, con el fin de tener tiempo suficiente para revisarla detalladamente y poder identificar la mayor cantidad de oportunidades de mejora.

En la auditoria de gestión, se revisó el Manual de Calidad, el Manual de Procedimientos Administrativos, la Guía de Responsabilidades y Funciones de Cargos; mientras que en la auditoria técnica, se revisó el Manual de Procedimientos Técnicos, el Manual de Equipos y Elementos de Referencia, el Manual de Mantenimiento y Calibración, y nuevamente el Manual de Calidad, pero haciendo énfasis en lo referente al capítulo 5 de la norma.

5.3.4 Realización de las auditorías

De acuerdo con el procedimiento “Auditorías internas, MP/EQ/15-01” y a lo establecido en los Programas de Auditorías Internas presentados en el Anexo 15, se desarrollaron las siguientes actividades:

- El auditor elaboró el Plan de Auditoria, según el formato “Plan de auditoria interna, MP/EQ/15-01-B”, definiendo los objetivos, alcance y criterios de evaluación tenidos en cuenta para la Auditoria Interna, tal como se puede observar en las el Anexo 16.
- El personal del Laboratorio de Electroquímica, preparó los documentos de soporte necesarios para el desarrollo de la auditoria.
- El auditor elaboró la lista de verificación, de acuerdo al formato “Lista de verificación, MP/EQ/15-01-C”, proporcionado por el Coordinador de Calidad, con la cual identificó las preguntas y los documentos soporte, en cada uno de los requisitos de la norma a ser auditados.
- El auditor realizó la reunión de apertura con el fin de presentar el plan de trabajo, el cronograma de la auditoria, la metodología a seguir, confirmar su compromiso de confidencialidad, y evaluar la disponibilidad de recursos para la realización de la auditoria. Para dejar constancia de esta reunión se diligenció el formato de “Acta de reunión de auditoria interna, MP/EQ/15-01-D”.
- El auditor verificó la evidencia de la auditoria, mediante la realización de preguntas al personal del laboratorio relativas al desarrollo de sus actividades y

al conocimiento del S.G.C. Igualmente, se evaluaron documentos de soporte como manuales, procedimientos, instructivos y registros.

5.3.5 Hallazgos de las auditorías

Una vez finalizada cada una de las auditorías, los auditores realizaron una reunión para evaluar la evidencia recolectada y comunicar las no conformidades halladas, con el fin de permitir a los auditados dar las explicaciones pertinentes en caso de no estar de acuerdo con alguna no conformidad. Cuando los auditores aceptaban la justificación, la no conformidad era eliminada del informe de la auditoría.

5.3.6 Finalización de las auditorías

Los auditores comunicaron las conclusiones de cada una de las auditorías en una reunión de cierre, la cual quedó registrada en el formato “Acta de reunión de auditoría interna, MP/EQ/15-01-D”.

Finalmente, los auditores elaboraron el Informe de Auditoría para comunicar por escrito los resultados de las auditorías internas realizadas, de acuerdo al formato “Informe de la auditoría interna, MP/EQ/15-01-E”. Estos informes no contienen críticas a algún funcionario, ni apreciaciones subjetivas, así como no conformidades que no hayan sido discutidas previamente.

5.3.7 Plan de mejora del S.G.C.

De acuerdo con los lineamientos del procedimiento “Acciones Correctivas y Preventivas, MP/EQ/15-02”, las no conformidades de las auditorías tanto de gestión como la técnica fueron registradas por la Coordinadora de Calidad, en el formato “Plan de acciones correctivas o preventivas, MP/EQ/15-02-A”, como lo muestra el Anexo 17 y 18.

A partir de estos planes de acción, se tramitaron los recursos necesarios para el mejoramiento del S.G.C. y se acordaron las fechas de entrega de los resultados de la implementación de las acciones propuestas. Transcurrido el tiempo de ejecución de estos planes de acción, se analizó cada no conformidad para determinar si la acción implementada fue eficaz para resolver la situación y de esta forma poder cerrar la no conformidad.

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

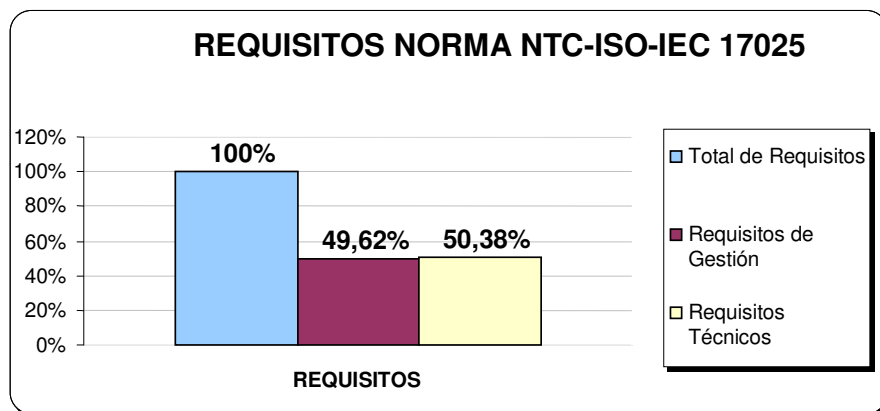
Finalmente, se realizó el diagnóstico detallado del estado final del Laboratorio de Electroquímica como lo muestra el Anexo 1 (estado B), con el objetivo de verificar el grado de cumplimiento de los requisitos contemplados en la norma NTC-ISO-IEC 17025. Para este caso, se comparó el diagnóstico inicial (estado A) con el grado de cumplimiento de los requisitos después de haber efectuado la auditoría de gestión, la auditoría técnica, y haber implementado el plan de mejora correspondiente.

Para evaluar los resultados del diagnóstico final, se cuantificó el grado de cumplimiento alcanzado por el Laboratorio de Electroquímica, respecto a los requisitos de gestión y los requisitos técnicos de la norma NTC-ISO-IEC 17025, como se observa en la Tabla 4 y en la Figura 6.

Tabla 4. Nivel de Cumplimiento de los requisitos de la norma 17025

NUMERAL	CAPÍTULO	TOTAL DE REQUISITOS POR NORMA	REQUISITOS EN REVISIÓN	REQUISITOS EN ACCIONES CORRECTIVAS /PREVENTIVAS	REQUISITOS CUMPLIDOS
4.1	Organización	14		1	13
4.2	Sistema de Gestión	4			4
4.3	Control de Documentos	8		2	6
4.4	Revisión de Pedidos, Ofertas y Contratos	5			5
4.5	Subcontratación de Ensayos	5			5
4.6	Compras de Servicios y Suministros	5			5
4.7	Servicio al Cliente	1			1
4.8	Quejas	1			1
4.9	Control de Trabajos No Conformes	2		2	
4.10	Acciones Correctivas	5			5
4.11	Acciones Preventivas	2			2
4.12	Control de Registros	7			7
4.13	Auditorías Internas	4			4
4.14	Revisiones por la Dirección	2		2	
TOTAL REQUISITOS DE GESTIÓN		65		7	58
5.1	Generalidades	2			2
5.2	Personal	5		1	4
5.3	Instalaciones y Condiciones Ambientales	5		4	1
5.4	Métodos de Ensayo y Calibración	11		2	9
5.5	Equipos	14		1	13
5.6	Trazabilidad de la Medición	8		4	4
5.7	Muestreo	3			3
5.8	Manejo de Elementos de Ensayo	4			4
5.9	Aseguramiento de la Calidad de Ensayos	1			1
5.10	Informe de Resultados	13	12		1
TOTAL REQUISITOS TÉCNICOS		66	12	12	42
TOTAL REQUISITOS		131			

Figura 6. Requisitos Norma NTC-ISO-IEC 17025 evaluados

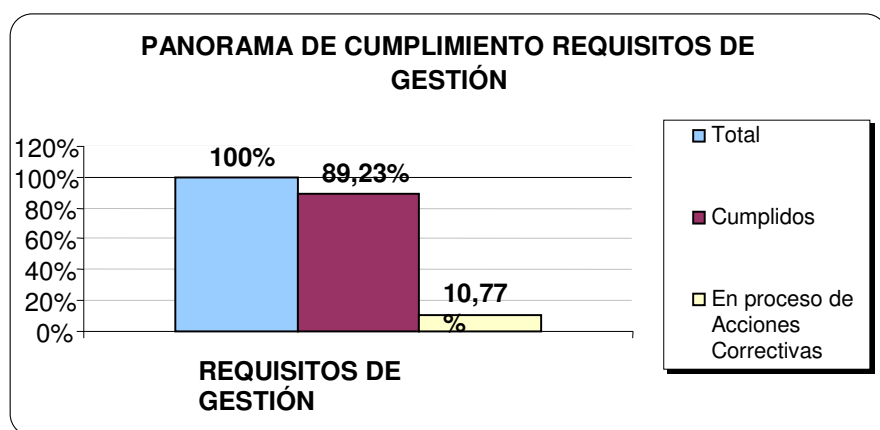


6.1 RESULTADOS DE LOS REQUISITOS DE GESTIÓN

Como se puede observar en la Figura 7, el resultado del diagnóstico final realizado al Laboratorio de Electroquímica, demostró que de los 65 requisitos de gestión evaluados como un 100%:

- 7 requisitos, es decir, un 10,77%, están en proceso de implementación de acciones correctivas y/o preventivas, para que puedan estar en su totalidad, conformes con la norma,
- mientras que los 58 requisitos restantes, es decir, un 89,23%, cumplen con lo estipulado en la norma.

Figura 7. Panorama de Cumplimiento de Requisitos de Gestión

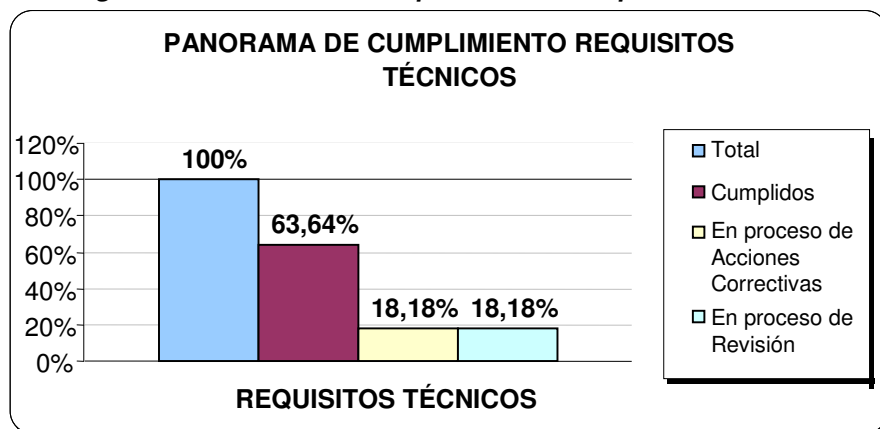


6.2 RESULTADOS DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS

Como se puede observar en la Figura 8, el resultado del diagnóstico final realizado al Laboratorio de Electroquímica, demostró que de los 66 requisitos técnicos evaluados como un 100%:

- 12 requisitos, es decir, un 18.18%, están en proceso de implementación de acciones correctivas y/o preventivas, para que puedan estar en su totalidad, conformes con la norma,
- 12 requisitos, es decir, un 18.18% están en proceso de revisión, después de haber implementado en ellos, las mejoras y cambios necesarios, como resultado de la auditoría interna técnica, y los
- 42 requisitos restantes, es decir, un 63.64%, cumplen con lo estipulado en la norma.

Figura 8. Panorama de Cumplimiento de Requisitos Técnicos



7 CONCLUSIONES

- El diagnóstico inicial permitió evidenciar que las actividades realizadas por Laboratorio de Electroquímica se realizaban con compromiso y responsabilidad, basados principalmente en la experiencia del personal, sin embargo, para efectos del proceso de acreditación esto no era suficiente ya que la norma NTC-ISO/IEC 17025 expresa claramente que se deben documentar las actividades desarrolladas por el laboratorio. Esto permite estandarizar los procesos para que sean realizados de la misma forma, minimizando los errores humanos en las mediciones.
- Mediante el registro en los formatos diseñados para el Sistema de Gestión de Calidad se logró disponer de evidencia de las actividades realizadas en el laboratorio, conforme con el cumplimiento de los requisitos de la norma NTC-ISO/IEC 17025. Esta evidencia será presentada durante la auditoria de acreditación que realizará la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).
- El S.G.C. implementado permite establecer la idoneidad del personal que labora en el laboratorio a través de la evaluación de los registros de su experiencia, capacidades, habilidades, entrenamiento y desempeño. Con el objetivo de disponer de personal calificado que garantice la correcta realización de los ensayos y actividades administrativas.
- El Laboratorio de Electroquímica se encuentra equipado con la mayoría de los equipos y elementos necesarios para realizar adecuadamente los ensayos. Con el S.G.C. implementado, se documentó todo lo relativo a procedimientos de operación de equipos, así como los registros de las Fichas Técnicas, Historiales de Operación, Historiales de Mantenimiento y Reparaciones, Reportes de Mantenimiento, Certificados de Calibración, entre otros. A su vez, se señalaron los equipos que se encontraban fuera de servicio, se realizó el inventario de bienes y consumibles del Laboratorio, y se tomaron medidas para salvaguardar los equipos de ajustes que puedan invalidar sus resultados.

- Los equipos SOLARTRON SI 1280B y ZAHNER IM6 se encuentran operado bajo el estándar de la norma ASTM G5, por tanto ofrecen las condiciones adecuadas para la realización de los ensayos electroquímicos.
- El Laboratorio emplea métodos y procedimientos apropiados para sus ensayos, estos se encuentran editados en normas internacionales y fueron validados mediante experimentación.
- Mediante la implementación del S.G.C se logró sensibilizar al personal en cuanto a la importancia del compromiso y constancia en el registro de todas las actividades realizadas, a través de la utilización de los documentos elaborados.
- El S.G.C implementado en el Laboratorio de Electroquímica cumple con los requisitos fundamentales establecidos en la norma NTC-ISO-IEC 17025, por tanto la Corporación para la Investigación de la Corrosión puede iniciar la solicitud de acreditación con la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

8 RECOMENDACIONES

- Fortalecer el compromiso por parte de la Dirección con el Sistema de Gestión de Calidad implementado, con el fin de que disponga los recursos económicos necesarios para que el sostenimiento de este proceso.
- Mantener el compromiso y disciplina del personal del Laboratorio de Electroquímica con la implementación del S.G.C, buscando siempre la mejora continua de sus procesos tanto técnicos como de gestión.
- Mantener el orden y la limpieza de las instalaciones del Laboratorio de Electroquímica, con el fin de asegurar un mayor control del lugar y los equipos utilizados, y así mejorar la ejecución y la calidad de las actividades realizadas.
- Ejercer un mayor control sobre todo lo referente a la adquisición, manejo, mantenimiento, calibración, transporte y almacenamiento de los equipos de laboratorio, para garantizar que siempre se encuentren en adecuadas condiciones cuando vayan a ser utilizados.
- Evaluar periódicamente el cumplimiento de la política y objetivos de calidad establecidos en el S.G.C. del Laboratorio de Electroquímica, con el fin de realizar el seguimiento del desempeño de su implementación.
- Cerrar las acciones preventivas y correctivas que se encuentran pendientes en el plan de mejora del S.G.C., con el fin de asegurar el cumplimiento de todos los requisitos de la norma NTC-ISO-IEC 17025.

9 BIBLIOGRAFIA

1. NTC-ISO/IEC 17025. Requisitos generales para la competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración, ICONTEC, 2005.
2. NTC-ISO/IEC 9001. Requisitos Sistemas de gestión de la calidad. ICONTEC, Santa Fe de Bogotá D.C. 2000.
3. NTC-ISO 9000. Fundamentos y vocabulario. Sistemas de gestión de la calidad. ICONTEC, Santa Fe de Bogotá D.C, 2002.
4. NTC-ISO 19011. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de calidad y/o ambiental. ICONTEC. Santa Fe de Bogotá D.C, 2002
5. www.sic.gov.co. Circular Única No. 10 de 2001 TITULO V Acreditación.
6. ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens.
7. ASTM G3-89(2004) Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.
8. ASTM G5-94(2004) Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.
9. ASTM G59-97(2003) Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements.
10. ASTM G111-97(2006) Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.


11. ASTM D609-00(2006) Standard Practice for Preparation of Cold-Rolled Steel Panels for Testing Paint, Varnish, Conversion Coatings, and Related Coating Products.
12. ASTM G106-89(2004) Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements.
13. ASTM G61-86(2003)e1 Standard Test Method for Conducting Cyclic Potentiodynamic Polarization Measurements for Localized Corrosion Susceptibility of Iron-, Nickel-, or Cobalt-Based Alloys.
14. 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.
15. MENDIETA CAICEDO, Nidia Liliana. Diseño, documentación e implementación de un sistema de gestión de la calidad para el centro de investigación de ciencia y tecnología de alimentos de la Universidad Industrial de Santander según los lineamientos de la norma NTC-ISO-IEC 17025. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
16. AMOROCHO SEPULVEDA, Faver Adrián; PLATA BUENO, Álvaro Ramón. Planificación de la acreditación del laboratorio de medidores de la empresa Electrificadora de Santander. Tesis para optar por el título de Ingeniero Electricista. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1997.
17. SIERRA FLÓREZ, Mario José, CARVAJAL SALAMANCA, Reynaldo. Estudio para la acreditación de un laboratorio de metrología dimensional y diseño de

un laboratorio de metrología legal. Tesis para optar por el título de Ingeniero Mecánico. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1998.

18. MENDOZA ROJAS, Carlos Eduardo. LIZARAZO ROJAS, Hernán Alexander. Sistema de documentación del proceso de acreditación del laboratorio de materiales aislantes ESSA – ESP. Tesis para optar por el título de Ingeniero Electricista. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1998.
19. ANGULO PINZÓN, Rafael Eduardo; MONTERO PARDO, Andrés Julián. Plan de aseguramiento de la calidad en las pruebas y ensayos del laboratorio de suelos y pavimentos de la escuela de Ingeniería Civil, como requisito para su acreditación. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1999.
20. ARISMENDI WEBER, Rafael C. Acreditación del laboratorio de alta tensión de la U.I.S. Tesis (posgrado), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
21. SAND, Henry J.S. Electroquímica y análisis electroquímico. Editorial Aguilar. Madrid, España.1951.
22. THOMAS M. Adams. Guide for the estimation of measurement uncertainty in testing. 2002.

ANEXOS

ANEXO 1. LISTADO DE EQUIPOS DEL LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO LISTADO DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-04-A	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 158

Consecutivo N° 001	Fecha: 25 / 09 / 2006
---------------------------	------------------------------


EQUIPOS DEL LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA				
ITEM	NOMBRE DEL EQUIPO	N° DE INVENTARIO	TIPO DE EQUIPO (Medición / Auxiliar)	UBICACIÓN
1	Unidad de Medidas Electroquímicas Solartron SI 1280B	ELMEP013	Medición	Mesón 3 (Lab. EQ)
2	Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6	ELMEP002	Medición	Mesón 2 (Lab. EQ)
3	Medidor de Ion Selectivo y pH Orion		Medición	Gaveta 3 (Lab. EQ)
4	Osciloscopio TDS 420	ELUIS002	Medición	Mesa MBMEP002-1(Lab. EQ)
5	Medidor de corrosión portátil CorrOcean	ECMEP003	Medición	Gaveta 3 (Lab. EQ)
6	Manómetro de 3000 psi Aschcroft	ELMEP014-9	Medición	Gaveta 11(Lab. EQ)
7	Manómetro de 5000 psi Swagelok	ELMEP014-10	Medición	Gaveta 11(Lab. EQ)
8	Controlador de temperatura EBC	ELMEP036	Medición	Gaveta 8 (Lab. EQ)
9	Controlador de temperatura Love Controls	ELMEP037	Medición	Gaveta 8 (Lab. EQ))
10	Cilindro rotatorio y rotómetro	ELMEP001	Auxiliar	Mesón 2 (Lab. EQ)
11	Recirculador con controlador digital	ELMEP012	Auxiliar	Mesón 2 (Lab. EQ)
12	Generador de funciones	ELUIS001	Auxiliar	Mesa MBMEP002-1 (Lab. EQ)
13	Autoclave de alta presión (4000 psi)	ELMEP014	Auxiliar	Gaveta 11 (Lab. EQ)
14	Banda de calentamiento	ELMEP015	Auxiliar	Gaveta 8 (Lab. EQ)
15	Burbujeador eléctrico Elite 802	ELMEP016	Auxiliar	Gaveta 11 (Lab. EQ)
16	Burbujeador eléctrico Challenger I	ELMEP017	Auxiliar	Gaveta 11 (Lab. EQ)
17	Intercambiador de calor en acero inoxidable con resistencia de 15 Ohm	LMEP019	Auxiliar	Gaveta 11 (Lab. EQ))
18	Bomba dosificadora Pro Minent	ELMEP020	Auxiliar	Gaveta 11 (Lab. EQ)
19	Computador Gateway	CICMEP03	Auxiliar	Mesón 2 (Lab. EQ)
20	Computador DTK	CICMEP07	Auxiliar	Mesa MBMEP002-1 (Lab. EQ)

EQUIPOS POR FUERA DEL CONTROL DEL LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA					
ITEM	NOMBRE DEL EQUIPO	N° DE INVENTARIO	TIPO DE EQUIPO (Medición / Auxiliar)	UEN Responsable	UBICACIÓN
1	Balanza Ohaus	ELQCA004	Medición	QCA	Lab. Metalografía
2	Taladro de mesa Alzmetall	MQTMF010	Auxiliar	DST	Taller de Mecánica Fina
3	Máquina Pulidora de Disco Buehler	ELMEP007-2	Auxiliar	MEP	Lab. Metalografía

FIRMAS RESPONSABLES	
Realizado por: Natalia A. Rodríguez	Aprobado por: Luis Ferney Vesga

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-04-A Listado de equipos.doc
---	---


ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 4

Consecutivo N° 001	Fecha: 25 / 09 / 2006
---------------------------	------------------------------

IDENTIDAD DEL EQUIPO		
Nombre: Unidad de Medidas Electroquímicas SOLARTRON SI1280B	N° de inventario: ELMEP013	
Fecha de adquisición: 20/12/1996	Orden de Compra: no disponible	
Marca: SOLARTRON	Modelo: SI1280B	
Referencia / Serial: 00100503	Costo del equipo: 27'368.707	
Proveedor: SOLARTRON INSTRUMENTS	Fabricante: SOLARTRON INSTRUMENTS	
Tipo de equipo: <input checked="" type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/> Electrónico <input type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/> Neumático <input type="checkbox"/> Hidráulico <input checked="" type="checkbox"/> Otro Cuál? Medición.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Describe las especificaciones técnicas del equipo de acuerdo a sus características particulares. (Si es un equipo para realizar ensayos especifique, si es posible, la sensibilidad, exactitud, precisión etc.)		
Conexiones de celda: 2, 3 o 4 terminales.	POLARIZACION A.C.	
Rango del resistor que mide corriente (0.1Ω a 1MΩ).	Forma de onda: senosoidal, cuadrada y triangular.	
Rangos de corriente (200nA a 2 Amperios).	Rango de Frecuencia: 1mHz a 20KHz.	
Resolución máxima de corriente: 1pA.	Amplitud: 0 a 10 V, con 10mV de resolución.	
Límite de error 0.1% ± 0.05% del rango.	Distorsión <1%	
POLARIZACION D.C.	ESPECIFICACIONES GENERALES	
Rango de Voltaje: ±14.5 Voltios.	Voltaje de alimentación: 108-132V, 216-264V.	
Límite de error: 0.2%.	Frecuencia de alimentación: 48-56 Hz.	
Resolución máxima: 100μV	Consumo: 210 Watios.	
Rango de Corriente: ±2 Amperios.	Temperatura de operación: 0 – 50 °C.	
Limite de error: 0.2%.	Humedad, sin condensación: 95% a 40°C.	
Resolución máxima: 100pA.	Interfase: puerto paralelo IEEE 488.	
Rata de rampa de barrido en DC: 10μV/s a 100V/s	Dimensiones: alto X ancho X largo = 140 X 437 X 457 mm	
IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL EQUIPO		
Posee el equipo elementos adicionales para su correcta operación y/o manipulación? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (Si la respuesta es negativa no responda este ítem)		
Describe las partes y/o elementos que requiere el equipo para su operación:		
<u>Elementos y/o partes móviles</u>	<u>Cantidad</u>	<u>N° de Inventario</u>
Conectores BNC	4	N/A
Llave de Software	2	N/A
Computador DTK.	1	CM 21010
Tarjeta de interfase GPIB-PCMCIA	1	N/A
Cable de conexión a la tarjeta	1	N/A

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA \ PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-01-C Ficha técnica de equipos.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 4


<u>Elementos de medición y control</u>		<u>Cantidad</u>	<u>Nº de Inventario</u>		
Celda de calibración ECI 12861		1	ELMEP013-1		
Software (Si señala esta casilla complete la siguiente información, de lo contrario pase al siguiente ítem)					
<input type="checkbox"/> Comercial <input checked="" type="checkbox"/> Ensayos					
Información del Software					
<u>Nombre del Software</u>	<u>Fecha de adquisición</u>	<u>Versión</u>	<u>Fabricante</u>	<u>Nº de Inventario</u>	<u>Medio de almacenamiento físico</u>
ZPLOT/ZVIEW	20/12/96	1.4	Scribner	CMMEP010	Diskette 3 1/2"
OMEGAPRO	20/12/96	2.0	CML	CMMEP011	Diskette 3 1/2"
Posee el software instrucciones, manuales y/o procedimientos adicionales?					<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
(Si la respuesta es afirmativa escriba la información requerida por la siguiente tabla)					
<u>Nombre del documento</u>	<u>Interno (Lab EQ)</u>	<u>Externo (Fabricante)</u>	<u>Código</u>	<u>Ubicación</u>	
OMEGAPRO: User Manual		X	DEM13	Estante MBMEP003.	
ZPlot for windows		X	DEM16	Estante MBMEP003.	
ZView for windows		X	DEM15	Estante MBMEP003.	
GPIB Getting Started with your PCMCIA GPIB and the NI-488.2 Software for windows.		X	DEM05	Estante MBMEP003.	
GPIB Using your NI-488.2 Software for DOS for Windows 3 and Windows 95.		X	DEM06	Estante MBMEP003.	
GPIB Getting started with your PCMCIA-BPIB and the NI-488.2 Software for DOS.		X	DEM07	Estante MBMEP003.	
GPIB Getting started with your Non Plug and Play GPIB hardware and Software for Windows 95.		X	DEM08	Estante MBMEP003.	
GPIB NI-488.2 User Manual for Windows		X	DEM09	Estante MBMEP003.	
GPIB NI-488.2 Function Reference Manual for DOS/Windows		X	DEM010	Estante MBMEP003.	
GPIB NI-488.2 User Manual for DOS.		X	DEM011	Estante MBMEP003.	
Instructivo para la operación del OMEGAPRO	X		MEER/I01/16-06	Estante MBMEP003.	
Instructivo para la operación del Zview	X		MEER/I02/16-06	Estante MBMEP003.	
Instructivo para la operación del ZPlot	X		MEER/I03/16-06	Estante MBMEP003.	

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA \ PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-01-C Ficha técnica de equipos.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 4

ALCANCE DE LA OPERACIÓN				
Describa de las principales actividades que realiza el equipo:				
<p>El SOLARTRON SI1280B, es usado para la realización de diferentes medidas electroquímicas de corriente directa tales como: Resistencia de Polarización Lineal, Pendientes Tafel, Curvas Potenciodinámicas, Polarización Potenciodinámica Cíclica y Voltametría Cíclica. También realiza pruebas de Corriente Alterna como la Espectroscopia de Impedancia Electroquímica. Las anteriores Pruebas se realizan con el fin de cuantificar velocidades de corrosión de un material metálico expuesto en un medio determinado, igualmente, aplica Para la caracterización desde el punto de vista de corrosión de los materiales, para evaluar el desempeño de recubrimientos etc. Este equipo es adecuado para su utilización en campo.</p>				
Describa de las restricciones de operación del equipo:				
<p>Este equipo no puede ser usado para realizar medidas electroquímicas que superen una densidad de corriente de 2 amperios. Es muy importante contar con una línea de alimentación muy bien aterrizada. NUNCA OPERE el equipo, o cualquier sensor conectado al equipo, en una atmósfera potencialmente explosiva.</p> <p>El equipo puede ser inseguro para operar si cualquiera de las siguientes declaraciones aplican:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El equipo muestra daños visibles. • El equipo ha fallado al realizar un intento de operación. • El equipo ha estado sujeto a almacenamiento prolongado bajo condiciones desfavorables. • El equipo ha sido sujeto a tensión física severa. 				
Describa si el equipo posee características especiales:				
Este equipo puede ser usado para realizar medidas en campo ya que se puede conectar a computadores portátiles. Incluso el equipo puede operar en diferentes grados de inclinación.				
Posee el equipo instrucciones, manuales y/o procedimientos adicionales? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (Si la respuesta es afirmativa escriba la información requerida por la siguiente tabla)				
Nombre del documento	Interno (Lab EQ)	Externo (Fabricante)	Código	Ubicación
SI1280 electrochemical Measurement Unit TECHNICAL MANUAL		X	DEM26	Estante MBMEP003
SI1280 electrochemical Measurement Unit MAINTENANCE MANUAL		X	DEM31	Estante MBMEP003
Operación de la Unidad de Medida Electroquímica Solartron SI 1280B	X		MEER/EQ/16-06	MEER - Estante MBMEP003
Calibración de equipos de medición electroquímica	X		MMC/EQ/17-06	MMC - Estante MBMEP003
Frecuencia de Mantenimiento Preventivo: Cada 4 meses (Interno).				
Frecuencia de Calibración: Anual (Interna. Ensayo según la norma ASTM G5).				
Frecuencia de Verificación: Diario (utilizando la celda de calibración, cada vez que el equipo sea utilizado).				

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA \ PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-01-C Ficha técnica de equipos.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 4

INSTALACIONES Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Ubicación del equipo: Laboratorio de Electroquímica, mesón 3.

Describe las condiciones necesarias para la operación del equipo:

<u>Parámetro</u>	<u>Necesidad</u>
Espacio para ubicar el equipo	(Alto X Ancho X Profundidad) 50 X 80 X 65 cm.
Área libre de vibraciones	Puede operar en áreas con vibraciones del orden de 5-16 hz.
Suministro eléctrico	90-100V, 108-132V, 198-242V, y 216-264V
Puesta a tierra	Es fundamental conectar a una toma con una buena puesta a tierra.
Suministro de agua	N/A

Describe las condiciones ambientales necesarias para la correcta operación del equipo:

<u>Parámetro</u>	<u>Necesidad</u>
Temperatura	De 10 a 50 grados centígrados.
Ventilación	Normal
Humedad	95% a 40 °C, sin condensación
Perturbaciones electromagnéticas	Cumple con la norma EN50081-1 y EN50082-1

El equipo opera en lugares fuera del control del laboratorio? SI NO
 (Si su respuesta es afirmativa responda la siguiente pregunta)

Describe las condiciones de operación a las que puede estar expuesto el equipo en los lugares fuera del control del laboratorio:


Temperaturas ambiente del orden de 38 grados y humedades muy altas. Es importante protegerlo de altos niveles de radiación solar.

OBSERVACIONES

FIRMAS RESPONSABLES

Realizado por: Natalia Rodríguez	Aprobado por: Luis Ferney Vesga
---	--

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA \ PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-01-C Ficha técnica de equipos.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 4


Consecutivo N° 002	Fecha: 25 / 09 / 2006
---------------------------	------------------------------

IDENTIDAD DEL EQUIPO	
Nombre: Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6	N° de inventario: ELMEP002
Fecha de adquisición: 31/01/1999	Orden de Compra: no disponible
Marca: ZAHNER ELEKTRIK	Modelo: IM6
Referencia / Serial: IM6 12174	Costo del equipo: 71'582.816
Proveedor: BIOANALYTICAL SYSTEM	Fabricante: ZAHNER ELEKTRIK GmbH & Co.KG
Tipo de equipo: <input checked="" type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/> Electrónico <input type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/> Neumático <input type="checkbox"/> Hidráulico <input checked="" type="checkbox"/> Otro Cuál? Medición.	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Describe las especificaciones técnicas del equipo de acuerdo a sus características particulares. (Si es un equipo para realizar ensayos especifique, si es posible, la sensibilidad, exactitud, precisión etc.)	
Conexiones de celda: 2, 3 o 4 terminales	POLARIZACION A.C.
Rango del resistor que mide corriente (0.01Ω a 1GΩ)	Forma de onda: senoidal
Rangos de corriente (10pA a 3 Amperios)	Rango de Frecuencia: 10μHz a 8MHZ
Resolución máxima de corriente: 1pA	Amplitud: 1mV a 1V
Límite de error 0.1% ± 0.05% del rango	Rango de Impedancia: 1mΩ a 1GΩ
CARACTERÍSTICAS D.C.	ESPECIFICACIONES GENERALES
Rango de Voltaje: ±12 Voltios	Voltaje de alimentación: 108-125V, 215-230v
Resolución máxima: 100μV	Frecuencia de alimentación: 50-60 Hz
Rango de Corriente: ±3, Amperios	Consumo: 200 Watios
Límite de error: 0.2%.	Temperatura de operación: 0 – 50 °C
Resolución máxima: 10pA	Humedad, sin condensación: 95% a 40°C.
Rata de rampa de barrido en DC: 10μV/s a 100V/s	Dimensiones: alto X ancho X largo = 140 X 437 X 457 mm
Conexiones de celda: 2, 3 o 4 terminales.	POLARIZACION A.C.

IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL EQUIPO		
Posee el equipo elementos adicionales para su correcta operación y/o manipulación? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (Si la respuesta es negativa no responda este ítem)		
Describe las partes y/o elementos que requiere el equipo para su operación:		
<u>Elementos y/o partes móviles</u>	<u>Cantidad</u>	<u>N° de Inventario</u>
Tarjeta de internase PC-TERM	1	N/A
Conector macho de 25 pines	1	N/A
Conectores BNC	4	N/A
Computador GATEWAY GPS-300	1	CICMEP003

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA \ PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-01-C Ficha técnica de equipos.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 4

<u>Elementos de medición y control</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Nº de Inventario</u>
Celda de calibración	1	ELMEP002-2
Probeta de Ruido Electroquímico	1	ELMEP002-1
Amplificadores de I y V	1	ELMEP002-3

Software (Si señala esta casilla complete la siguiente información, de lo contrario pase al siguiente ítem)

Comercial
 Ensayos

Información del Software


<u>Nombre del Software</u>	<u>Fecha de adquisición</u>	<u>Versión</u>	<u>Fabricante</u>	<u>Nº de Inventario</u>	<u>Medio de almacenamiento físico</u>
THALES	31/01/99	1.0	Zahner	CMEP012	Diskette 3 1/2"

Posee el software instrucciones, manuales y/o procedimientos adicionales? SI NO
 (Si la respuesta es afirmativa escriba la información requerida por la siguiente tabla)

<u>Nombre del documento</u>	<u>Interno (Lab EQ)</u>	<u>Externo (Fabricante)</u>	<u>Código</u>	<u>Ubicación</u>
THALES IM6 Owner's Manual Impedance Spectrum Analyser Universal Electrochemical Interfase		X	DEM32	Estante MBMEP003
BAS			DEM20	Estante MBMEP003
BAS Capacitance- Potencial (C/E) measurements		X	DEM17	Estante MBMEP003
BAS UTIL		X	DEM18	Estante MBMEP003
BAS CD		X	DEM19	Estante MBMEP003
THALES ECN Software Guide		X	DEM27	Estante MBMEP003
Instructivo para la operación del THALES	X		MEER/I01/16-05	Estante MBMEP003

ALCANCE DE LA OPERACIÓN
<p>Describe las principales actividades que realiza el equipo:</p> <p>La Estación de Trabajo Electroquímica IM6, es usada para la realización de diferentes medidas electroquímicas de corriente directa tales como: Resistencia de Polarización Lineal, Pendientes Tafel, Curvas Potenciodinámicas, Polarización Potenciodinámica Cíclica y Voltametría Cíclica. También realiza pruebas de Corriente Alterna como la Espectroscopia de Impedancia Electroquímica.</p> <p>Las anteriores pruebas se realizan con el fin de cuantificar velocidades de corrosión de un material expuesto en un medio determinado, igualmente, aplica para la caracterización desde el punto de vista de corrosión de los materiales, para evaluar el desempeño de recubrimientos etc.</p>

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA \ PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-01-C Ficha técnica de equipos.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 4

Describa las restricciones de operación del equipo:
Este equipo no puede ser usado para realizar medidas electroquímicas que superen una densidad de corriente de 3 amperios. Es muy importante contar con una línea de alimentación muy bien aterrizada. NUNCA OPERE el equipo, o cualquier sensor conectado al equipo, en una atmósfera potencialmente explosiva. El equipo puede ser inseguro para operar si cualquiera de las siguientes declaraciones aplican:

- El equipo muestra daños visibles.
- El equipo ha fallado al realizar un intento de operación.
- El equipo ha estado sujeto a almacenamiento prolongado bajo condiciones desfavorables.
- El equipo ha sido sujeto a tensión física severa.

Describa si el equipo posee características especiales:
Este equipo puede ser usado para realizar medidas en recubrimientos de alta impedancia (10^{11} ohmios), y posee un amplio rango de frecuencias de medición (10µHz hasta 8 MHz).


Posee el equipo instrucciones, manuales y/o procedimientos adicionales? SI NO
(Si la respuesta es afirmativa escriba la información requerida por la siguiente tabla)

Nombre del documento	Interno (Lab EQ)	Externo (Fabricante)	Código	Ubicación
Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6	X		MEER/EQ/16-05	MEER - Estante MBMEP003
Calibración de equipos de medición electroquímica	X		MMC/EQ/17-06	MMC - Estante MBMEP003

Frecuencia de Mantenimiento Preventivo: Cada 4 meses (Interno).
Frecuencia de Calibración: Anual (Interna. Ensayo según la norma ASTM G5).
Frecuencia de Verificación: Diario (utilizando la celda de calibración, cada vez que el equipo sea utilizado).

INSTALACIONES Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	
Ubicación del equipo: Laboratorio de Electroquímica, mesón 3.	
Describa las condiciones necesarias para la operación del equipo:	
Parámetro	Necesidad
Espacio para ubicar el equipo	(Alto X Ancho X Profundidad) 50 X 60 X 65 cm.
Área libre de vibraciones	Puede operar en áreas con vibraciones del orden de 5-16 hz.
Suministro eléctrico	90-100V, 108-132V, 198-242V, y 216-264V
Puesta a tierra	Es fundamental conectar a una toma con una buena puesta a tierra.
Suministro de agua	N/A

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA \ PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Formatos \16-01-C Ficha técnica de equipos.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
MEER/EQ/16-01-C	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 4

Describa las condiciones ambientales necesarias para la correcta operación del equipo:	
<u>Parámetro</u>	<u>Necesidad</u>
Temperatura	De 10 a 50 grados centígrados.
Ventilación	Normal
Humedad	95% a 40 °C, sin condensación
Perturbaciones electromagnéticas	Cumple con la norma EN50081-1 y EN50082-1
El equipo opera en lugares fuera del control del laboratorio? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <small>(Si su respuesta es afirmativa responda la siguiente pregunta)</small>	
Describa las condiciones de operación a las que puede estar expuesto el equipo en los lugares fuera del control del laboratorio: No Aplica.	

OBSERVACIONES

FIRMAS RESPONSABLES	
Realizado por: Natalia Rodríguez	Aprobado por: Luis Ferney Vesga

ANEXO 3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO INICIAL Y FINAL DEL LABORATORIO

A continuación se presenta la explicación de la tabla que se encuentra en la siguiente página:

- La primera columna contiene cada uno de los requisitos de la norma NTC-ISO-IEC 17025.
- La segunda columna, está dividida en 10 sub-columnas, donde cada una posee un número que representa el estado de cumplimiento del requisito por parte del laboratorio. El significado de estos números se encuentra explicado en la tabla de estado de cumplimiento de la Norma NTC-ISO-IEC 17025¹¹.

ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NTC-ISO-IEC 17025	
Nº	DESCRIPCIÓN
1	No existe ningún grado de desarrollo del requisito
2	Requisito definido informalmente pero no está documentado
3	Requisito documentado pero no implementado
4	Requisito en proceso de análisis de información y preparación de documentación
5	En proceso de Revisión
6	En proceso de Aprobación
7	En proceso de Difusión e Implementación
8	En proceso de Auditoría Interna
9	En proceso de Acciones Correctivas/Preventivas
10	Requisito cumplido

Fuente: Ing. HAROLD MIGUEL ALVARADO

En estas sub-columnas se registran las letras A y B de acuerdo con el estado de cumplimiento del requisito de la norma, teniendo en cuenta que A se refiere al diagnóstico del estado inicial (antes del S.G.C) y la B para el estado final (después de la implementación del S.G.C).

- La tercera columna indica los documentos de referencia que se necesita para que el requisito se cumpla en su totalidad y el estado de cumplimiento del requisito.

¹¹ Tabla y Metodología de Evaluación del Estado de Cumplimiento de la norma NTC-ISO-IEC 17025, proporcionada por el Ingeniero Industrial HAROLD MIGUEL ALVARADO.

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4. Requisitos de Gestión											
4.1 Organización y gestión											
4.1.1 El laboratorio o la organización de la cual forma parte debe ser legalmente responsable.								A		B	Representación Legal – Matrícula de Cámara de Comercio 05-501081-21 del 24/06/1997
4.1.2. y 4.1.3 El laboratorio debe estar organizado y debe operar de tal forma que cumpla todos los requisitos de la norma, sea que realice los trabajos en sus instalaciones permanentes asociadas o móviles.				A						B	Manual de Procedimientos
4.1.4 Si el laboratorio es parte de una organización que realiza actividades diferentes a ensayo y/o calibraciones, se deben definir las responsabilidades del personal clave de la organización que tenga relación o influencia sobre las actividades de ensayo y/o calibración del laboratorio para identificar potenciales conflictos de interés.				A						B	Manual de Calidad Manual de Responsabilidades
Cuando un laboratorio forma parte de una organización muy grande, las disposiciones organizativas deben ser tales que los departamentos que tienen conflictos de intereses, tales como la producción, mercadeo comercial o finanzas no deberían influenciar adversamente en el cumplimiento del laboratorio con los requisitos de este documento.				A						B	Manual de Calidad Manual de Responsabilidades
4.1.5 El laboratorio debe:											
a) Tener personal administrativo y técnico con la autoridad y recursos necesarios para ejecutar sus tareas e identificar la ocurrencia de las desviaciones del sistema de calidad o de los procedimientos para realizar ensayos y/o calibraciones y para iniciar acciones para prevenir o minimizar tales desviaciones (ver también 5.2)				A						B	Manual de Responsabilidades Manual de Calidad
b) Tener mecanismos para asegurar que su administración y personal estén libres de cualquier influencia comercial, financiera o de otra presión interna y externa que pueda afectar adversamente la calidad de su trabajo.				A						B	Manual de Calidad Formato de visitas Acta de confidencialidad
c) Tener políticas y procedimientos para asegurar la protección de la información confidencial y derechos de propiedad sus clientes, incluyendo procedimientos para proteger el almacenamiento electrónico y la transmisión de los resultados por medios electrónicos.				A						B	Manual de Procedimientos Administrativos
d) Tener políticas y procedimientos para evitar implicación en actividades que disminuirían la confianza en su competencia, imparcialidad, juicio/criterio o integridad operativa.				A						B	Manual de Calidad
e) Definir, con la ayuda de organigramas, la organización y la estructura administrativa del laboratorio, su lugar en cualquier organización relacionada, y las relaciones entre la administración, operaciones técnicas, servicios de apoyo y el sistema de calidad;				A						B	Manual de Responsabilidades
f) Especificar la responsabilidad, autoridad e interrelaciones de todo el personal que administra, dirige, realiza o verifica el trabajo que afecta a la calidad de los ensayos y/o calibraciones;				A						B	Manual de Responsabilidades
g) Proporcionar supervisión adecuada del personal que ensaya y calibra, incluyendo el personal en entrenamiento por personas familiarizadas con los métodos y procedimientos de ensayo y/o calibración, con el propósito de cada ensayo y / o calibración y con la evaluación de los resultados del ensayo o calibración;	A									B	Manual de Procedimientos Administrativos Manual de Procedimientos Técnicos
h) Tener una dirección técnica que tenga la responsabilidad total de las operaciones técnicas y la provisión de los recursos necesarios para asegurar la calidad requerida de las operaciones del laboratorio;				A						B	Manual de Responsabilidades
Nombrar un miembro del personal como gerente de calidad (o como se lo llame) que independientemente de otras tareas y responsabilidades, debe tener definida la responsabilidad y autoridad para asegurar que el sistema de calidad sea implementado y seguido en todo momento. El gerente de calidad debe tener acceso directo al más alto nivel de la administración en el cual se toman decisiones sobre la política o recursos del laboratorio.				A						B	Manual de Responsabilidades
j) Nombrar los suplentes para el personal administrativo clave tal como el gerente de calidad. (designar personal encargado para los cargos de dirección clave).	A									B	Manual de Responsabilidades
4.2 Sistema de Calidad											
4.2.1 El laboratorio debe establecer, implementar y mantener un sistema de calidad adecuado al	A									B	Manual de Calidad

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
alcance de sus actividades incluyendo el tipo, rango y volumen de las actividades de ensayo y/o calibración que realiza. La administración del laboratorio debe documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones con el alcance necesario para permitir al laboratorio asegurar la calidad de los resultados de sus ensayos y/o calibraciones. La documentación utilizada en este sistema de calidad debe ser comunicada, entendida, estar disponible e implementada por el personal apropiado.												Manual de Procedimientos Administrativos Manual de Responsabilidades Manual de Procedimientos Técnicos Manual de Proc. de operación de los equipos Manual de Mantenimiento y Calibración
4.2.2 El laboratorio debe definir y documentar las políticas y objetivos a ser alcanzados al implementar el sistema de calidad. La administración del laboratorio debe asegurar que esas políticas y objetivos estén documentados en el manual de calidad. Los objetivos globales deben ser establecidos en la declaración de la política de calidad en el manual de calidad enunciado el nivel de desempeño a ser obtenido y mantenido. La declaración de la política de calidad debe ser emitida con la autorización del gerente ejecutivo. Esta debe incluir, al menos, lo siguiente: El compromiso del director del laboratorio con las buenas prácticas profesionales y la calidad de los servicios de ensayo y calibración a sus clientes. La declaración de la alta dirección acerca del nivel de servicio del laboratorio. Una declaración de las intenciones de la administración del laboratorio con respecto al tipo del servicio que proveerá; El propósito del sistema de calidad; Un requisito para que todo el personal involucrado con las actividades de ensayo y calibración dentro del laboratorio se familiarice por sí mismo con la documentación de calidad e implemente las políticas y procedimientos en su trabajo; El compromiso de la administración del laboratorio en el cumplimiento con este documento.			A							B	Manual de Calidad Manual de Procedimientos Administrativos Manual de Responsabilidades	
4.2.3 El manual de calidad debe incluir o hacer referencia a los procedimientos de apoyo, incluyendo los procedimientos técnicos. Debe esquematizar la estructura de la documentación utilizada en el sistema de calidad. El manual de calidad debe mantenerse actualizado.	A										B	Manual de Calidad Formato de solicitud de actualización de documentos
4.2.4 El manual de calidad debe definir los roles y responsabilidades de la administración técnica y del gerente de calidad, incluyendo su responsabilidad para asegurar el cumplimiento de este documento.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos Manual de Responsabilidades
4.3 Control de la documentación												
4.3.1 Generalidades												
El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para controlar todos los documentos (generados internamente y de fuentes externas) que forman parte de su documentación de calidad. Esto incluye documentos de origen externo tales como reglamentos, normas otros documentos normativos, métodos de ensayo y/o calibración, así como dibujos/ diagramas, especificaciones, instrucciones y manuales.			A								B	Manual de Procedimientos Administrativos Formato de elaboración de documentos
4.3.2 Aprobación y edición de documentos												
4.3.2.1 Todos los documentos (incluyendo los procedimientos documentados) emitidos para el personal del laboratorio, como parte del sistema de calidad, deben ser revisados y aprobados para su uso por personal autorizado antes de su edición. Una lista maestra o un documento de control de procedimiento equivalente que identifique el estado de actualización de los documentos en el sistema de calidad, debe establecerse y debe estar fácilmente disponible para excluir el uso de los documentos inválidos y/u obsoletos	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos Listado maestro de documentos
4.3.2.2 El (los) procedimiento (s) adoptados también debe (n) asegurar que: a) Las ediciones autorizadas de los documentos apropiados están disponibles en todos los locales donde se ejecutan operaciones esenciales para el funcionamiento efectivo del laboratorio; b) Los documentos son periódicamente revisados y, cuando sea necesario, actualizados para asegurar la continua conveniencia y cumplimiento de los requisitos aplicables; c) Los documentos anulados/ sin validez u obsoletos se retiran rápidamente de todos los puntos de emisión o uso, o cualquier otra medida que asegure contra el uso imprevisto;	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
d) Los documentos obsoletos que son retenidos para propósitos legales o para conservación del conocimiento, están debidamente marcados.												
4.3.2.3 Los documentos del sistema de calidad generados por el laboratorio deben tener una identificación única. Esa identificación debe incluir la fecha de emisión y/o identificación de la actualización, el número total de páginas o una marca que indique el final del documento y la autorización para emitirlo/ expedirlo.			A								B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.3.3 Cambios en la documentación												
4.3.3.1 Los cambios en los documentos deben ser revisados y aprobados por el responsable que realizó la revisión original, a menos que se decida específicamente otra cosa. El personal designado debe tener acceso a la información pertinente de soporte donde se fundamenta su revisión y aprobación.			A								B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.3.3.2 Cuando sea factible, la naturaleza del cambio debe ser identificada en el documento o en los anexos correspondientes.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.3.3.3 Si el sistema de control de la documentación del laboratorio permite enmendar manualmente documentos, quedando pendiente la reedición de los documentos, los procedimientos y las autorizaciones para tales correcciones deben ser definidas. Las correcciones deben estar claramente marcadas, firmadas y fechadas. Un documento revisado debe ser formalmente reeditado tan pronto sea factible.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.3.3.4 Deben establecerse procedimientos para describir cómo se realizan y controlan los cambios en los documentos que se mantienen en sistemas computarizados.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.4 Revisión de una solicitud, oferta o contrato												
4.4.1 El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para revisar las solicitudes, ofertas o contratos. Las políticas y procedimientos para la revisión de cada contrato, solicitud u oferta que conducen a un contrato para ensayo y/o calibración deben asegurar que: a) Los requisitos, incluyendo los métodos a ser utilizados, estén adecuadamente definidos, documentados y comprendidos (ver 5.42); b) El laboratorio tenga la capacidad y los recursos para cumplir los requisitos; c) Se seleccione el método apropiado para el ensayo y/o calibración y sea capaz de alcanzar los requisitos del cliente. Cualquier diferencia entre la solicitud u oferta y el contrato deben ser resueltas antes de empezar cualquier trabajo. Cada contrato debe ser aceptado tanto por el laboratorio como por el cliente.			A								B	Políticas definidas en el Manual de Calidad
4.4.2 Los registros de tales revisiones, incluyendo cualquier cambio significativo, deben mantenerse. También en deben mantenerse los registros de las discusiones pertinentes con los clientes en lo relativo a sus requisitos o a los resultados del trabajo durante el periodo de ejecución del contrato.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.4.3 La revisión debe incluir también cualquier trabajo subcontratado por el laboratorio.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.4.4 Se debe informar al cliente de cualquier desviación del contrato.					A						B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.4.5 Si un contrato necesita ser corregido después de que se ha iniciado el trabajo, se debe repetir el mismo proceso de revisión de contrato y comunicar todas las correcciones a todo el personal afectado.			A								B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.5 Subcontratación de ensayos y calibraciones												
4.5.1 Cuando un laboratorio tiene que subcontratar trabajos (por ejemplo a causa de circunstancias imprevistas, carga alta de trabajo, contratos grandes o contratos que requieren experiencia técnica extraordinaria) esto puede ser delegado a un subcontratista competente.				A							B	Manual de Procedimientos Administrativos
El laboratorio debe asegurar y ser capaz de demostrar que su subcontratista es competente para ejecutar las actividades en cuestión y que cumple con los requisitos de éste documento para ser subcontratado.			A								B	Manual de Procedimientos Administrativos Registro de subcontrataciones Formato de evaluación de subcontratistas
4.5.2 El laboratorio debe anunciar y solicitar la aprobación del cliente, preferentemente por				A							B	Manual de Calidad

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
escrito, cuando el laboratorio se proponga subcontratar otro laboratorio de ensayos y/o calibraciones específicas, o una parte de ensayo y/o calibración.												Manual de Procedimientos Administrativos
4.5.3 El laboratorio es siempre responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista.				A							B	Manual de Calidad
4.5.4 El laboratorio debe mantener un registro de todos los subcontratistas que utiliza para ensayos y/o calibraciones y un registro de evaluaciones que ha realizado de ellos y de todos los ensayos y/o calibraciones subcontratadas.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos Registro de subcontrataciones Formato de evaluación de subcontratistas
4.6 Adquisición/ Compra de servicios y suministros												
4.6.1 El laboratorio debe tener políticas y procedimientos para la selección y adquisición de servicios y suministros que utiliza que afectan la calidad de los ensayos y/o calibraciones. Deben existir procedimientos para la adquisición, recepción y almacenamiento de los materiales consumibles pertinentes a los ensayos y calibraciones.	A										B	Manual de Calidad Manual de Procedimientos Administrativos
4.6.2 El laboratorio debe utilizar únicamente aquellos servicios y suministros que sean de calidad adecuada para sustentar la confianza en los resultados de los ensayos y/o calibraciones. Los servicios y suministros utilizados deben cumplir con los requisitos especificados. Se deben mantener registros de las acciones tomadas para verificar el cumplimiento.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos Registro de órdenes de compra Registro o listado de proveedores Formato de evaluación de proveedores
4.6.3 Los documentos de compra, de los ítems que afectan a la calidad de los resultados del laboratorio, deben contener datos que describan el producto ordenado. El contenido técnico de estos documentos de compra deben ser revisado y aprobado previo a su liberación.				A							B	Manual de Calidad Manual de Procedimientos Administrativos Manual de responsabilidades Registro de órdenes de compra
El laboratorio debe asegurar que el equipo adquirido y los materiales consumibles que afectan la calidad no sean utilizados hasta tanto hayan sido inspeccionados o verificados de otra forma para cumplir con las especificaciones normalizadas o requisitos definidos en los métodos para los ensayos y/o calibraciones concernientes.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.6.4 El laboratorio debe evaluar a los proveedores de servicios críticos los cuales afectan la calidad de los ensayos, mantener registros de estas evaluaciones y hacer una lista de aquellos comprobados.		A									B	Manual de Proc. Administrativos
4.7 Servicios al cliente												
4.7.1 El laboratorio debe proporcionar a sus clientes o a sus representantes la colaboración para facilitar el esclarecimiento de los requisitos de los clientes y para monitorear el desempeño del laboratorio en relación con el trabajo realizado.				A							B	Manual de Calidad Manual de Procedimientos Administrativos Formato para la recepción de visitas
4.8 Reclamos												
El laboratorio debe tener una política y procedimiento para la solución de reclamos recibidos por los clientes o de otros interesados. Deben mantenerse registros de todos los reclamos y de las investigaciones y acciones correctivas tomadas por el laboratorio (ver también 4.10).	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos Formato de quejas y reclamos
4.9 Control de trabajos de ensayos y/o calibraciones no conformes												
4.9.1 El laboratorio debe tener una política y procedimientos que deben ser implementados cuando se establezca que algún aspecto de su trabajo de ensayo y/o calibración, o los resultados de su trabajo, no están conforme con sus procedimientos o los requisitos acordados con el cliente. La política y los procedimientos deben asegurar que: a) Se designen las responsabilidades y autoridades para la gestión del trabajo no conforme, se definan y se ejecuten las acciones (que incluyen, cuando sea necesario, la paralización del trabajo y la retención de los informes de ensayo y certificados de calibración) cuando se identifique el trabajo no conforme; b) Se realice una evaluación del grado de importancia del trabajo no conforme; c) Se tomen acciones correctivas inmediatamente, en conjunto con alguna decisión sobre la aceptación del trabajo no conforme; d) Cuando sea necesario, los resultados del trabajo no conforme ya emitidos al cliente sean	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
recuperados (se notifique al cliente). e) Se defina la responsabilidad para autorizar la reanudación del trabajo.												
4.9.2 Cuando la evaluación indica que el trabajo no conforme puede repetirse o que existe duda sobre el cumplimiento de las operaciones del laboratorio con sus propias políticas y procedimientos, los procedimientos de las acciones correctivas dadas en 4.10 deben seguirse inmediatamente para identificar la(s) causa(s) fundamental(es) del problema y eliminar esta(s) causa(s).	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos
4.10 Acción Correctiva												
4.10.1 Generalidades El laboratorio debe establecer una política y procedimientos y debe designar autoridades apropiadas para implementar una acción correctiva cuando se identifique un trabajo no conforme o desviaciones de las políticas y procedimientos en el sistema de calidad o en las operaciones técnicas. El laboratorio debe documentar e implementar cualquier cambio requerido a los procedimientos operaciones que resulten de las investigaciones de las acciones correctivas.	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos.
4.10.2 Análisis de causa El procedimiento de las acciones correctivas debe comenzar con una investigación para determinar la(s) causa(s) esencial(es) del problema.	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos.
4.10.3 Acciones correctivas Habiendo identificado la(s) causa(s), el laboratorio debe identificar las acciones correctivas potenciales. El laboratorio debe seleccionar e implementar la(s) acción(es) más indicada(s) para eliminar el problema y prevenir que vuelva a ocurrir. Cualquier acción correctiva tomada para eliminar la(s) causa(s) de las no conformidades u otras desviaciones debe estar en el nivel apropiado a la magnitud del problema y en proporción con los riesgos encontrados. El laboratorio debe documentar e implementar cualquier cambio requerido resultante de investigaciones de la acción correctiva.	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos
4.10.4 Monitoreo/ seguimiento de las acciones correctivas Después de haber implementado la(s) acción(es) correctiva(s), el laboratorio debe monitorear los resultados para asegurar que las acciones tomadas hayan sido efectivas para solucionar los problemas originalmente identificados.				A						B		Manual de Procedimientos Administrativos
4.10.5 Auditorías especiales Cuando la identificación de las no conformidades o de las desviaciones conduzca a dudas sobre el cumplimiento del laboratorio con sus propias políticas y procedimientos o con el cumplimiento de este documento, el laboratorio debe asegurar que las áreas apropiadas de actividad sean rápidamente auditadas de acuerdo con 4.13.	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos
4.11 Acción preventiva												
4.11.1 Se deben identificar las oportunidades para la necesidad de mejoramiento y las fuentes potenciales de no conformidades, ya sean de orden técnico o con el sistema de calidad. Si se requiere de una acción, se debe desarrollar, implementar y monitorear planes de acción para reducir la probabilidad de que ocurran no conformidades y para tomar ventaja de las oportunidades de mejora.	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos Manual de Procedimientos Técnicos
4.11.2 Los procedimientos para las acciones preventivas deben incluir la iniciación de tales acciones y la aplicación de controles para asegurar que ellas sean efectivas.	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos Manual de Procedimientos Técnicos
4.12 Control de Registros												
4.12.1 Generalidades												
4.12.1.1 El laboratorio debe establecer mantener procedimientos para la identificación, recolección, indexación, acceso, almacenamiento, mantenimiento y eliminación de registros técnicos y de calidad. Los registros de calidad deben incluir informes de auditorías internas y revisiones por la dirección, así como los registros de acciones preventivas y correctivas.	A									B		Manual de Procedimientos Administrativos

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
4.12.1.2 Todos los registros deben ser legibles y deben ser almacenados y conservados en forma tal que sean fácilmente recuperables, en instalaciones que provean un ambiente adecuado para prevenir daños o deterioro y pérdida. Se debe establecer los tiempos de conservación de los registros.				A							B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.12.1.3 Todos los registros deben ser guardados con seguridad y confiabilidad/ confidencialidad.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.12.1.4 El laboratorio debe tener procedimientos para proteger y recuperar continuamente los datos mantenidos en computadoras y para prevenir acceso o modificación no autorizada de los datos en las computadoras.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.12.2 Registros técnicos												
4.12.2.1 El laboratorio debe conservar las observaciones originales, datos derivados y suficiente información para establecer un rastro para la auditoría, registros de calibraciones, registros del personal y una copia de cada informe de ensayo o certificado de calibración emitido, por un periodo definido. Los registros para cada ensayo o calibración deben contener suficiente información para facilitar, si es posible, la identificación de los factores que afectan la incertidumbre y que permitan que el ensayo o calibración sea repetido bajo condiciones lo más cercanas posibles a las originales. Los registros deben incluir la identidad del personal responsable del muestreo, ejecución de cada ensayo y/o calibración y verificación de los resultados.				A							B	Manual de Procedimientos Administrativos Carpetas de registro
4.12.2.2 Las observaciones, datos y cálculos deben ser clara y permanentemente registrados e identificables al trabajo específico en el momento en que se están ejecutando.	A										B	
4.12.2.3 Cuando se comenten errores en los registros, cada error debe ser tachado, sin borrar ni deteriorar su legibilidad, e ingresar el valor corregido al costado. Todas las alteraciones a los registros deben ser firmadas por la persona que realiza la corrección. En el caso de datos recolectados en computadora, se deben tomar medidas similares para evitar pérdida o cambio de los datos originales.	A										B	Carpetas de registros
4.13 Auditorías internas												
4.13.1 El laboratorio debe periódicamente y de acuerdo con una programación y procedimientos predeterminados, conducir auditorías internas de sus actividades para verificar que sus operaciones continúan cumpliendo con los requisitos del sistema de calidad y con este documento. El programa de la auditoría interna debe estar orientado a todos los elementos del sistema de calidad, incluyendo las actividades de ensayo y/o calibración. Es responsabilidad del director de calidad planificar y organizar las auditorías tal como lo requieran la programación y los requisitos de la dirección. Estas auditorías deben ser conducidas por personal entrenado y calificado, quienes son, en la medida que los recursos lo permitan, independientemente de la actividad auditada. El personal no auditará sus propias actividades, excepto cuando se pueda demostrar la efectividad de la auditoría ha realizar (ver también 4.10.5)	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.13.2 Cuando los hallazgos de la auditoría conduzcan a dudas sobre la efectividad de las operaciones o sobre la exactitud o validez de los resultados de ensayos o calibraciones del laboratorio, éste debe tomar acciones correctivas y notificar, por escrito, a sus clientes si las investigaciones demuestran que los resultados del laboratorio pueden haber sido afectados.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos
4.13.3 El área de actividad auditada, los hallazgos y acciones correctivas que surjan de estos deben registrarse. La dirección del laboratorio debe asegurar que estas acciones sean ejecutadas dentro de un periodo adecuado y acordado.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos Formato y registro de auditorías
4.13.4 Las actividades de auditoría complementaria deben verificar y registrar la implementación y eficacia de las acciones correctivas emprendidas.	A										B	Formato de no conformidades, causas, acciones correctivas y preventivas
4.14 Revisiones por la dirección												
4.14.1 La dirección del laboratorio con responsabilidad ejecutiva debe, periódicamente y de	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
acuerdo con una programación y procedimientos determinados, conducir una revisión del sistema de calidad, del laboratorio y de las actividades de ensayo y/o calibración para asegurar su continua disposición y efectividad e introducir cualquier cambio o mejora necesaria. La revisión debe tomar en cuenta la adaptabilidad de las políticas y procedimientos, los informes del personal que dirige y supervisa, los resultados de las comparaciones interlaboratorios o ensayos de aptitud y auditorías internas recientes, cualquier cambio en el volumen y tipo de trabajo realizado, retroalimentación de los clientes, incluyendo quejas y otros factores importantes, tales como facilidades para el control de calidad, recursos y entrenamiento del personal.												
4.14.2 Los hallazgos de la revisión por la dirección y las acciones que surjan de estas deben registrarse. La dirección debe asegurar que aquellas acciones sean ejecutadas dentro de un periodo de tiempo apropiado y acordado.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos Formato de compromiso de la Dirección
5. Requisitos Técnicos												
5.1 Generalidades												
5.1.1 Muchos factores determinan la exactitud y confiabilidad de los ensayos y/o calibraciones realizados por un laboratorio. Estos factores incluyen la contribución desde: Factores humanos (5.2) Local y condiciones ambientales (5.3), Métodos de ensayo y/o calibración y validación de métodos (5.4), Equipos (5.5) Trazabilidad de las mediciones (5.6) Muestreo (5.7) Manipulación de los objetos a ensayar y calibrar (5.8)	A										B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.1.2 En la medida en que los factores contribuyan a la incertidumbre total de la medición, difiere considerablemente entre (tipos de) ensayo y entre (tipos de) calibraciones. El laboratorio debe tomar en cuenta estos factores al desarrollar los métodos y procedimientos de ensayo y calibración, en el entrenamiento y calificación del personal y en la selección y calibración del equipo que utiliza.	A										B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.2 Personal												
5.2.1 La dirección del laboratorio debe asegurar la competencia de todos los que manejan equipos específicos, que realizan ensayos y/o calibraciones, evalúan los resultados y firman los informes de ensayo y certificados de calibración. Se debe proveer de la supervisión adecuada cuando se emplea personal que está en entrenamiento. El personal que realice tareas específicas debe, si se requiere, ser calificado sobre la base de una apropiada educación, entrenamiento, experiencia y/o habilidad demostrada.				A							B	Manual de Calidad Manual de Responsabilidades Hojas de vida Plan de entrenamiento de nuevo personal
5.2.2 La dirección del laboratorio debe formular las metas con respecto a la educación y las habilidades del personal del laboratorio. El laboratorio debe tener una política y procedimientos para identificar las necesidades de entrenamiento y para proveer de entrenamiento al personal. El programa de entrenamiento debe ser pertinente a las tareas actuales y anticipadas del laboratorio.	A										B	Manual de Responsabilidades
5.2.3 El laboratorio debe utilizar personal empleado permanentemente, o bajo contrato del laboratorio. Cuando se utilice personal de apoyo clave y técnico adicional y contratado, el laboratorio debe asegurar que este personal sea supervisado y sea competente y que trabaje de acuerdo con el sistema de calidad del laboratorio.					A						B	Manual de Calidad Manual de Responsabilidades Contratos de trabajo Compromiso de los miembros del laboratorio Con el sistema de calidad
5.2.4 El laboratorio debe mantener descripciones del trabajo actualizadas del personal administrativo, técnico y de apoyo clave involucrado en los ensayos y/o calibraciones.			A								B	Manual de Responsabilidades Manual de Procedimientos Administrativos
5.2.5 La dirección debe autorizar personal específico para realizar muestreos de tipo particular, ensayos y/o calibraciones, emitir informes de ensayos y certificados de calibración, dar opiniones	A										B	Manual de Responsabilidades

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
e interpretaciones y para operar equipos de tipo particular. El laboratorio debe mantener registros de la competencia, calificación educacional y profesional, entrenamiento, habilidades y experiencia pertinente de todo el personal técnico, incluido el personal contratado. Esta información debe estar fácilmente disponible y debe incluir la fecha en la cual se confirmó la autorización y/o la competencia y los criterios sobre los cuales se basó la autorización y la autoridad para confirmar.												Hojas de Vida
5.3 Instalaciones y condiciones ambientales												
5.3.1 Las instalaciones del laboratorio para el ensayo y/o calibración, incluyendo pero sin limitarse a las fuentes de energía, iluminación y condiciones ambientales, deben ser de tal forma que faciliten el correcto desempeño de los ensayos y/o calibraciones. El laboratorio debe asegurar que el ambiente no invalide los resultados o afecte negativamente la calidad requerida de cualquier medición. Se debe prestar particular cuidado cuando se realizan muestreos, ensayos y/o calibraciones en sitios diferentes a los locales permanentes del laboratorio. Se deben documentar los requisitos técnicos para instalaciones y condiciones ambientales que pueden afectar los resultados de los ensayos y calibraciones.	A									B		Manual de Procedimientos Técnicos
5.3.2 El laboratorio debe monitorear, controlar y registrar las condiciones ambientales según lo requieran las especificaciones relevantes o cuando aquellas puedan influir sobre la calidad de los resultados. Debe ponerse atención, por ejemplo a las esterilización biológica, polvo, interferencia electromagnética, radiación, humedad, suministro eléctrico, temperatura y a los niveles de sonido y vibración, sean adecuadas según las actividades técnicas correspondientes. Las calibraciones y ensayos se deben interrumpir cuando las condiciones ambientales puedan poner en riesgo los resultados de los ensayos y/o calibraciones.	A									B		Formato de reporte de resultados de ensayo Formato de reporte de calibración Manual de Procedimientos Técnicos
5.3.3 Debe existir una separación efectiva entre las áreas circundantes en las cuales existen actividades incompatibles. Se deben tomar precauciones para prevenir contaminaciones cruzadas.	A									B		Manual de Seguridad
5.3.4 Se debe controlar el acceso y el uso de las áreas que afectan la calidad de los ensayos y/o calibraciones.				A						B		Manual de Calidad
5.3.5 Se deben tomar medidas para asegurar una buena limpieza del laboratorio. Cuando sea necesario se deben preparar procedimientos especiales.				A						B		Manual de Calidad Manual de Seguridad
5.4 Métodos de ensayo y calibración, incluyendo el muestreo												
5.4.1 Generalidades El laboratorio debe utilizar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos y/o calibraciones dentro de su alcance, incluyendo muestreo, manipulación, transporte, almacenamiento y preparación de los objetos a ensayar y/o calibrar, y, cuando sea apropiado, una estimación de la incertidumbre de la medición así como las técnicas estadísticas para análisis de los datos de ensayo y/o calibración. El laboratorio debe tener instrucciones sobre el uso y operaciones de todo el equipo pertinente, y sobre la manipulación y preparación de los objetos para el ensayo y/o calibración, o ambos, cuando la ausencia de tales instrucciones pudiera poner en riesgo los resultados de los ensayos y/o calibraciones. Se debe mantener actualizados y estar fácilmente disponibles para el personal todas las instrucciones, normas, manuales y datos de referencia pertinentes para el trabajo del laboratorio. Solo debe ocurrir desviación de los métodos de ensayo y calibración si dicha desviación se ha documentado, justificado técnicamente, autorizado y ha sido aceptada por el cliente.	A									B		Manual de Procedimientos Técnicos Instructivos de trabajo Formato de reporte de resultados de ensayo Formato de reporte de resultados de calibración Manual de Procedimientos de operación de los equipos Manuales de operación de los equipos (Fabricantes)
5.4.2 Selección de los métodos El laboratorio debe utilizar métodos de ensayo y/o calibración, incluyendo métodos para el muestreo, que satisfagan las necesidades del cliente y que sean apropiados para los ensayos y/o calibraciones que el laboratorio realiza. Preferiblemente aquellos publicados como normas		A								B		Manual de Procedimientos Técnicos Documentos que certifiquen la validación de las pruebas

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
internacionales, regionales o nacionales. El laboratorio debe asegurar que utiliza la última edición de las normas a menos que no sea apropiado o imposible de hacerlo así. Cuando sea necesario, las normas deben completarse con detalles adicionales para asegura su aplicación consistente. Cuando el cliente no especifique el método a ser utilizado, el laboratorio debe seleccionar los métodos apropiados que hayan sido publicados, ya sea en normas internacionales, regionales o nacionales, o por organizaciones técnicas reconocidas , o en textos o revistas científicas pertinentes, o como sea especificado por el fabricante. También se pueden emplear los métodos desarrollados en el laboratorio o los adoptados por él, si resultan apropiados para el uso propuesto y están validados. El cliente debe ser informado acerca del método seleccionado. El laboratorio debe confirmar que puede aplicar correctamente los métodos normalizados antes de sugerir los ensayos o calibraciones. Si el método normalizado cambia, se debe repetir la confirmación. El laboratorio debe informar al cliente cuando el método propuesto por el cliente se considere <u>inapropiado/ inadecuado o desactualizado.</u>											
5.4.3 Métodos desarrollados por el laboratorio La introducción de métodos de ensayo y calibración desarrollados por el laboratorio para su propio uso debe ser una actividad planificada y asignada a personal calificado equipado con recursos necesarios. Los planes deben ser actualizados como procedimientos desarrollados y deben asegurar comunicación efectiva entre todo el personal involucrado.	A										B
5.4.4 Métodos no-normalizados Cuando sea necesario emplear métodos que no están cubiertos por métodos normalizados, estos deben haber sido validados apropiadamente antes de su utilización y deben estar sujetos a acuerdos con el cliente incluyendo una especificación clara de los requisitos del cliente y el propósito del ensayo y/ o calibración.	A										B
5.4.5 Validación de los métodos											
5.4.5.1 La validación es la confirmación mediante examen y la provisión de evidencia efectiva de que los requisitos particulares para un uso propuesto específico se han cumplido.	A										B
											<ul style="list-style-type: none"> ▪ ASTM G1-03 "STANDARD PRACTICE FOR PREPARING, CLEANING, AND EVALUATING CORROSION TEST SPECIMENS" ▪ ASTM G3-89(2004) "STANDARD PRACTICE FOR CONVENTIONS APPLICABLE TO ELECTROCHEMICAL MEASUREMENTS IN CORROSION TESTING" ▪ ASTM G5-94(2004) "STANDARD REFERENCE TEST METHOD FOR MAKING POTENTIOSTATIC AND POTENTIALDYNAMIC ANODIC POLARIZATION MEASUREMENTS" ▪ ASTM G59-97(2003) "STANDARD PRACTICE FOR CONDUCTING POTENTIODYNAMIC POLARIZATION RESISTANCE MEASUREMENTS" ▪ ASTM G61-86(2003) "STANDARD TEST METHOD FOR CONDUCTING CYCLIC POTENTIODYNAMIC POLARIZATION MEASUREMENTS FOR LOCALIZED CORROSION SUSCEPTIBILITY OF IRON-, NICKEL-, OR COBALT-BASES ALLOYS" ▪ ASTM G106-89(2004) "STANDARD PRACTICE FOR VERIFICATION OF ALGORITHM AND EQUIPMENT FOR ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE MEASUREMENTS " ▪ ASTM G111-97(2006) "STANDARD GUIDE FOR CORROSION TEST IN HIGH TEMPERATURE OR HIGH

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											PRESSURE ENVIRONMENT, OR BOTH “
5.4.5.2 El laboratorio debe validar los métodos no normalizados, los métodos diseñados o desarrollados por el laboratorio, los métodos normalizados utilizados fuera de su rango propuesto y las ampliaciones de los métodos normalizados para confirmar que los métodos son aptos para el uso propuesto. La validación debe ser tan extensiva como sea necesaria para satisfacer las necesidades en la aplicación o en el campo de aplicación dado. El laboratorio debe registrar los resultados obtenidos, el procedimiento empleado para la validación y una declaración de que si el método es apto para el uso propuesto.	N	O		A	P	L	I	C	A		NO APLICA
5.4.5.3 El rango de exactitud y los valores obtenibles por los métodos validados (por ejemplo, la incertidumbre de los resultados, límite de detención, selectividad del método, linealidad, límite de repetibilidad y/o reproducibilidad, resistencia frente a influencias externas y/o sensibilidad cruzada frente a interferencias contra la matriz de la muestra / objeto para ensayo) como sean evaluados para el uso propuesto deben ser pertinentes a las necesidades del cliente.	N	O		A	P	L	I	C	A		NO APLICA
5.4.6 Cálculo de la incertidumbre de medición											Manual de Procedimientos Técnicos
5.4.6.1 Un laboratorio de calibración o de ensayo que realiza sus propias calibraciones debe tener procedimientos para calcular su mejor capacidad de medición (incertidumbre). Estos cálculos deben estar disponibles para rangos especificados y para todas las cantidades / mediciones en su alcance.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos Formatos de registro de ensayos y de calibraciones
Un laboratorio de calibración, o un laboratorio de ensayos que realiza sus propias calibraciones, debe tener un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones y para todo tipo de calibraciones.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.4.6.2 Los laboratorios de ensayos también deben tener y aplicar procedimientos para estimar incertidumbres de la medición, excepto cuando los métodos impidan tales cálculos rigurosos. En ciertos casos no es posible realizar estimaciones de la incertidumbre de la medición válidas metrológicas y técnicamente. En estos casos el laboratorio debe al menor intentar identificar todos los componentes de la incertidumbre y hacer la mejor estimación posible y, asegurar que la forma de informar no de una impresión exagerada de la exactitud.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.4.6.3 Al estimar la incertidumbre de la medición, se debe tomar en cuenta todos los componentes de la incertidumbre que sean importantes en una situación dada, utilizando métodos de análisis aceptados.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.4.7 Control de los datos											
5.4.7.1 Los cálculos y la transferencia de datos deben estar sujetos a controles apropiados en una forma sistemática.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.4.7.2 Cuando se utilicen computadoras o equipo automatizado para la captura, procesamiento, registro, reporte, almacenamiento o recuperación de datos de ensayo o calibración, el laboratorio debe asegurar que: a) El software de la computadora desarrollado por el usuario esté documentado con suficiente detalle y sea validado en forma adecuada lo mismo que sea adecuado para su uso. b) Los procedimientos estén establecidos e implementados para proteger la integridad de los datos; tales procedimientos deben incluir, pero no limitarse a la integridad y confidencialidad del ingreso o recolección, almacenamiento, transmisión y procesamiento de datos. c) Las computadoras y el equipo automatizado reciban mantenimiento para asegurar funcionamiento adecuado y esté provisto de las condiciones ambientales y operativas necesarias para mantener la integridad de los datos de ensayo o calibración.	A									B	Manual de Operación de los Equipos Manual de Procedimientos Técnicos Manual de Mantenimiento y Calibración Documentación del Software (Manuales, Folletos etc) Formato de registro de equipos
5.5 Equipos											
5.5.1 El laboratorio debe estar equipado con todos los elementos para el muestreo, equipo para medición y ensayos requeridos para la correcta ejecución de los ensayos y/o calibraciones (incluyendo muestreo, preparación de los objetos a ensayar y/o calibrar, procesamiento y análisis de los datos de ensayo y/o calibración). En aquellos casos que el laboratorio necesite utilizar equipo fuera de su control permanente, éste debe asegurar que los requisitos de este documento					A					B	Documentos de Inventario de equipos

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
se cumplen (ver 4.6)												
5.5.2 El equipo y el software utilizado para el ensayo, calibración y muestreo deben ser capaces de alcanzar la exactitud requerida y cumplir con las especificaciones pertinentes a los ensayos y/o calibraciones concernientes. Se deben establecer programas de calibración para las cantidades o valores claves de los instrumentos cuando estas propiedades tengan un efecto significativo sobre los resultados. Cuando se reciba el equipo, incluyendo el utilizado para el muestreo, debe ser revisado para establecer que cumple con los requisitos de las especificaciones del laboratorio, con las especificaciones de normas pertinentes y debe ser verificado y/o calibrado de acuerdo con la cláusula 5.6 antes de su uso.	A										B	Manual de Mantenimiento y Calibración
5.5.3 El equipo debe ser operado por personal competente y autorizado. Las instrucciones actualizadas sobre el uso y mantenimiento del equipo (incluyendo cualquier manual pertinente proporcionado por el fabricante del equipo) deben estar siempre fácilmente disponibles para ser utilizados por el personal apropiado del laboratorio.	A										B	Plan de entrenamiento del personal nuevo del laboratorio Hojas de vida del personal del laboratorio Manual de Operación de los equipos Documentación del Software y equipos (Manuales, Folletos) proporcionados por el fabricante
5.5.4 Cada elemento del equipo utilizado para el ensayo y calibración y significativo para los resultados debe, cuando resulte apropiado, ser identificado de forma única.			A								B	Documentos del inventario del laboratorio
5.5.5 Se deben mantener registros de cada elemento del equipo significativo para los ensayos y/o calibraciones realizadas. Los registros deben incluir al menos lo siguiente: a) Identificación del elemento del equipo; b) Nombre del fabricante, identificación del tipo y número de serie u otra identificación única. c) Controles de que el equipo cumple con las especificaciones (ver 5.5.2) d) Ubicación habitual, cuando sea apropiado; e) Instrucciones del fabricante cuando sea apropiado o referencia de su ubicación; f) Fechas, resultados y copias de los informes y certificados de todas las calibraciones, ajustes, criterios de aceptación y la fecha fijada para la próxima calibración; g) Mantenimiento realizado hasta la fecha y el plan de mantenimiento; h) Daños, mal funcionamiento, modificaciones o reparaciones del equipo.	A										B	Manual de Operación de Equipos Formato de Registro de Equipos
5.5.6 El laboratorio debe tener procedimientos y tener establecido un plan para la manipulación, manejo, transporte, almacenamiento seguro, uso y mantenimiento del equipo para asegurar el funcionamiento correcto y para prevenir la contaminación o el deterioro.	A										B	Manual de Operación de Equipos Manual de Mantenimiento y Calibración Formato de registro de los equipos Manual de Seguridad del Laboratorio
Se deben establecer procedimientos para el mantenimiento.	A										B	Manual de Operación de Equipos Manual de Mantenimiento y Calibración
5.5.7 El equipo que haya sido sometido a sobrecargas o a manejo inadecuado, o que genere resultados sospechosos, o que haya mostrado estar defectuoso o fuera de los límites especificados, debe ser retirado de servicio, identificado o marcado claramente y almacenado apropiadamente hasta que sea reparado y demuestre por calibración o ensayo que funciona correctamente. El laboratorio debe examinar el efecto de estos defectos o desviaciones sobre ensayos y/o calibraciones previas y debe iniciar el procedimiento de "control de trabajo no conforme".			A								B	Manual de Operación de Equipos Señalización del equipos fuera de servicio Manual de Procedimientos Administrativos.
5.5.8 Siempre que sea posible, todo el equipo que está bajo control del laboratorio y que requiere calibración o verificación debe ser etiquetado, codificado o identificado de forma que se indique su estado de calibración y la fecha de la próxima calibración.	A										B	Señalización del equipo del laboratorio
5.5.9 Cuando, por cualquier razón, el equipo quede fuera del control directo del laboratorio temporalmente, el laboratorio debe asegurar que la función y el estado de la calibración del equipo sean verificados y demuestren ser satisfactorios antes que el equipo retorne al servicio.	A										B	Manual de Operación de los equipos
Cuando se utilicen computadoras o equipos para ensayos o calibraciones automatizados para la recolección, procesamiento, registro, informe, almacenamiento o recuperación de datos de ensayos y/o calibración, el laboratorio debe asegurar que los requisitos de 5.4.8 se cumplen.	A										B	Ver Referencias del numeral 5.4.8

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
5.5.10 Cuando se necesiten verificaciones para mantener la confianza en el estado del equipo, estas verificaciones deben realizarse periódicamente de acuerdo a un procedimiento definido.	A										B	Manual de Operación de los Equipos
5.5.11 Cuando las calibraciones den lugar a un conjunto de factores de corrección, el laboratorio debe tener procedimientos para asegurar que cualquier copia (por ejemplo, en el software, debe estar protegido contra ajustes que puedan invalidar los resultados de ensayos y/o calibraciones.	A										B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.5.12 El equipo de ensayo y calibración, incluyendo tanto hardware, como software, debe estar protegido contra ajustes que puedan invalidar los resultados de ensayos y/o calibraciones.	A										B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.6 Trazabilidad de la medición												
5.6.1 Generalidades												
Todo el equipo utilizado para ensayos y/o calibraciones, incluyendo equipo para mediciones auxiliares (por ejemplo para las condiciones ambientales) que tengan efecto significativo sobre la exactitud o la validez de los resultados del ensayo, calibración o muestreo debe estar calibrado antes de ser puesto en servicio. El laboratorio debe tener establecido un programa y procedimiento para la calibración de sus equipos.	A										B	Manual de Mantenimiento y Calibración
5.6.2 Requisitos específicos												
5.6.2.1 Calibración												
Para los laboratorios de calibración, el programa de calibración del equipo debe ser diseñado y operado de tal modo que asegure que las calibraciones y mediciones realizadas por el laboratorio sean trazables a las unidades de medición SI (Sistema Internacional de Unidades). La trazabilidad de la medición debe ser asegurada por el uso de servicios de calibración de laboratorios que pueden demostrar competencia, capacidad y trazabilidad de la medición. Los certificados de calibración emitidos por estos laboratorios deben demostrar que existe una conexión a un patrón primario o a una constante natural comprendiendo las unidades del SI por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones. El certificado de calibración debe contener los resultados de medición incluyendo la incertidumbre de la medición y/o una declaración del cumplimiento con una especificación metrológica identificada (ver también 5.10.4.2).	A										B	Manual de Mantenimiento y Calibración
5.6.2.2 Ensayos												
5.6.2.2.1 Para laboratorios de ensayos, los requisitos dados en 5.6.2.1 se aplican para los equipos de ensayo y medición, con funciones para medir, utilizados, a menos que se haya establecido que la incertidumbre de calibración asociada contribuye muy poco a la incertidumbre total de la medición de los resultados del ensayo. Cuando surja esta situación, el laboratorio debe asegurar que el equipo utilizado puede proporcionar la exactitud de la medición requerida.	A										B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.6.2.2.2 Cuando la trazabilidad a las unidades de medida del Sistema Internacional no sea posible y/o pertinente, se deben aplicar otros medios para proporcionar la confianza en los resultados, tales como: El uso de materiales de referencia certificados adecuados para indicar la caracterización confiable del material; Patrones o métodos mutuamente aceptados, los cuales estén claramente especificados y acordados por todas las partes involucradas. La participación en un programa adecuado de comparaciones interlaboratorios o ensayos de aptitud.	A										B	Manual de Procedimientos Técnicos Manual de Procedimientos Administrativos
5.6.3 Patrones de referencia y materiales de referencia												
5.6.3.1 Patrones de referencia												
El laboratorio debe tener un programa y procedimientos para la calibración de sus patrones de referencia. Los patrones de referencia deben estar calibrados por un organismo que pueda proporcionar trazabilidad como se describe en 5.6.2.1 y esté formalmente acreditado. Tales patrones de referencia de medición mantenidos por el laboratorio deben ser utilizados únicamente para calibración y no para otro propósito, a menos que se pueda demostrar que su desempeño como patrón de referencia no se invalide-	A										B	Manual de Procedimientos Técnicos Formato de evaluación de proveedores

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.6.3.2 Materiales de referencia Los materiales de referencia deben, en lo posible, estar trazados a las unidades de medida del Sistema Internacional, o a materiales de referencia certificados. Los materiales de referencia internos deben ser verificados hasta donde sea factible técnica y económicamente.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos Formato de evaluación de proveedores
5.6.3.3 Controles/ Verificaciones intermedios Los controles necesarios para mantener la confianza en el estado de la calibración de los patrones de referencia primarios, de transferencia o de trabajo y de los materiales de referencia, deben ser realizados de acuerdo a un procedimiento y programa definido.	A									B	Manual de Mantenimiento y Calibración
5.6.3.4 Transporte y almacenamiento El laboratorio debe tener procedimientos para la manipulación, transporte, almacenamiento seguro y uso de los patrones de referencia y materiales de referencia a fin de prevenir contaminación o deterioro y para proteger su integridad.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.7 Muestreo											
5.7.1 El laboratorio debe tener un plan de muestreo y procedimientos para muestreo, cuando éste realice muestreo de sustancias, matrices, materiales o productos para el subsecuente ensayo o calibración. El plan de muestreo así como el procedimiento para el muestreo deben estar disponibles en el lugar donde se realice el muestreo.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.7.2 Cuando el cliente requiera desviaciones, adiciones o exclusiones de los procedimientos documentados para el muestreo, estos deben estar registrados en detalle con los datos apropiados del muestreo y deben estar incluidos en todos los documentos que contengan resultados del ensayo y/o calibración y deben ser comunicados al personal apropiado.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.7.3 El laboratorio debe tener procedimientos APRA registrar los datos pertinentes y las operaciones relacionadas con el muestreo que forme parte del ensayo y/o calibración que realiza. Estos registros deben incluir el procedimiento utilizado para el muestreo, la identificación del muestreador, las condiciones ambientales (si es relevante) y los diagramas u otros medios equivalentes para identificar el sitio del muestreo como sea necesario y, si es apropiado, las estadísticas sobre las cuales se basan los procedimientos para el muestreo.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.8 Manejo de los objetos para calibración o ensayo											
5.8.1 El laboratorio debe tener procedimientos para el transporte, recepción, manejo, protección, conservación y/o disposición de los objetos a ensayar y/o calibrar, incluyendo todas las provisiones necesarias para proteger la integridad del objeto a ensayar o calibrar.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.8.2 El laboratorio debe tener un sistema para identificar los objetos a ensayar y/o calibrar. La identificación de conservarse durante la permanencia del objeto en el laboratorio. El sistema debe diseñarse y operarse de tal manera que garantice que los objetos no pueden confundirse físicamente o cuando sean referidos en registros u otros documentos. El sistema debe, si es apropiado, proporcionar una subdivisión de grupos e objetos dentro y desde el laboratorio.	A									B	Manual de Procedimientos Técnicos
5.8.3 En el momento de la recepción del objeto a calibrar o ensayar, cualquier anomalía o desviación de las condiciones normales o especificadas, descritas en el método de ensayo o calibración pertinente, debe ser registrado. Cuando existe alguna duda de la conveniencia de un objeto para ensayo o calibración, o cuando un objeto no cumpla con la descripción suministrada, o cuando el ensayo o calibración requerida no está especificada con suficiente detalle, el laboratorio debe consultar al cliente para instrucciones adicionales antes de proceder y debe registrar la discusión.				A						B	Manual de Procedimientos Técnicos Manual de Procedimientos Administrativos.
5.8.4 El laboratorio debe tener procedimientos e instalaciones apropiadas para evitar el deterioro, pérdida o daño del objeto a ensayar o calibrar durante el almacenamiento, manejo y preparación; las instrucciones proporcionadas con el objeto deben ser seguidas. Cuando los objetos tienen que ser almacenados o acondicionados bajo condiciones ambientales especificadas, estas condiciones se deben mantener, monitorear y registrar. Cuando un objeto a ensayar o calibrar, o una porción del objeto tiene que ser mantenido bajo seguridad (por ejemplo por razones de registro, seguridad o valor, o para permitir que se realicen ensayos y/o calibraciones				A						B	Manual de Procedimientos Técnicos

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
complementarias), el laboratorio debe tener disposiciones para el almacenamiento y seguridad que protejan la condición e integridad de los objetivos asegurados o partes correspondientes.												
5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y/o calibración												
El laboratorio debe asegurar la calidad de los resultados monitoreando los resultados del ensayo y/o calibración. Este monitoreo debe ser planificado y revisado y puede incluir, pero no limitarse a, lo siguiente: Esquemas de control de calidad interno utilizando técnicas estadísticas; Participación en comparaciones interlaboratorios o programas de ensayos de aptitud; Uso regular de materiales de referencia certificados y/o control de calidad interno utilizando materiales de referencia secundarios; Repetición de ensayos o calibraciones utilizando el mismo método u otro diferente; Reensayo o recalibración de los objetos retenidos; Correlación de resultados para diferentes características del objeto	A									B		Registros de los resultados de los ensayos y calibraciones
5.10 Informe de resultados												
5.10.1 Generalidades Los resultados de cada ensayo, calibración o serie de ensayos o calibraciones realizadas por el laboratorio, deben ser reportados adecuada, claramente, sin ambigüedades y objetivamente y de acuerdo con cualquier instrucción específica del método de ensayo y/o calibración. Los resultados deben reportarse normalmente en un informe de ensayo o un certificado de calibración (ver nota 1) y debe incluir toda la información requerida por el cliente y necesaria para la interpretación de los resultados del ensayo o calibración y toda la información requerida por el método utilizado. Esta información es normalmente la requerida en 5.10.2, 5.10.3 y 5.10.4 En el caso de calibraciones o ensayo realizados para clientes internos, y en el caso de acuerdos escritos con el cliente, los resultados pueden ser reportados en forma simplificada. La información lista en 5.10.2 a 5.10.4, y no reportada, de estar fácilmente disponible en el laboratorio que ha realizado los ensayos y/o calibraciones.			A		B							Formato de resultados de ensayo y calibración
5.10.2 Informes de ensayo y certificados de calibración												
La subcláusula 5.10.2.2 contiene los requisitos tanto para los informes de ensayo como para los certificados de calibración. Los requisitos específicos adicionales para los informes de ensayo y certificados de calibración están incluidos en 5.10.3 y 5.10.4, respectivamente.	A				B							
A menos que el laboratorio tenga razones excepcionales para no hacerlo de esta manera, cada informe de ensayo o certificado de calibración debe incluir por lo menos la siguiente información: a) Un título (por ejemplo "informe de Ensayo" o "Certificado de Calibración"); b) Nombre y dirección del laboratorio y la ubicación donde se realizaron los ensayos y/o calibraciones si difiere de la dirección del laboratorio; c) Identificación única del informe de ensayo o certificado de calibración (tal como un número de serie) y en cada página una identificación a fin de asegurar que la página sea reconocida como una parte del informe de ensayo o certificado de calibración, y una identificación clara del final del informe de ensayo o certificado de calibración; d) Nombre y dirección del cliente que solicita el servicio; e) Descripción e identificación sin ambigüedad del (los) objetos(s) ensayado (s) o calibrados(s); f) Fecha de recepción del(los) objeto(s) a ensayar o calibrar y fecha(s) de realización del ensayo o calibración cuando sea importante para la validez y aplicación de los resultados; g) Resultados del ensayo o calibración con las unidades de medición; h) Referencia a los procedimientos de muestreo utilizados por el laboratorio o por otros organismos, cuando éstos sean relevantes para la validez o aplicación de los resultados; i) El(los) nombre(s), función (es) y firma(s) o identificación equivalente de la(s) persona(s) que autorice(n) el informe de ensayo o certificado de calibración; j) Cuando sea pertinente, una declaración en el sentido de que los resultados se refieren			A		B							Formato de resultados de ensayo y calibración

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
únicamente a los objetos ensayados o calibrados.											
5.10.3 Informe de ensayo											
5.10.3.1 Además de los requisitos listado en 5.10.2.2, los informes de ensayo deben, cuando sea necesario para la interpretación de resultados de los ensayos incluir: descripción y condición del (los) objeto(s) para el ensayo; identificación del (los) método(s) de ensayo normalizado(s) utilizado(s), o breve descripción sin ambigüedad de cualquier método no normalizado utilizado; identificación de la(s) especificación (es) o norma(s) relevante(s) para el método o procedimiento de ensayo; Las desviaciones adicionales o exclusiones del método de ensayo y la información sobre las condiciones específicas para el ensayo, tales como las condiciones ambientales; Cuando sea relevante, una declaración de conformidad / no-conformidad con los requerimientos o especificaciones; Cuando sea apropiado y necesario opiniones e interpretaciones (ver 5.10.5); Cuando sea factible, una declaración sobre la incertidumbre estimada del resultado de ensayo; la información sobre la incertidumbre en los informes de ensayo es necesaria cuando la incertidumbre es importante para la validez o aplicación de los resultados de los ensayos, cuando una instrucción de un cliente así lo requiera, o cuando la incertidumbre afecte al cumplimiento con un límite de especificación; Información adicional requerida por ramas específicas.	A				B						Formato de reporte de resultados de ensayos Formato de reporte de resultados de calibraciones.
5.10.3.2 Además de los requisitos listados en 5.10.2.2 y 5.10.3.1, los informes de ensayo que contienen los resultados de muestreo deben incluir lo siguiente, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de los ensayos: a) Fecha del muestreo; b) Identificación sin ambigüedad de la sustancia, matriz, material o producto muestreado (incluyendo, cuando sea apropiado, nombre del fabricante, modelo o tipo de designación y números de serie); c) Localización del muestre, incluyendo cualquier diagrama, dibujo o fotografía; d) Referencia al plan de muestreo utilizado; e) Detalles de las condiciones ambientales durante el muestreo, que puedan afectar la interpretación de los resultados de los ensayos; f) Identificación del método o procedimiento para el muestreo utilizado; g) Cualquier norma u otra especificación para el método o procedimiento de muestreo, y las desviaciones, adiciones a o exclusiones de la especificación concerniente.	A				B						Formato de reporte de resultados de ensayos
5.10.4 Certificados de calibración											
5.10.4.1 Además de los requisitos listados en 5.10.2.2, los certificados de calibración deben incluir lo siguiente, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de calibración: Una identificación de la especificación normalizada utilizada o una corta descripción del método; Las condiciones (por ejemplo ambientales) bajo las cuales se realizaron las calibraciones; La incertidumbre de medición y/o una declaración de la conformidad con una especificación metrológica identificada o cláusulas de ello; La evidencia de que las mediciones son trazables.	A				B						Formato de Certificado de Calibración
5.10.4.2 El certificado de calibración debe relacionar únicamente las cantidades metrológicas y los resultados de ensayos funcionales y debe declarar específicamente que cláusulas de la especificación se alcanzan o no se alcanzan. Cuando se hace una declaración de conformidad con una especificación, omitiendo los resultados de medición e incertidumbre asociada, el laboratorio debe registrar aquellos resultados y mantenerlos para posibles referencias futuras. Cuando se hacen declaraciones de conformidad, se debe tomar en cuenta la incertidumbre de la medición.	A				B						Formato de Certificado de Calibración
5.10.4.3 Un certificado de calibración (o la etiqueta de calibración) no debe contener ninguna	A				B						Formato de Certificado de Calibración

REQUISITO	CUMPLIMIENTO										DOCUMENTO DE REFERENCIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
recomendación sobre el intervalo de recalibración excepto cuando esto haya sido acordado con el cliente o cuando la Superintendencia de Industria y Comercio lo exija.												
5.10.5 Opiniones e interpretaciones Cuando se incluyen opiniones e interpretaciones en un informe de ensayo, el laboratorio debe ser capaz de demostrar que tiene documentado la base sobre las cuales se han emitido las opiniones e interpretaciones.	A				B							Manual de Calidad o Manual de Procedimientos Técnicos
5.10.6 Resultados obtenidos de ensayo y/o calibraciones de subcontratista Cuando el informe de ensayo contenga resultados de ensayos realizados por subcontratistas, estos resultados deben estar claramente identificados. Cuando se ha subcontratado una calibración, el laboratorio que ejecuta el trabajo debe emitir el certificado de calibración al contratista.	A				B							Manual de Calidad
5.10.7 Transmisión electrónica de resultados Se deben reunir los requisitos de este documento en el caso de transmisión de resultados de ensayo o calibración por teléfono, telex, facsímil u otro medio electrónico o electromagnético (ver también 5.4.8).	A				B							Manual de ProcedimientosTécnicos.
5.10.8 Formato de informes y certificados El formato debe ser diseñado para adaptar cada tipo de ensayo o calibración realizado y minimizar la posibilidad de mal interpretación o mal uso.	A				B							Formatos de reporte de resultados de ensayo y calibración
5.10.9 Enmiendas a informes de ensayo y certificados de calibración Las enmiendas materiales a un informe de ensayo o certificado de calibración después de ser emitido, deben ser realizadas únicamente a través de un documento posterior, o transferencia de datos, que incluya la declaración "Suplemento al Informe de Ensayo (o Certificado de Calibración), número de serie ... (o como haya sido identificado)", o una forma equivalente de redacción. Tales enmiendas deben cumplir todos los requisitos de este documento. Cuando es necesario emitir un informe de ensayo o certificado de calibración completamente nuevo, este debe tener una identificación única y debe contener una referencia del original al cual reemplaza.	A										B	Manual de Procedimientos Administrativos.

ANEXO 4. PLAN DE ACCIÓN CON BASE EN EL DIAGNÓSTICO INICIAL

PLAN DE ACCIÓN	
NUMERAL ISO 17025	ACTIVIDAD
4.1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar el Manual de Responsabilidades del Laboratorio de Electroquímica. ▪ Elaborar un Acta de Confidencialidad. ▪ Anexar al S.G.C. las hojas de vida del personal del laboratorio, que demuestre la autoridad técnica y administrativa, en una carpeta de Recurso Humano. ▪ Gestionar el presupuesto mensual del Laboratorio de Electroquímica. ▪ Especificar en el Manual de Calidad, los mecanismos para asegurar que su administración y personal estén libres de cualquier influencia. ▪ Definir un procedimiento para proteger el almacenamiento electrónico de la información del cliente. ▪ Incluir en el S.G.C. el organigrama de la C.I.C. y del Laboratorio de Electroquímica. ▪ Elaborar el Mapa de procesos del Laboratorio de Electroquímica. ▪ Definir un plan de entrenamiento para los nuevos funcionarios del laboratorio. ▪ Elaborar un Acta de nombramiento de titulares y suplentes para todos los cargos del laboratorio.
4.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar toda la documentación exigida por la norma NTC-ISO-IEC 17025. ▪ Comunicar a los funcionarios del Laboratorio de Electroquímica, toda la documentación realizada. ▪ Implementar y auditar todos los procedimientos levantados en la documentación. ▪ Definir la política y los objetivos de calidad. ▪ Establecer los mecanismos de información y difusión del S.G.C. ▪ Elaborar e incluir en el S.G.C. el listado maestro de documentos.
4.3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar la necesidad de generar documentos. ▪ Definir el procedimiento para controlar las normas y documentos externos en general. ▪ Definir el procedimiento para actualizar documentos. ▪ Colocar en cada documento del S.G.C. un encabezado con el fin de conocer el estado de actualización y aprobación. ▪ Elaborar el procedimiento para el control de documentos (impresos y magnéticos), el cual debe encontrarse en el Manual de Procedimientos.
4.4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar el procedimiento para la contratación de un servicio, revisión de la solicitud y revisión del contrato aprobado. ▪ Elaborar un formato para la subcontratación de ensayos. ▪ Definir los mecanismos de comunicación con los clientes. ▪ Definir como se comunica al cliente la desviación de un contrato.
4.5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un registro de subcontratistas. ▪ Elaborar un procedimiento para la selección y evaluación de proveedores y subcontratistas.
4.6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un formato que asegure datos que describan el servicio solicitado. ▪ Elaborar un registro de órdenes de compra de suministros para el laboratorio. ▪ Elaborar un listado de proveedores. ▪ Elaborar un formato de evaluación de proveedores. ▪ Elaborar un procedimiento para la recepción, aprobación y almacenamiento de los suministros adquiridos.
4.7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un procedimiento para la verificación de los resultados por parte de los clientes. ▪ Elaborar un procedimiento para la recepción de visitas de los clientes al laboratorio.
4.8	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar una política y procedimiento para la solución de reclamos recibidos por los clientes. ▪ Hacer registros de los reclamos realizados por los clientes.
4.9	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar el procedimiento para la gestión de trabajos no conformes.

PLAN DE ACCIÓN	
NUMERAL ISO 17025	ACTIVIDAD
4.10	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir una política y un procedimiento para la implementación de una acción correctiva, especificando las causas de la no conformidad. ▪ Monitorear las acciones tomadas para corregir las no conformidades.
4.11	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir una política y un procedimiento para identificar acciones preventivas de las fuentes potenciales de una no conformidad en el S.G.C. ▪ Diseñar planes de acción para reducir la ocurrencia de no conformidades.
4.12	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir un procedimiento para la identificación, recolección, indexación acceso, almacenamiento, mantenimiento, eliminación de registros técnicos y de calidad. ▪ Definir procedimientos para proteger y recuperar continuamente los datos mantenidos en computadoras y para prevenir acceso o modificación no autorizada de los datos. ▪ Revisar los formatos de registro de resultados de ensayos y calibraciones, identificando si existe información para identificar los factores que afectan la incertidumbre.
4.13	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir procedimiento para la realización de auditorías internas. ▪ Elaborar un plan de auditoría. ▪ Definir procedimientos para los hallazgos de las auditorías. ▪ Hacer formatos para todas las actividades de un auditoría.
4.14	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir procedimiento para la revisión de la dirección del S.G.C. ▪ Registrar los hallazgos de la revisión por la dirección.
5.1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir en el Manual de Procedimientos Técnicos los factores que influyen en la incertidumbre total de las mediciones
5.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir las bases de educación, entrenamiento, experiencia y/o habilidad demostrada de cada funcionario del laboratorio. ▪ Elaborar un procedimiento para definir y ejecutar el plan de capacitación y entrenamiento del personal. ▪ Anexar las hojas de vida del personal del laboratorio en el Manual de Responsabilidades. ▪ Hacer un documento en el que los funcionarios y estudiantes se comprometan a trabajar de acuerdo con el S.G.C. del laboratorio.
5.3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar las condiciones ambientales que afectan la calidad de los ensayos dentro del laboratorio. ▪ Documentar los requisitos técnicos para instalaciones y condiciones ambientales que pueden afectar los resultados de los ensayos y calibraciones. ▪ Tomar las precauciones de seguridad para prevenir contaminaciones cruzadas. ▪ Definir las restricciones de acceso a las áreas del laboratorio. ▪ Elaborar una norma de limpieza del laboratorio.
5.4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantar los procedimientos de todos los ensayos y/o calibraciones realizadas en el laboratorio. ▪ Definir la forma de estimar la incertidumbre de las mediciones. ▪ Documentar los procedimientos para el análisis estadístico de resultados. ▪ Elaborar el Manual de operación de equipos. ▪ Anexar los Manuales de operación de los equipos proporcionados por los fabricantes. ▪ Elaborar el Manual de Mantenimiento y Calibración. ▪ Documentar la política para la selección de los métodos de ensayo a realizar. ▪ Documentar la política para la selección de normas internacionales en métodos de ensayo a realizar. ▪ Identificar los métodos de ensayo del laboratorio que no se encuentran normalizados y revisar la última versión de las normas que los sustentan. ▪ Definir la mejor forma de realizar los cálculos de la incertidumbre de las mediciones.

PLAN DE ACCIÓN	
NUMERAL ISO 17025	ACTIVIDAD
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Documentar los procedimientos para el cálculo de la incertidumbre de las mediciones.
5.5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer el inventario del equipo, materiales, herramientas y consumibles del Laboratorio. ▪ Hacer una relación de los equipos que el laboratorio necesita fuera de su control permanente. ▪ Realizar la calibración de los equipos del laboratorio. ▪ Demostrar la competencia y autoridad del personal que opera los equipos. ▪ Elaborar procedimiento para el equipo sometido a sobrecargas, manejo inadecuado o resultados sospechosos. ▪ Identificar y señalar los equipos que se encuentren en mal estado dentro el laboratorio. ▪ Colocarle a los equipos etiquetas identificando la fecha de la última y próxima calibración. ▪ Elaborar procedimientos y definir periodicidad de verificación del funcionamiento de los equipos.
5.6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar la exactitud requerida para las mediciones y establecer si el equipo disponible en el laboratorio es capaz de proporcionarla. ▪ Elaborar el Manual de Mantenimiento y Calibración. ▪ Identificar las unidades de medida de los datos y resultados de los ensayos y determinar si se encuentran en el SI. ▪ Demostrar que el material empleado en los ensayos es certificado o por lo menos el adecuado. ▪ Documentar los procedimientos de manipulación, transporte y almacenamiento seguro de los materiales del laboratorio.
5.7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un procedimiento donde se tengan en cuenta todos los aspectos de este numeral.
5.8	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Documentar procedimiento para recepción, manejo, protección, conservación y/o disposición de los objetos a ensayar. ▪ Definir la forma de identificar los objetos de ensayo. ▪ Registrar la recepción de muestras. ▪ Definir el lugar donde se almacenan las muestras.
5.9	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Llevar el registro de las actividades, resultados y análisis de resultados de los ensayos interlaboratorios.
5.10	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar formato de reporte de los resultados de ensayo y calibración, ▪ Incluir políticas para emitir opiniones e interpretaciones en un informe de ensayo. ▪ Documentar que los resultados válidos son los que se envían por correo certificado. ▪ Documentar como proceder en caso de enmiendas a informes de ensayo y certificados de calibración.

ANEXO 5. RECURSOS SOLICITADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL S.G.C.

RECURSOS	CANTIDAD	JUSTIFICACIÓN
PERSONAL		
Auxiliar del Laboratorio	1	Es necesario un funcionario para realizar, evaluar, inspeccionar, discutir y apoyar las actividades que se realizan en el laboratorio.
Estudiante en práctica Ing. Industrial	1	Documentación e implementación de los requisitos de gestión de la norma NTC-ISO-IEC 17025.
PATRONES DE REFERENCIA CALIBRADOS		
Electrodo de Referencia Ag/AgCl	2	Patrón necesario garantizar para la confiabilidad de los ensayos de Laboratorio. Se requiere para realizar los ensayos.
Termómetro (digital preferiblemente)	1	Patrón necesario para ajustar ó calibrar el Termostato. Se requiere para realizar los ensayos.
MATERIALES DE REFERENCIA		
Electrodo de acero inoxidable 430	1	Elemento necesario para realizar los ensayos de calibración de los potenciostatos (ZANHER IM6 y Solartron SI 1280B).
Electrodo de Platino	2	Elemento necesario para realizar los ensayos electroquímicos.
Electrodo de Grafito	2	Elemento necesario para realizar los ensayos electroquímicos.
Soluciones Buffer	3	Elemento necesario para ajustar ó calibrar el pH Metro Orion.
EQUIPOS Y ACCESORIOS		
Termohigrómetro	1	Equipo necesario para medir condiciones ambientales de Temperatura y Humedad. Se requiere para reportar estos valores en los ensayos.
Shorting cap ó Shorting plug	1	Accesorio del pH Metro Orion necesario para que el equipo realice y apruebe el auto test sin presentar errores.
Material Volumétrico	global	Reposición de los elementos partidos.

ANEXO 6. LISTADO DE DOCUMENTOS A ELABORAR

PROCESOS	SUBPROCESO	REQUISITO	DOCUMENTO A REALIZAR	
DE LA DIRECCIÓN	REVISION POR LA DIRECCION	NA	4.14	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para revisión por la dirección. ▪ Formato para hacer la revisión por la dirección. ▪ Formato para registrar los hallazgos.
	PLANIFICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD	NA	4.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para planificar el Sistema de Calidad del laboratorio. ▪ Manual de Calidad.
	ASIGNACION DE RECURSOS	NA	4.1.1.a	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para asegurar la disponibilidad de recursos para ejecutar las actividades del laboratorio.
DE ENSAYOS DEL LABORATORIO	GESTION CON EL CLIENTE	NA	4.4, 5.4.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para revisión de solicitud, oferta o contrato. ▪ Formato para registrar el intercambio de información con los clientes. ▪ Política para la selección de los métodos de ensayo a realizar. ▪ Formato para registrar el método de ensayo seleccionado.
	PLANIFICACION DEL ENSAYO	NA	4.1.1.a 4.1.1.h 5.1.1 5.3.1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para planificar la realización de ensayos (recursos, responsables, cronograma).
	MANEJO DE ELEMENTOS DE ENSAYO	NA	5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento, retención, disposición de los elementos de ensayo. ▪ Formato para registrar la recepción de muestra.
	REALIZACION Y CONTROL DE ENSAYOS	NA	5.4.2 5.4.3, 5.4.5, 5.4.6, 5.6.2.2.1, 5.6.2.2.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política para la selección de los métodos de ensayo. ▪ Procedimiento para desarrollar métodos de ensayo. ▪ Procedimiento para validar métodos de ensayo (Comparación interlaboratorios). ▪ Procedimiento para el cálculo de la incertidumbre de las mediciones. ▪ Procedimiento para determinar la exactitud requerida para las mediciones y establecer si el equipo es capaz de proporcionarlo.

PROCESOS		SUBPROCESO	REQUISITO	DOCUMENTO A REALIZAR
	ELABORACION DE INFORMES	NA	5.10	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para cambios en los reportes de ensayo luego de expedidos. ▪ Formato de reporte de resultados de ensayo. ▪ Política para emitir opiniones e interpretaciones.
	SERVICIO A CLIENTES	NA	4.7, 4.8	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para la verificación de resultados por parte del cliente. ▪ Procedimiento para la resolución de quejas.
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS ENSAYOS	NA	5.9	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento de control de calidad para hacer seguimiento de la validez de los ensayos. ▪ Formato para el registro de repeticiones de ensayo y hacer seguimiento a su validez. ▪ Programa de Intercomparación con laboratorios.
DE APOYO	COMPRAS	Subcontratación	4.5, 5.10.6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para tramitar la subcontratación de ensayos.
		Servicios y Suministros	4.6.2.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para la adquisición de servicios y suministros. ▪ Formato de orden de compra. ▪ Procedimiento de recepción y aprobación de servicios y suministros adquiridos.
		Evaluación De Proveedores	4.6.5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento para la evaluación de proveedores. ▪ Formato evaluación proveedores. ▪ Formato lista de proveedores aprobados.
	RECURSO HUMANO	Contratación, Inducción, Entrenamiento, Capacitación	4.1.4, 4.1.5, 4.1.5.6, 4.1.5.9, 4.2.4, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.5.3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual de responsabilidades. ▪ Procedimiento para la selección y contratación de personal. ▪ Formato de acta de nombramiento de cargos. ▪ Formato de Acta de confidencialidad. ▪ Instructivo para la inducción del personal. ▪ Procedimiento para definir y ejecutar plan de entrenamiento. ▪ Formato programa de entrenamiento. ▪ Procedimiento para definir y ejecutar plan de capacitaciones. ▪ Formato de capacitación.

PROCESOS	SUBPROCESO	REQUISITO	DOCUMENTO A REALIZAR
CONTROL DE REGISTROS	NA	4.12	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para el control de registros administrativos y técnicos.
CONTROL DE DOCUMENTOS	NA	4.3	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para el control de documentos del S.G.C.
CONTROL DE DATOS	NA	5.4.8 5.5.13	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para el cálculo, transferencia, captura, procesamiento, registro, reporte, almacenamiento o recuperación de datos.
MANTENIMIENTO Y CALIBRACION	Instalaciones	5.3.5	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para realizar la limpieza del laboratorio.
	Equipos	5.5.6, 5.5.7, 5.5.10, 5.6.1, 5.6.3	<ul style="list-style-type: none"> Manual de mantenimiento de equipos. Procedimiento para garantizar la programación y realización de la calibración de equipos. Procedimiento calibración de patrones de referencia.
CONDICIONES AMBIENTALES	NA	5.3.1, 5.3.3, 5.3.4	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para el seguimiento de las condiciones ambientales del laboratorio.
EQUIPOS	NA	5.4.1, .5.1, 5.5.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5, 5.5.6, 5.5.7, 5.5.9, 5.5.11, 5.5.12	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para la adquisición de equipos. Procedimiento para el manejo seguro de equipos. Procedimiento para el almacenamiento de equipos. Instructivo sobre uso y operación de equipos.
MEDICION, ANALISIS Y MEJORA	Trabajo No Conforme	4.9	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento Gestión del trabajo no conforme.
	Auditorías Internas	4.13	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de auditorías internas.
	Acciones Correctivas	4.10	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de acción correctiva. Formato Plan de acciones correctivas.
	Acciones Preventivas	4.11	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de acción preventiva. Formato de Plan de acciones preventivas.

ANEXO 7. CONTENIDO OBLIGATORIO DE UN DOCUMENTO DEL S.G.C.

Todos los documentos del Sistema de Gestión de Calidad deben contener la siguiente información:

Encabezado: El encabezado debe ir en todas las hojas de los documentos del Sistema de Gestión de Calidad. El tipo de letra que se utiliza es Arial y la alineación es centrada.

1			4
2			
3			
5	6	7	8

- Casilla 1: Contiene el nombre del Laboratorio de Electroquímica, este debe aparecer en letras mayúsculas, resaltado en negrita y letra arial tamaño 10.
- Casilla 2: Corresponde al nombre del documento de calidad. Debe aparecer en letras mayúsculas, resaltado en negrilla y letra arial tamaño 10. Ejemplo: Manual de Calidad, Manual de Procedimientos (Administrativos o Técnicos).
- Casilla 3: Identifica el nombre de la sección, este debe aparecer en letras mayúsculas, resaltado en negrita y letra arial tamaño 10. Ejemplo: Procedimiento, Guía, Instructivo.
- Casilla 4: Contiene el logotipo de la Corporación para la Investigación de la Corrosión.
- Casilla 5: Corresponde a la identificación del documento.
- Casilla 6: Señala el estado de revisión del documento.
- Casilla 7: Especifica si el documento es una copia controlada.
- Casilla 8: Contiene el número de página por sección o procedimiento.

Las casillas 5, 6, 7 y 8 deben aparecer con letras mayúsculas de tamaño 8.

Pie de página: El pie de página debe ir en todas las hojas de los documentos del S.G.C. El tipo de letra que se debe utilizar es Arial, de tamaño 8.

--	--

- Casilla 1: Señala el nombre del funcionario que elaboró el documento. El contenido de la casilla debe estar en una alineación central.
- Casilla 2: Señala la ubicación del documento en la red interna de la Corporación para la Investigación de la Corrosión. El contenido de la casilla debe estar en una alineación izquierda.

Identificación del documento

- **Manual de Calidad, MC/EQ/XXxx**
MC: Manual de Calidad
EQ: Electroquímica
XX: Iniciales del nombre del documento
CP: Caracterización de Proceso
MA: Mapa de Procesos

xx: Número del Documento contado a partir del 01. Para el caso de las CARACTERIZACIONES corresponde al número del proceso al que pertenece.

Ejemplo: MC/EQ/CP10: Manual de Calidad del Laboratorio de Electroquímica, Caracterización del Proceso 10 (Compras de suministros, servicios y/o subcontratación).

- **Manual de Procedimientos, MP/EQ/XX-xx**

MP: Manual de Procedimientos

EQ: Electroquímica

XX: Número ó Código del Proceso al que pertenece, contado a partir del 01.

xx: Número ó Código del Procedimiento contado a partir del 01.

Ejemplo: MP/EQ/10-01, Manual de Procedimientos del Laboratorio de Electroquímica. Procedimiento 01 del Proceso 10 (Procedimiento Compras de suministros, servicios y/o subcontratación del Proceso de Compras).

- **Manual de Equipos y Elementos de Referencia, MEER/EQ/XX-xx**

MEER: Manual de Equipos y Elementos de Referencia

EQ: Electroquímica

XX: Número ó Código del Proceso al que pertenece, contado a partir del 01.

xx: Número o Código del Procedimiento contado a partir del 01.

Ejemplo: MEER/EQ/16-01, Manual de Equipos y Elementos de Referencia del Laboratorio de Electroquímica. Procedimiento 01 del Proceso 16 (Procedimiento Adquisición, Recepción y Puesta en Servicio de Equipos del Proceso de Equipos y Elementos de Referencia).

- **Manual de Mantenimiento y Calibración, MMC/EQ/XX-xx**

MMC: Manual de Mantenimiento y Calibración

EQ: Electroquímica

XX: Número ó Código del Proceso al que pertenece, contado a partir del 01.

xx: Número o Código del Procedimiento contado a partir del 01.

Ejemplo: MMC/EQ/17-01, Manual de Mantenimiento y Calibración del Laboratorio de Electroquímica. Procedimiento 01 del Proceso 17 (Procedimiento Mantenimiento Preventivo de Equipos del Proceso Mantenimiento y Calibración).

- **Guía de Responsabilidades y Funciones de Cargos, GRF/EQxx**

GRF: Guía de Responsabilidades y Funciones de Cargos

EQ: Electroquímica

xx: Código del Cargo descrito en la guía, contados a partir del 01.

Ejemplo: GRF/EQ01 Guía de Responsabilidades y Funciones de Cargos del Laboratorio de Electroquímica. Cargo 01 (Responsable de UEN).

- **Guía para Inducción de Nuevos Funcionarios, GI/EQxx**

GI: Guía para Inducción de Nuevos Funcionarios

EQ: Electroquímica

xx: Número o Código del documento contados a partir del 01.

Ejemplo: GI/EQ01 Guía de Inducción de Nuevos Funcionarios 01 del Laboratorio de Electroquímica.

- **Instructivos, MX/IXX/xx-XX**

MX: Nombre del Manual al que pertenece el instructivo.

MP: Manual de Procedimientos.

MEER: Manual de Equipos y Elementos de Referencia.
 MMC: Manual de Mantenimiento y Calibración.
 I: Instructivo
 XX: La secuencia de los Instructivos contados a partir del 01.
 xx: Código del Proceso al que pertenece contado a partir del 01
 XX: Número o Código del Procedimiento contado a partir del 01
 Ejemplo: MP/I01/12-01, Instructivo 01 (Para elaborar documentos) del Procedimiento 01 (Control de Documentos) del Proceso 12 (Control de Documentos) del Manual de Procedimientos.

• **Formatos, Mx/EQ/XX-xx-X**

Mx: Nombre del Manual al que pertenece el formato:
 MC: Manual de Calidad.
 MP: Manual de Procedimientos.
 MEER: Manual de Equipos y Elementos de Referencia.
 MMC: Manual de Mantenimiento y Calibración.
 EQ: Electroquímica.
 XX: Número consecutivo que identifica el proceso al que pertenece contado a partir de 01.
 xx: Número consecutivo que identifica el procedimiento al que pertenece contado a partir de 01
 X: Letra consecutiva que identifica el consecutivo del formato empezando desde la A
 Ejemplo: MP/EQ/10-01-A, Formato A perteneciente al procedimiento 01 del proceso 10 del Manual de Procedimientos del Laboratorio de Electroquímica.

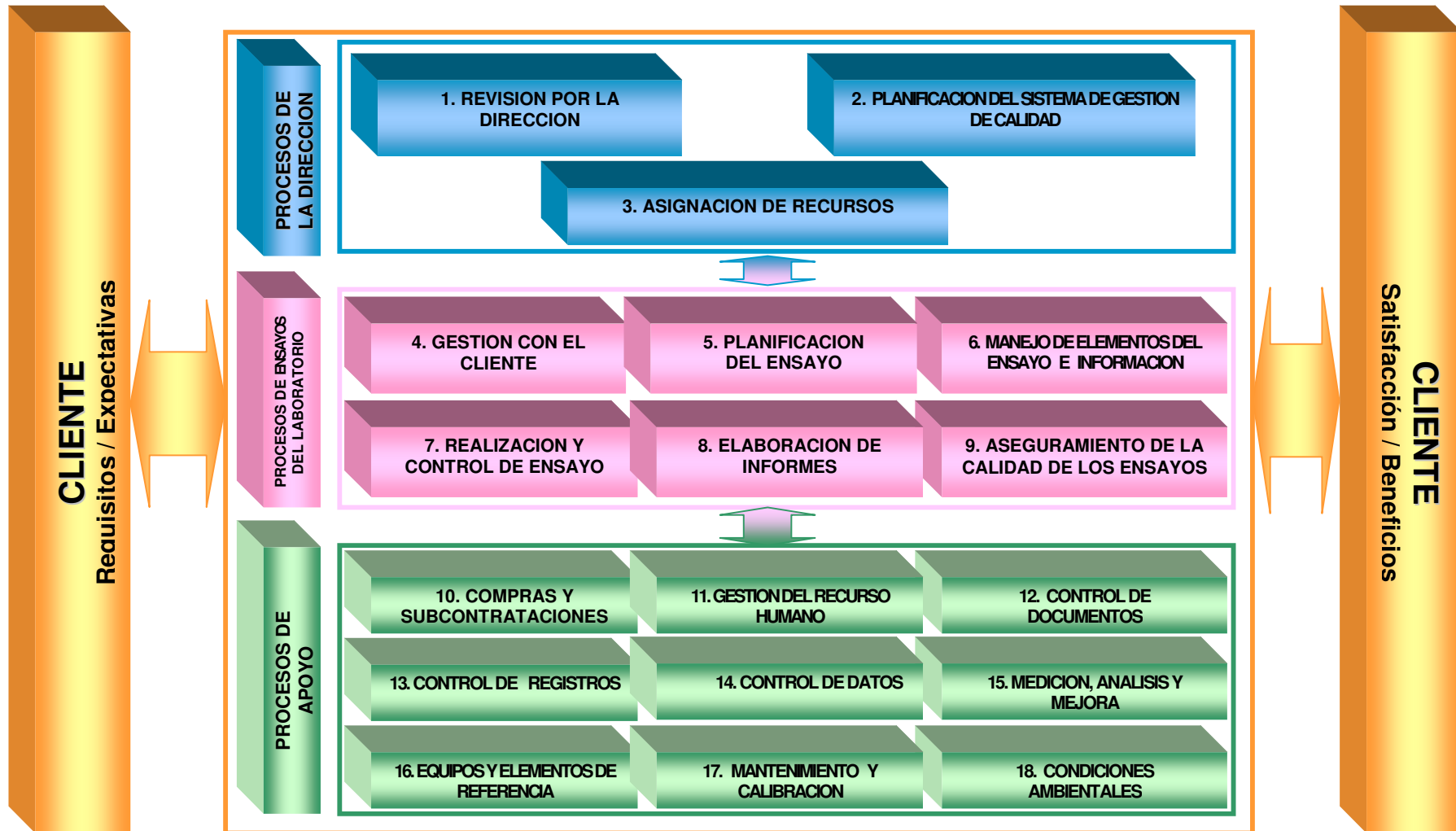
Control del documento

Estos cuadros permiten conocer el estado de revisión del documento, quién lo elaboró, lo revisó y lo aprobó, al igual que su fecha de publicación. Estos cuadros deben aparecer en todos los documentos de Calidad del Laboratorio de Electroquímica, excepto en los formatos.

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
	Nombre: Firma: Fecha:	Nombre: Firma: Fecha:	Nombre: Firma: Fecha:
PUBLICACIÓN			
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE	

Cuerpo del documento: Todos los documentos que hacen parte del S.G.C. deben escribirse en letra Arial tamaño 10 a espacio sencillo.

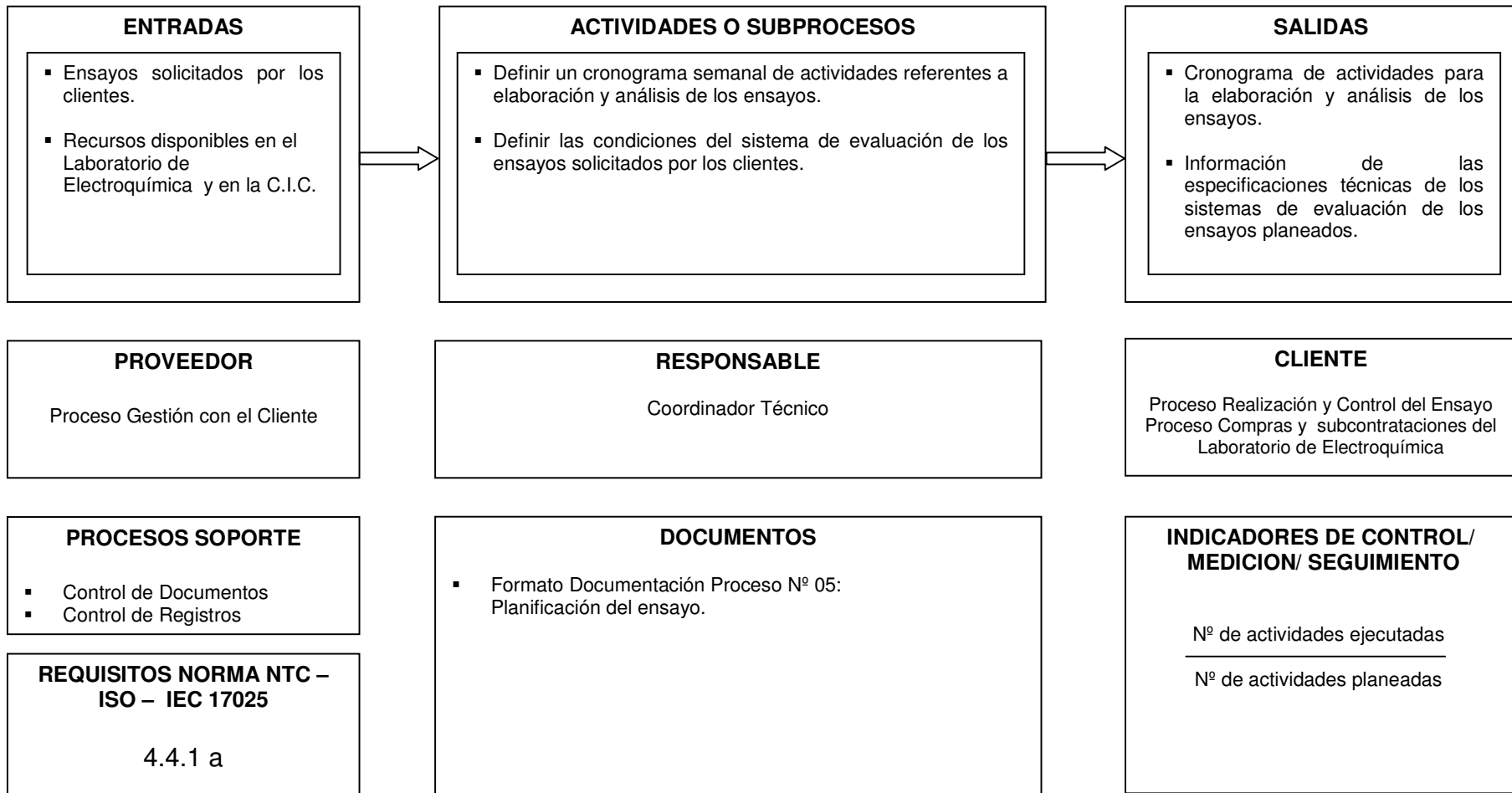
ANEXO 8. MAPA DE PROCESOS DEL LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA



ANEXO 9. CARACTERIZACIONES DE PROCESOS TÉCNICOS

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PLANIFICACIÓN DEL ENSAYO			
MC/EQ/CP05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 77 de 158

OBJETIVO: Planear y coordinar las actividades necesarias para la realización y análisis de los ensayos del Laboratorio de Electroquímica.



LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PLANIFICACIÓN DEL ENSAYO			
MC/EQ/CP05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 158

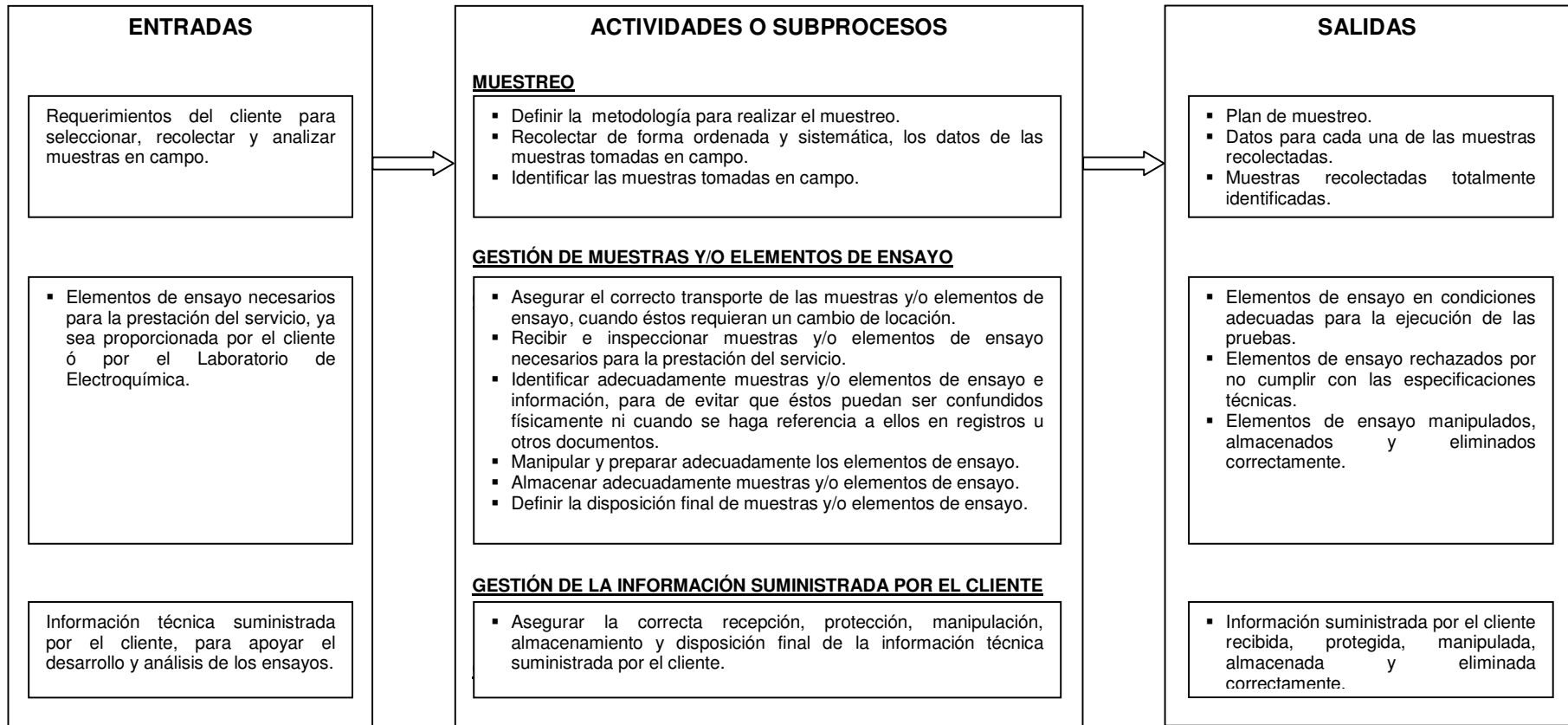
DOCUMENTACIÓN PROCESO Nº 05: PLANEACIÓN DEL ENSAYO						
DOCUMENTO GENERAL: <u>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS - MP</u>						
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
N/A	Planeación del ensayo	MP/EQ/05-01	N/A	N/A	Planeación del ensayo	MP/EQ/05-01-A


ELABORADO POR: Natalia Rodríguez

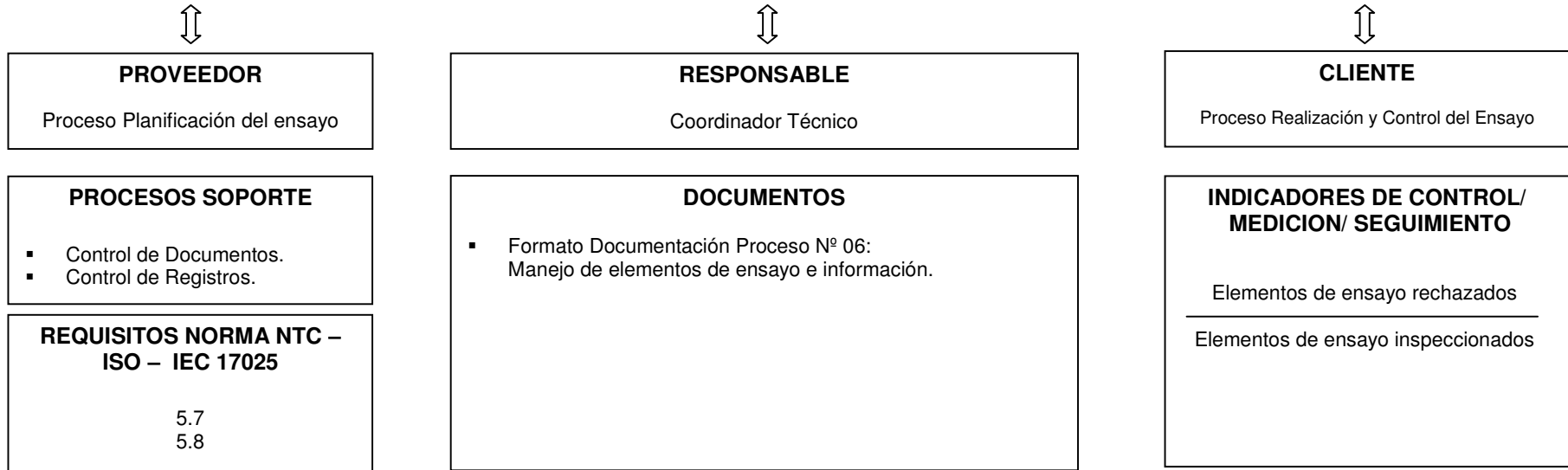
\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \MANUALES \MC MANUAL DE CALIDAD \Manual de Calidad.doc


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO MANEJO DE ELEMENTOS DE ENSAYO E INFORMACIÓN			
MC/EQ/CP06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 3

OBJETIVO: Coordinar las actividades referentes al muestreo, transporte, recepción, identificación, manipulación, preparación, protección, almacenamiento y disposición final de los elementos de ensayo e información del Laboratorio de Electroquímica, con el fin de evitar el deterioro, la pérdida y proteger la integridad de los mismos.




LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO MANEJO DE ELEMENTOS DE ENSAYO E INFORMACIÓN			
MC/EQ/CP06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 3



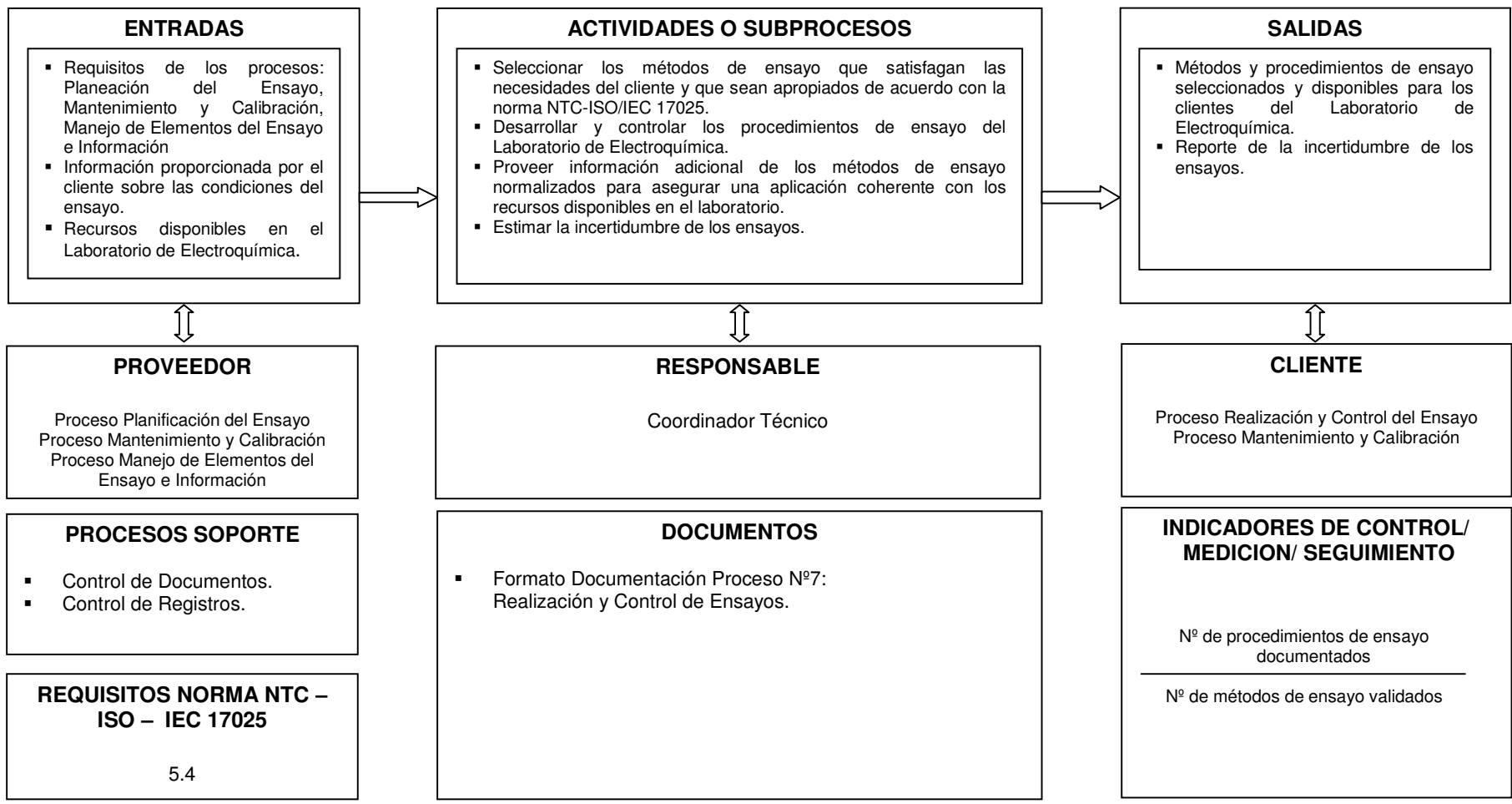
LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO MANEJO DE ELEMENTOS DE ENSAYO E INFORMACIÓN			
MC/EQ/CP06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 3


DOCUMENTACIÓN PROCESO Nº 06: MANEJO DE ELEMENTOS DE ENSAYO E INFORMACIÓN						
DOCUMENTO GENERAL: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS - MP						
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
Muestreo	Muestreo general	MP/EQ/06-01	Instructivo para la identificación de muestras y elementos de ensayo	MP/I01/06-01	Plan de Muestreo	MP/EQ/06-01-A
					Toma de muestras en campo	MP/EQ/06-01-B
Gestión de Muestras y/o Elementos de Ensayo	Gestión de muestras y/o elementos de ensayo	MP/EQ/06-02	N/A	N/A	Envío de muestras y/o elementos de ensayo	MP/EQ/06-02-A
					Recepción e inspección de muestras y/o elementos de ensayo	MP/EQ/06-02-B
					Disposición final de muestras y/o elementos de ensayo	MP/EQ/06-02-C
	Preparación de la superficie de elementos de ensayo metálicos	MP/EQ/06-03	N/A	N/A	N/A	N/A
	Elaboración de probetas utilizando resina epóxica Epo-Kwick	MP/EQ/06-04	N/A	N/A	N/A	N/A
Gestión de la Información Suministrada por el Cliente	Gestión de la información suministrada por el cliente	MP/EQ/06-05	N/A	N/A	N/A	N/A

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \MANUALES \MC MANUAL DE CALIDAD \Manual de Calidad.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO REALIZACIÓN Y CONTROL DEL ENSAYO			
MC/EQ/CP07	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página1 de 2

OBJETIVO: Controlar los métodos y procedimientos de los ensayo desarrollados por el Laboratorio de Electroquímica.

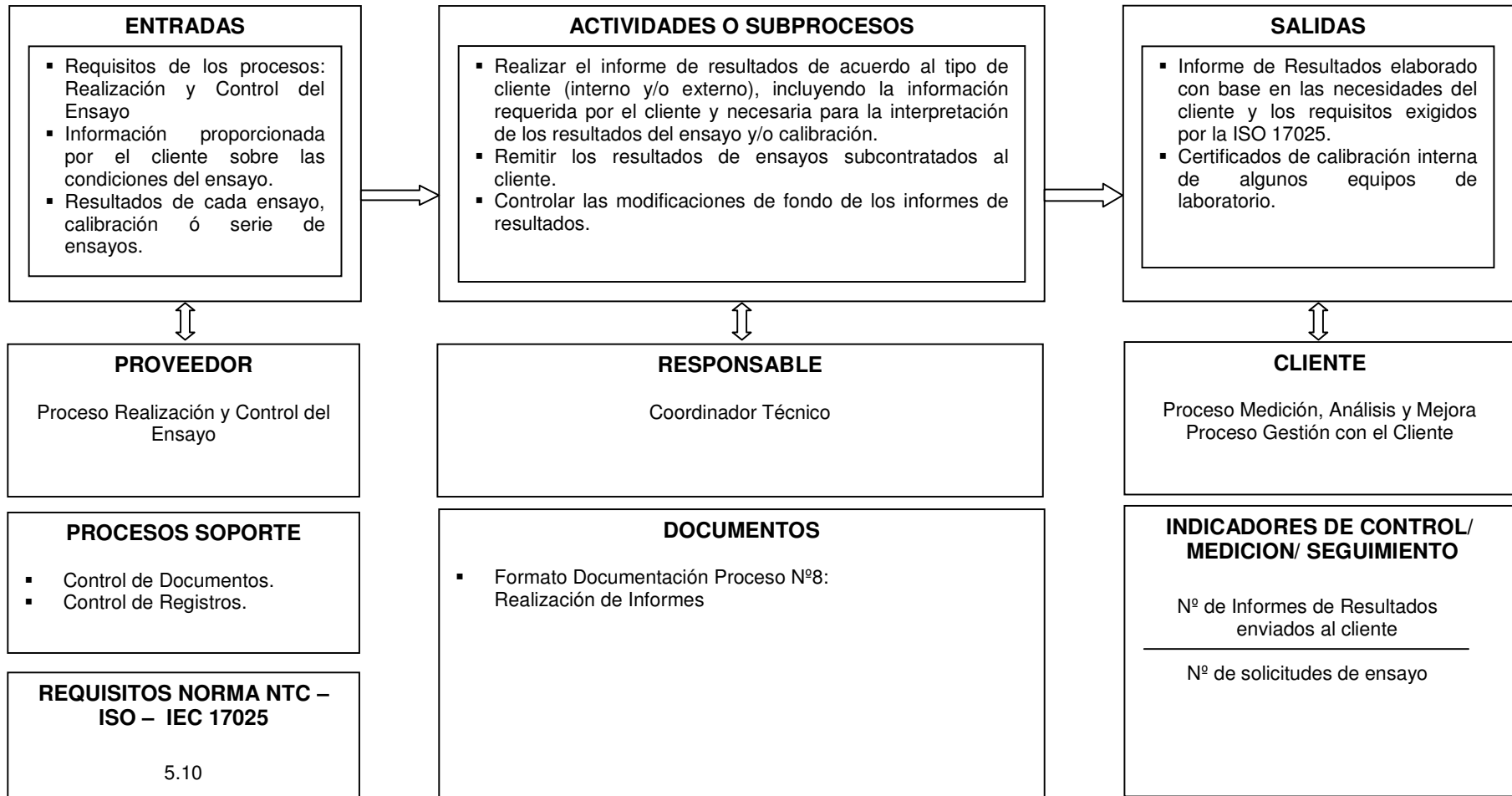



LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO REALIZACIÓN Y CONTROL DEL ENSAYO			
MC/EQ/CP07	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 158

DOCUMENTACIÓN PROCESO Nº 7: REALIZACIÓN Y CONTROL DEL ENSAYO						
DOCUMENTO GENERAL: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS						
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
Realización de Ensayos	Evaluación Electroquímica por Resistencia a la Polarización	MP/EQ/07-01	Instructivo para el cálculo de la velocidad de corrosión	MP/101/07-01	Reporte de Resultados LPR y Curvas Tafel	MP/EQ/07-01-A
	Evaluación Electroquímica por Curvas Tafel	MP/EQ/07-02				
	Evaluación Electroquímica por EIS	MP/EQ/07-03	Instructivo para la determinación de parámetros del circuito equivalente	MP/101/07-03	Reporte de Resultados EIS	MP/EQ/07-03-A
	Evaluación Electroquímica por Polarización Potenciodinámica.	MP/EQ/07-04			Reporte de Resultados Polarización Potenciodinámica y Potenciodinámica Cíclica	MP/EQ/07-04-A
	Evaluación Electroquímica por Polarización Potenciodinámica Cíclica.	MP/EQ/07-05				
	Evaluación Electroquímica por Voltametría Cíclica.	MP/EQ/07-06			Reporte de Resultados Voltametría Cíclica	MP/EQ/07-06-A
	Evaluación Electroquímica por Corrosión Galvánica.	MP/EQ/07-07			Reporte de Resultados Corrosión Galvánica	MP/EQ/07-07-A
Control de Ensayos	Cálculo de la Incertidumbre	MP/EQ/07-08				

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA\MANUALES\MC MANUAL DE CALIDAD\Manual de Calidad.doc
---	---


OBJETIVO: Establecer la forma de presentar los resultados de los ensayo desarrollados por el Laboratorio de Electroquímica.



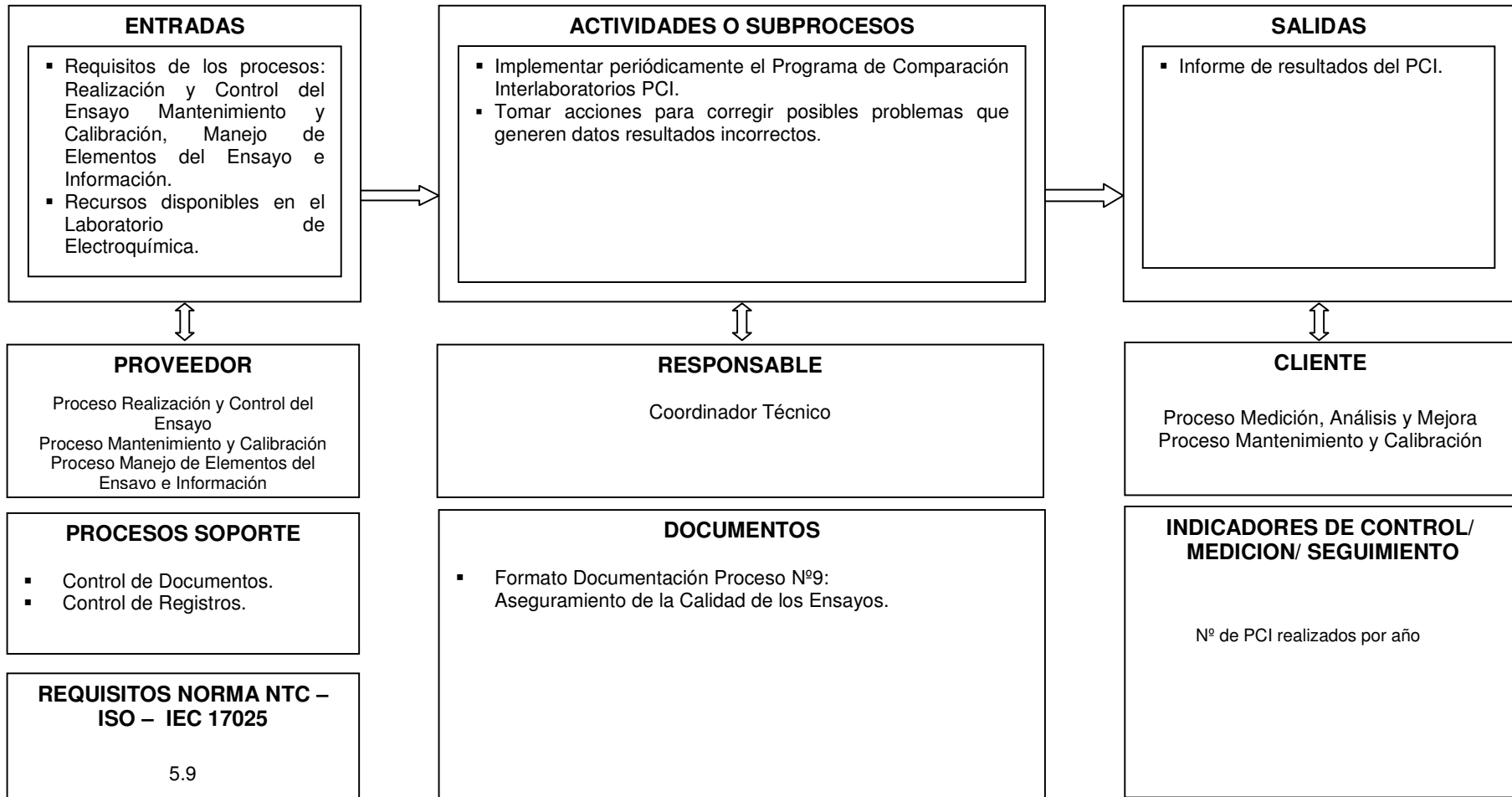
LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			 corporación para la investigación en la corrosión
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO REALIZACIÓN DE INFORMES			
MC/EQ/CP08	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 85 de 158


DOCUMENTACIÓN PROCESO N° 8: REALIZACIÓN Y CONTROL DEL ENSAYO						
DOCUMENTO GENERAL: <u>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</u>						
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
N/A	Realización y presentación de Informes de Resultados	MP/EQ/08-01			Informe de Resultados	MP/EQ/07-01-A

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \MANUALES \MC MANUAL DE CALIDAD \Manual de Calidad.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS ENSAYOS			
MC/EQ/CP09	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 158


OBJETIVO: Realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y calibraciones llevadas a cabo por el Laboratorio de Electroquímica.



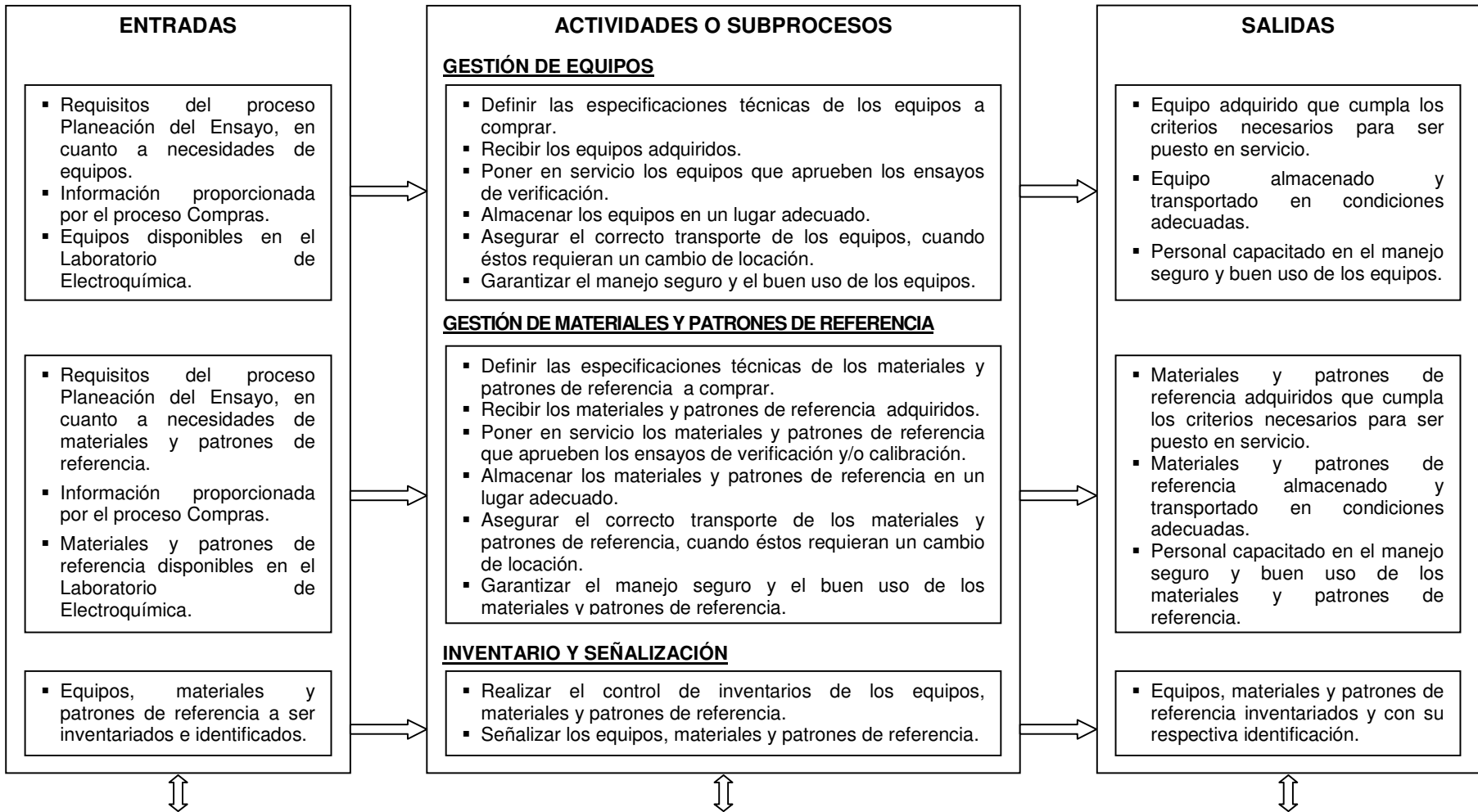
LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS ENSAYOS			
MC/EQ/CP09	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 158


DOCUMENTACIÓN PROCESO Nº 9: ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS ENSAYOS						
DOCUMENTO GENERAL: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS						
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
No Aplica	Realización del PCI	MP/EQ/09-01	Instructivo para elaborar el informe final PCI	MP/I02/09-01	Listado Maestro De Laboratorios	MP/EQ/09-01-A
					Solicitud de Participación en el Programa Comparación Interlaboratorios	MP/EQ/09-01-B
					Acta de Confidencialidad Comparación Interlaboratorios	MP/EQ/09-01-C
					Protocolo Técnico del Programa de Comparación Interlaboratorios	MP/EQ/09-01-D

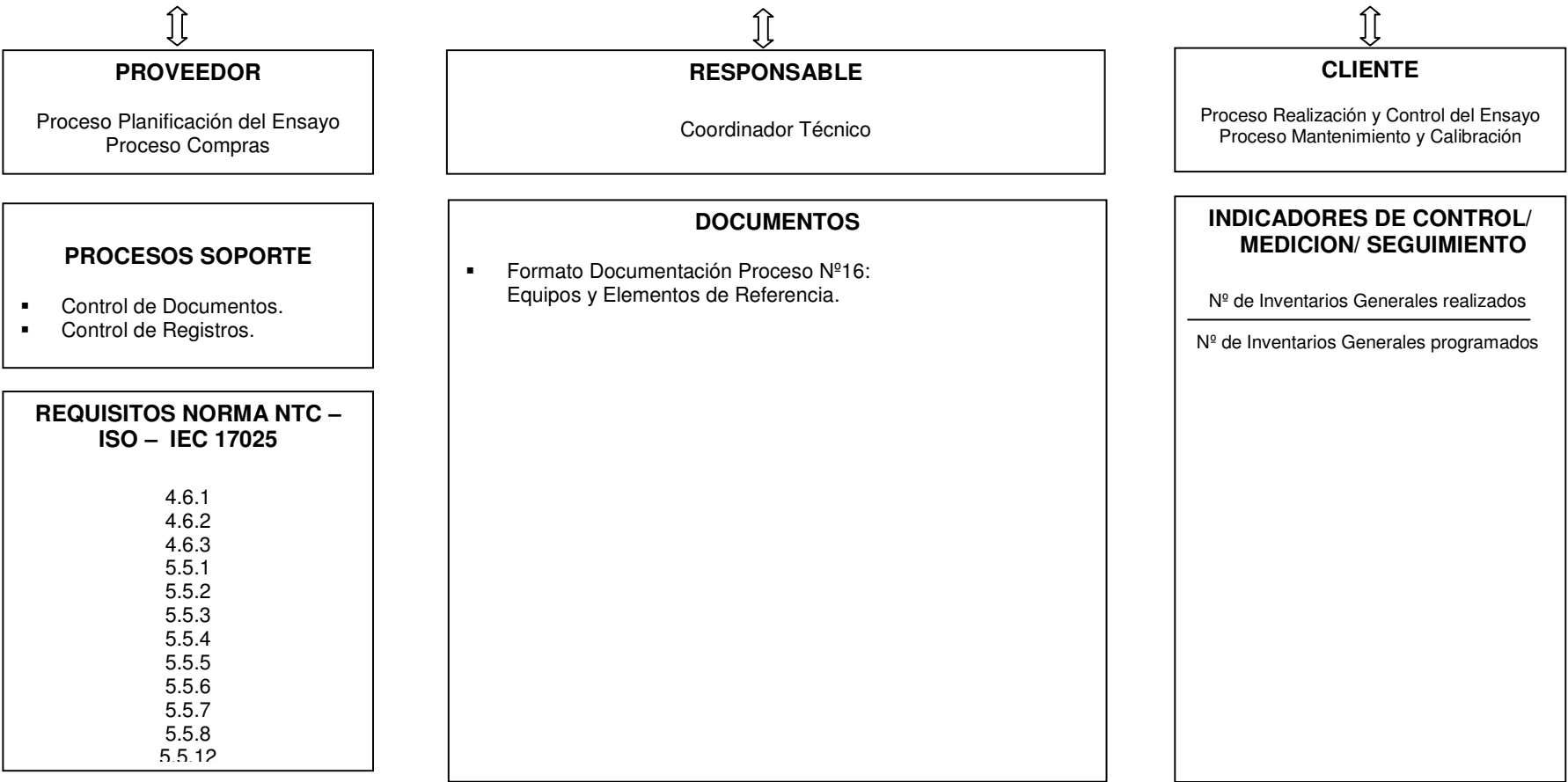
ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \MANUALES \MC MANUAL DE CALIDAD \Manual de Calidad.doc
---	--


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
MC/EQ/CP16	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 4

OBJETIVO: Gestionar las actividades referentes a la adquisición, recepción, puesta en servicio, manejo seguro y buen uso de equipos, materiales y elementos de referencia del Laboratorio.



LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
MC/EQ/CP16	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 4




LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
MC/EQ/CP16	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 4

DOCUMENTACIÓN PROCESO N° 16: EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA

DOCUMENTO GENERAL: MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA - MEER

SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO		
Gestión de Equipos	Adquisición, recepción y puesta en servicio de equipos	MEER/EQ/16-01	N/A	N/A	Especificaciones para la adquisición de equipos	MEER/EQ/16-01-A		
					Aseguramiento de la calidad de nuevos equipos y patrones de referencia	MEER/EQ/16-01-B		
					Ficha técnica de equipos	MEER/EQ/16-01-C		
	Almacenamiento y transporte de equipos	MEER/EQ/16-02		N/A	N/A	N/A	N/A	
	Manejo seguro de equipos	MEER/EQ/16-03		N/A	N/A	Historial de operación de equipos y patrones de referencia	MEER/EQ/16-03-A	
	Evaluación de criticidad	MEER/EQ/16-04	Instructivo para el cálculo del Nivel de Criticidad	MEER/I01/16-04	Listado de equipos	MEER/EQ/16-04-A		
					Evaluación de criticidad de equipos	MEER/EQ/16-04-B		
					Equipos críticos	MEER/EQ/16-04-C		
					Tarifas por día de equipos	MEER/EQ/16-04-D		
					Costos de equipos	MEER/EQ/16-04-E		
	Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6	MEER/EQ/16-05	Instructivo para la operación del THALES	MEER/I01/16-05	N/A	N/A	N/A	
	Operación de la Unidad de Medida Electroquímica Solartron SI 1280B	MEER/EQ/16-06	Instructivo para la operación del OMEGA PRO	MEER/I01/16-06	N/A	N/A	N/A	
				Instructivo para la operación del ZVIEW				MEER/I02/16-06
				Instructivo para operación del ZPLOT				MEER/I03/16-06
	Operación del Medidor de Ion Selectivo y pH Orion	MEER/EQ/16-07	Instructivo para la operación del Medidor de Ion Selectivo y pH Orion	MEER/I01/16-07	N/A	N/A	N/A	
	Operación del Osciloscopio TDS 420	MEER/EQ/16-08	Instructivo para la verificación de las funciones del Osciloscopio TDS 420	MEER/I01/16-08	N/A	N/A	N/A	
	Operación del Generador de Funciones	MEER/EQ/16-09	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	Operación del Regulador con Controlador Digital	MEER/EQ/16-10	Instructivo para la operación del Regulador con Controlador Digital	MEER/I01/16-10	N/A	N/A	N/A	
	Operación de la Balanza Ohaus	MEER/EQ/16-11	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	Operación del Cilindro Rotatorio y Rotómetro	MEER/EQ/16-12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Operación del Medidor de Corrosión Portátil Corrocean	MEER/EQ/16-13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Operación de la Autoclave	MEER/EQ/16-14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Operación del Taladro de mesa Alzmetall	MEER/EQ/16-15	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Operación de la Pulidora de disco Buehler	MEER/EQ/16-20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \MANUALES \MC MANUAL DE CALIDAD \Manual de Calidad.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
MC/EQ/CP16	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 4

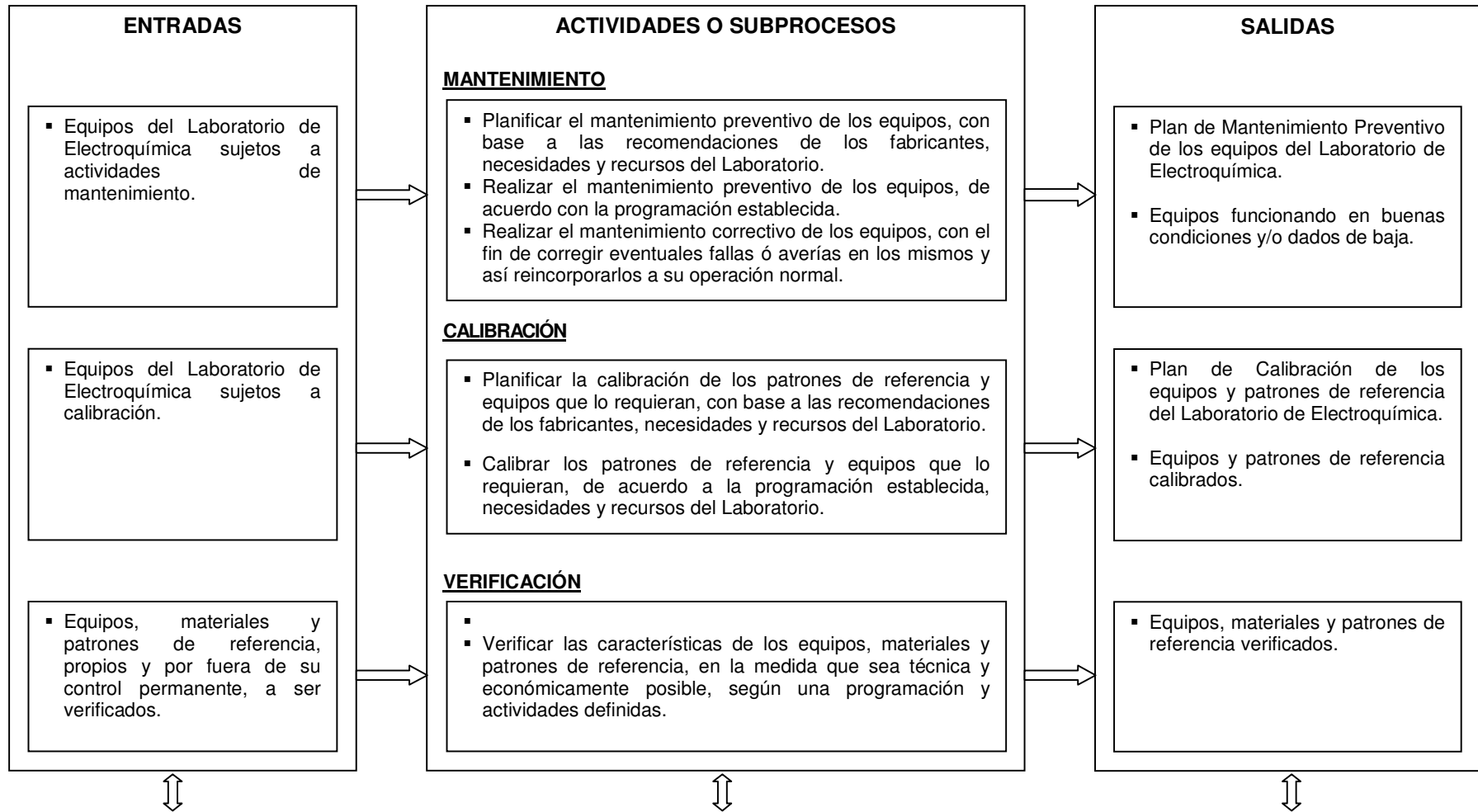
DOCUMENTACIÓN PROCESO N° 16: EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA


DOCUMENTO GENERAL: MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA - MEER

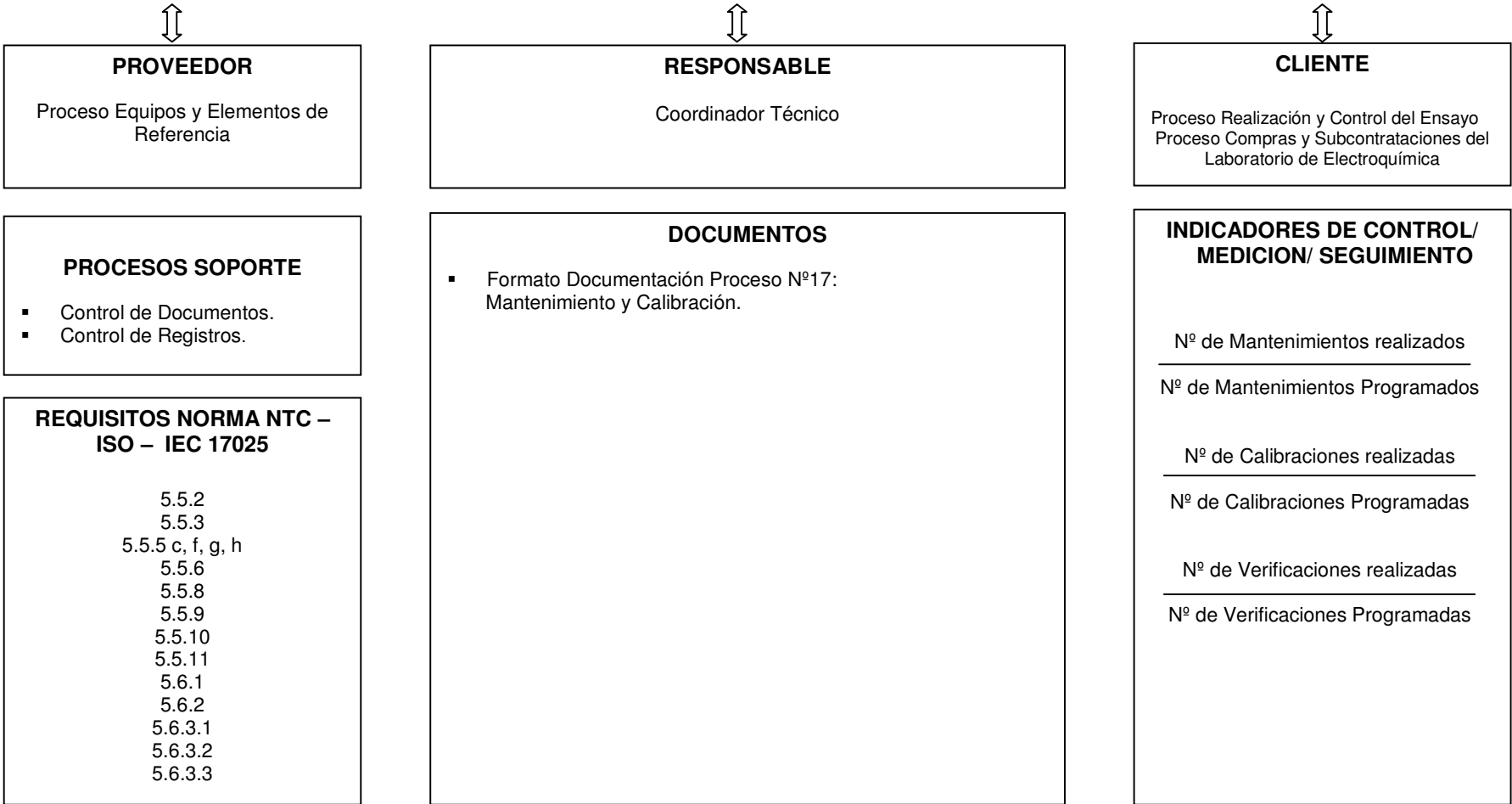
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
Gestión de Materiales y Patrones de Referencia	Adquisición, recepción y puesta en servicio de materiales y patrones de referencia.	MEER/EQ/16-16	N/A	N/A	Especificaciones para la adquisición de materiales y patrones de referencia	MEER/EQ/16-16-A
	Almacenamiento y transporte de materiales y patrones de referencia.	MEER/EQ/16-17	Instructivo para el almacenamiento de productos químicos	MEER/I01/16-17	N/A	N/A
			Instructivo para el almacenamiento de cilindros de gas	MEER/I02/16-17	N/A	N/A
			Instructivo para el transporte de cilindros de gas	MEER/I03/16-17	N/A	N/A
	Manejo seguro de materiales y patrones de referencia.	MEER/EQ/16-18	Instructivo para el manejo seguro de productos químicos	MEER/I01/16-18	N/A	N/A
			Instructivo para el manejo seguro de gases comprimidos	MEER/I02/16-18	N/A	N/A
	Uso de materiales y patrones de referencia.	MEER/EQ/16-21	Limpieza y almacenamiento de electrodos de referencia, electrodos auxiliares y tubos Lugging	MEER/I01/16-21	N/A	N/A
Preparación de la solución conductora del Lugging			MEER/I02/16-21	N/A	N/A	
Elaboración de tapones de Agar - Agar	MEER/EQ/16-22	N/A	N/A	N/A	N/A	
Inventario y Señalización	Control de inventarios	MEER/EQ/16-19			Inventario general	MEER/EQ/16-19-A
					Inventario de software	MEER/EQ/16-19-B
					Inventario de consumibles	MEER/EQ/16-19-C
					Actualización de inventario de equipos y elementos de laboratorio	MEER/EQ/16-19-D
					Actualización de inventario de software	MEER/EQ/16-19-E
					Actualización de inventario de consumibles	MEER/EQ/16-19-F
					Reporte de inventario	MEER/EQ/16-19-G
					Baja de bienes	MEER/EQ/16-19-H
					Control de salida de bienes y consumibles	MEER/EQ/16-19-I
			Instructivo para señalar equipos, materiales y patrones de referencia	MEER/I02/16-19	N/A	N/A


ELABORADO POR: Natalia Rodríguez \\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \MANUALES \MC MANUAL DE CALIDAD \Manual de Calidad.doc

OBJETIVO: Gestionar las actividades referentes al mantenimiento, calibración y verificación de equipos y patrones de referencia del Laboratorio.




LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
MC/EQ/CP17	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 3



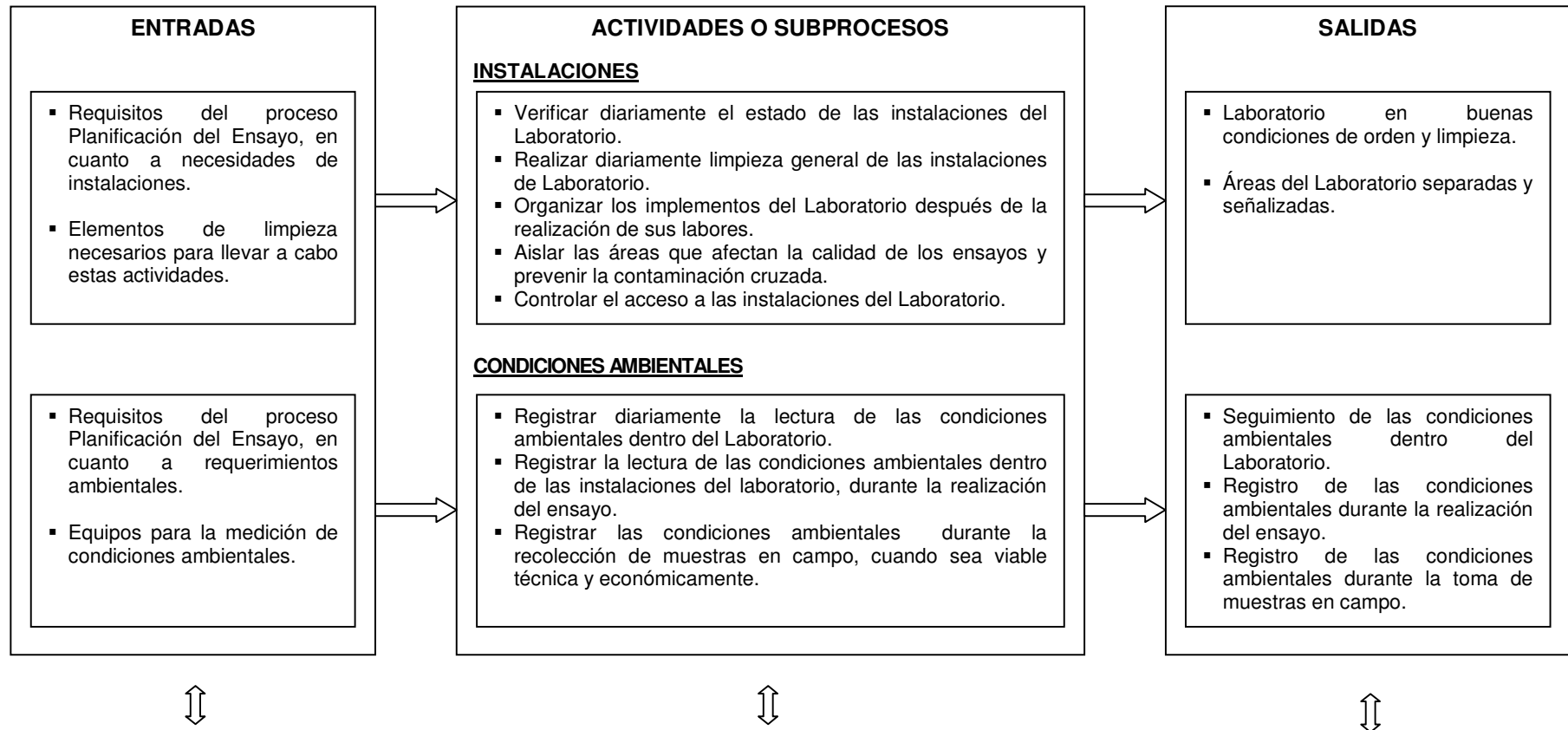
LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
MC/EQ/CP17	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 3


DOCUMENTACIÓN PROCESO N° 17: MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN						
DOCUMENTO GENERAL: MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN - MMC						
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo de equipos	MMC/EQ/17-01	N/A	N/A	Programa de mantenimiento, calibración y verificación	MMC/EQ/17-01-A
					Plan de mantenimiento, calibración y verificación	MMC/EQ/17-01-B
					Reporte de mantenimiento	MMC/EQ/17-01-C
	Mantenimiento correctivo de equipos	MMC/EQ/17-02	N/A	N/A	N/A	N/A
	Limpieza de equipos electrónicos	MMC/EQ/17-03	Instructivo para el mantenimiento de equipos de cómputo	MMC/EQ/101/17-03	N/A	N/A
Instructivo para el Mantenimiento del Recirculador con Controlador Digital			MMC/EQ/102/17-03			
Calibración	Calibración de equipos y patrones de referencia	MMC/EQ/17-04	N/A	N/A	Reporte de calibración	MMC/EQ/17-04-A
	Calibración del Medidor de Ion Selectivo y pH Orion	MMC/EQ/17-05	N/A	N/A	N/A	N/A
	Calibración de equipos de medición electroquímica	MMC/EQ/17-06	N/A	N/A	N/A	N/A
Verificación	Verificación de Equipos, Materiales y Patrones de Referencia	MMC/EQ/17-07	N/A	N/A	Reporte de verificación	MMC/EQ/17-07-A

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \MANUALES \MC MANUAL DE CALIDAD \Manual de Calidad.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES			
MC/EQ/CP18	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 3

OBJETIVO: Controlar las actividades referentes a las instalaciones y condiciones ambientales del Laboratorio de Electroquímica, con el fin de facilitar la correcta realización de los ensayos.



LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES			
MC/EQ/CP16	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 3



PROVEEDOR

Proceso Realización del Ensayo

RESPONSABLE

Coordinador Técnico

CLIENTE

Proceso Realización y Control del Ensayo
Proceso Mantenimiento y Calibración

PROCESOS SOPORTE

- Control de Documentos.
- Control de Registros.

DOCUMENTOS

- Formato Documentación Proceso N°18: Instalaciones y Condiciones Ambientales.

**INDICADORES DE CONTROL/
MEDICION/ SEGUIMIENTO**

Nº de reportes de “Daños de instalaciones” solucionados


Nº de reportes de “Daños de instalaciones” realizados

Nº de reportes de “Condiciones Ambientales” realizados

Nº de reportes de “Condiciones Ambientales” programados

**REQUISITOS NORMA NTC –
ISO – IEC 17025**


5.3

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE CALIDAD			
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES			
MC/EQ/CP18	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 3

DOCUMENTACIÓN PROCESO N° 18: CONDICIONES AMBIENTALES						
DOCUMENTO GENERAL: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS - MP						
SUBPROCESO	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO	INSTRUCTIVOS	CODIGO	FORMATOS DEL PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
Instalaciones	Limpieza de las instalaciones del Laboratorio	MP/EQ/18-01	N/A	N/A	Plan de trabajo de la Jornada de Mantenimiento	MP/EQ/18-01-A
					Reporte de daños en las instalaciones del Laboratorio	MP/EQ/18-01-B
	Control de acceso a las instalaciones del Laboratorio	MP/EQ/18-02	N/A	N/A	Control de acceso a las instalaciones del Laboratorio	MP/EQ/18-02-A
Condiciones Ambientales	Seguimiento de condiciones ambientales	MP/EQ/18-03	N/A	N/A	Condiciones ambientales del Laboratorio	MP/EQ/18-03-A

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA\MANUALES\MC MANUAL DE CALIDAD\Manual de Calidad.doc
---	---

ANEXO 10. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ELECTROQUÍMICA

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 6

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Natalia Rodríguez Firma: Fecha: 01/03/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 15/06/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 15/09/2006
PUBLICACIÓN			
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE	
0	25/09/2006	Coordinador de Calidad, Claudia L. Cristancho	

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos generales para operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6 del Laboratorio de Electroquímica de la C.I.C, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento.

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.

Aplica para operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6, durante la ejecución de ensayos en las instalaciones permanentes del laboratorio.


3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.	Coordinador Técnico

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Equipos y Elementos de Referencia, MEER.
- Listado Maestro de Documentos, MP/EQ/12-01-C.
- THALES Software Guide, DEM27.
- THALES IM6 Owner's Manual Impedance Spectrum Analyzer Universal Electrochemical Interfase, DEM32.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos \16-05 Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 6

5. INSTRUCTIVOS

- Instructivo para la operación del THALES, MEER/I01/16-05.

6. ANEXOS

- Fotografías del equipo.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento “CONTROL DE DOCUMENTOS, MP/EQ/12-01”. Las modificaciones a este documento se deben realizar de acuerdo con el “INSTRUCTIVO PARA ELABORAR DOCUMENTOS, MP/I01/12”.

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO

Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.12

Computador Gateway u otro con características técnicas similares que permitan la instalación del software THALES.

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Los materiales y herramientas necesarias para la operación del equipo dependerán de las condiciones particulares del ensayo. En cualquier caso, deben encontrarse en condiciones adecuadas para el uso propuesto.


A continuación se presentan los elementos de ensayo, patrones de referencia, materiales de referencia y elementos de apoyo necesarios para la realización de ensayos convencionales, utilizando la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6:

ELEMENTO DE ENSAYO	PATRONES DE REFERENCIA	MATERIALES DE REFERENCIA	ELEMENTOS DE APOYO
Probeta, cupón ó electrodo de trabajo del material a evaluar	Celda de calibración del IM6	Contraelectrodo ó electrodo auxiliar	Celda electroquímica
	Electrodo de referencia	Solución ó medio electrolítico	Jaula de Faraday (opcional)
		Tapón de Agar -Agar	Multímetro
			Cables conectores
			Material volumétrico

Así mismo se requiere una fuente de energía eléctrica regulada de 120V para operar el equipo.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA\GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos\16-05 Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.doc
---	---

¹² Con el fin de simplificar el nombre del equipo, en adelante se utilizará el nombre “IM6”.

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 6

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Las precauciones generales de seguridad, salud y medio ambiente se encuentran en los procedimientos "MANEJO SEGURO DE EQUIPOS, MEER/EQ/16-03" y "MANEJO SEGURO DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-18", sin embargo, estas dependerán del tipo de ensayos que se lleven a cabo. Estos procedimientos se encuentran en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES


Antes de realizar este procedimiento se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

- Conocer la "FICHA TÉCNICA, MEER/EQ/16-01-C" del equipo, en la cual se registran las especificaciones técnicas, precauciones de seguridad y demás datos particulares del mismo.
- Planificar los ensayos, teniendo en cuenta las actividades y recursos necesarios para su ejecución.
- Preparar los elementos de ensayo, materiales, herramientas y demás requerimientos del ensayo antes de operar el equipo.
- Después de utilizar los equipos, patrones de referencia, materiales de referencia y demás elementos del laboratorio, se deben dejar protegidos y ubicados en el lugar de almacenamiento asignado.
- Cuando se detecte una anomalía durante el manejo de un equipo, se debe suspender la actividad e informar al Coordinador Técnico del Laboratorio, el cual tomará las medidas correctivas necesarias. Así mismo, se debe hacer la anotación correspondiente en el Formato "HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-03-A".

Condiciones para el uso del equipo

- Verificar el buen estado de los cables conectores, para ello se debe medir la continuidad con un multímetro.
- Verificar que se cumplan las condiciones de óptimas de evaluación del sistema tales como: el estado del electrodo de referencia, estado de los taponos de Agar-Agar, preparación de los electrolitos y medios, preparación de los elementos de ensayo, entre otras.
- Realizar la verificación del equipo con la celda de calibración cada vez que se inicie la operación del equipo.
- Realizar previamente el montaje del sistema de evaluación en la celda electroquímica.
- Medir el potencial de circuito abierto del sistema utilizando un multímetro, con el fin de obtener un valor de referencia para comparar con el reportado por el IM6, y de ser necesario realizar los ajustes correspondientes en el montaje para lograr el valor deseado.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \ GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos \16-05 Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.doc
---	---


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 6

9.1 ACTIVIDADES

A. OPERACIÓN DEL IM6

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Revisar los registros del equipo, con el fin de conocer su estado antes de operarlo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
2	Verificar la conexión eléctrica del computador y del IM6. (Toma corriente regulado de 120 V)	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
3	Verificar que el IM6 se encuentre conectado al computador.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
4	Verificar que los switches 1 y 2 (ubicados en el panel frontal del equipo) se encuentren en la posición GO.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
5	Verificar que las conexiones del Electrodo de Trabajo (WE), Contraelectrodo (CE), Referencia 1 (R1) y Referencia 2 (R2), se encuentren conectadas en circuito cerrado.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
6	Encender el computador.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
7	Encender el IM6, oprimiendo el botón negro (POWER) ubicado en la parte posterior del equipo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
8	Ejecutar el software THALES para correr los ensayos.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
9	Seleccionar los parámetros del software de acuerdo al tipo de ensayo (ver procedimientos de ensayo).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
10	Conectar la celda de calibración del IM6 a los terminales del equipo, teniendo en cuenta la correcta distribución del WE, CE, R1 y R2.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
11	Ajustar los parámetros del software, según el tipo de revisión que el operario desee realizar (corriente directa ó alterna).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
12	Realizar la corrida con la celda de calibración y evaluar los resultados obtenidos, con el fin de decidir si equipo es apto para el desarrollo de los ensayos. En caso de obtener resultados dudosos, se debe suspender el ensayo, hasta tanto no se conozca y elimine la causa que produjo dicha desviación en el equipo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
13	Desmontar la celda de calibración y guardar en su lugar de almacenamiento.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
14	Montar el sistema evaluación (celda electroquímica) en la Jaula de Faraday (si aplica).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
15	Conectar los terminales del IM6 al sistema, teniendo en cuenta los colores de las marcas de los cables: WE negro, CE rojo, R1 verde y R2 azul. No debe olvidarse que los terminales de WE y R2 se conectan juntos al Electrodo de Trabajo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
16	Realizar el ensayo correspondiente (ver procedimientos de ensayo).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
17	Desconectar el sistema del IM6.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
18	Cerrar el circuito de los terminales del IM6.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
19	Cerrar el software THALES.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
20	Apagar el IM6 oprimiendo el botón negro (Power) ubicado en la parte posterior del equipo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA\ GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos\16-05 Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 6

21	<p>Diligenciar el formato “HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-03-A” con la información correspondiente a las actividades realizadas con el equipo.</p> <p>Este formato se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de “MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA”, y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE EQUIPOS/ Formatos/ 16-03-A Historial de operación de equipos y patrones de referencia.</p>	<p>Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio</p>
22	<p>Almacenar este documento en la carpeta rotulada con el nombre de “MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA”, ubicado en el Laboratorio de Electroquímica. Igualmente ubicarlo en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE EQUIPOS/ Procedimientos/ 16-05 Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.</p> <p>Los registros que se generen por este procedimiento se almacenan en la carpeta rotulada con el nombre “REGISTROS 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA” ubicada en el Laboratorio de Electroquímica.</p>	<p>Coordinador de Calidad</p>


10. CALCULOS

No aplica.

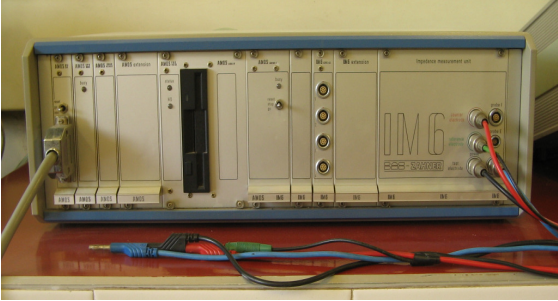

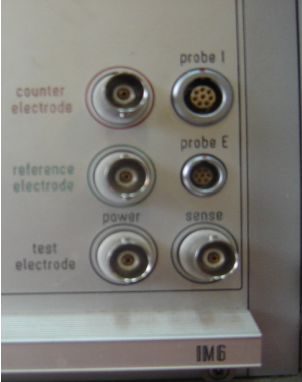
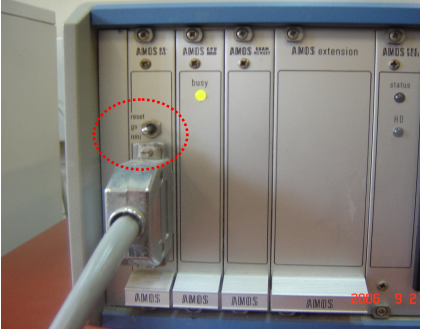
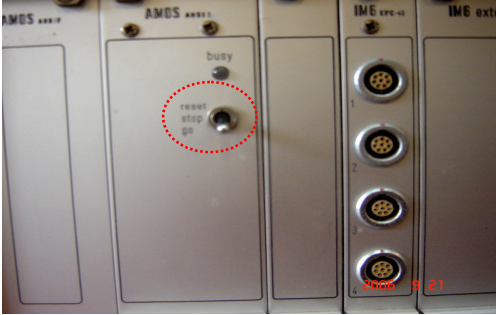
11. FORMATOS

- Formato Ficha técnica de equipos, MEER/EQ/16-01-C.
- Formato Historial de operación de equipos y patrones de referencia, MEER/EQ/16-03-A.


ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \ GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos \16-05 Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 6

FOTOGRAFÍAS DEL EQUIPO

	
Vista frontal de la Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6	Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6 conectada al computador
	
Salidas de los conectores de la Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6	Switch 1 del panel frontal de la Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6
	
Switch 2 del panel frontal de la Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6	

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \ GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos \16-05 Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA SOLARTRON SI 1280B			
MEER/EQ/16-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 6

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Natalia Rodríguez Firma: Fecha: 01/03/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 15/06/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 15/09/2006
PUBLICACIÓN			
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE	
0	25/09/2006	Coordinador de Calidad, Claudia L. Cristancho	

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos generales para la operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B del Laboratorio de Electroquímica de la C.I.C., con el fin de asegurar su correcto funcionamiento.

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.

Aplica para la operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B, durante la ejecución de ensayos en las instalaciones permanentes del Laboratorio.


3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B.	Coordinador Técnico

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Equipos y Elementos de Referencia, MEER.
- Listado Maestro de Documentos, MP/EQ/12-01-C.
- SI 1280 Electrochemical Measurement Unit TECHNICAL MANUAL, DEM26.
- SI 1280 Electrochemical Measurement Unit MAINTENANCE MANUAL, DEM31.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA\GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos\16-06 Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B .doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA SOLARTRON SI 1280B			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 6

- Zview for Windows IMPEDANCE / GAIN PHASE GRAPHING AND ANALYSIS SOFTWARE Version 1.4 OPERATING MANUAL, DEM33.
- Zplot for Windows ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE Software Version 1.4 OPERATING MANUAL, DEM16.
- OMEGA PRO: User Manual (OMEGA PRO FRA v2,00 and OMEGA PRO DC v2,00), DEM13.

5. INSTRUCTIVOS

- Instructivo para la operación del OMEGA PRO, MEER/I01/16-06.
- Instructivo para la operación del ZVIEW, MEER/I02/16-06.
- Instructivo para operación del ZPLOT, MEER/I03/16-06.

6. ANEXOS

- Fotografía del equipo.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS, MP/EQ/12-01". Las modificaciones a este documento se deben realizar de acuerdo con el "INSTRUCTIVO PARA ELABORAR DOCUMENTOS, MP/I01/12".

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO


- Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B.
- Computador DTK u otro con características técnicas similares que permitan la instalación del software OMEGA PRO, ZVIEW y ZPLOT.

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Los materiales y herramientas necesarias para la operación del equipo dependerán de las condiciones particulares del ensayo. En cualquier caso, deben encontrarse en condiciones adecuadas para el uso propuesto. A continuación se presentan los elementos de ensayo, patrones de referencia, materiales de referencia y elementos de apoyo necesarios para la realización de ensayos convencionales, utilizando el Solartron SI 1280B:

ELEMENTO DE ENSAYO	PATRONES DE REFERENCIA	MATERIALES DE REFERENCIA	ELEMENTOS DE APOYO	
Probeta, cupón ó electrodo de trabajo del material a evaluar	Celda de calibración del IM6	Contraelectrodo ó electrodo auxiliar	Celda electroquímica	
	Electrodo de referencia	Solución ó medio electrolítico	Jaula de Faraday (opcional)	
		Tapón de Agar -Agar		Multímetro
				Cables conectores
			Material volumétrico	

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA\ GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos\16-06 Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B .doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA SOLARTRON SI 1280B			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 6

Así mismo se requiere una fuente de energía eléctrica regulada de 120V para operar el equipo.

8.4 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Las precauciones generales de seguridad, salud y medio ambiente se encuentran en los procedimientos “MANEJO SEGURO DE EQUIPOS, MEER/EQ/16-03” y “MANEJO SEGURO DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-18”, sin embargo, estas dependerán del tipo de ensayos que se lleven a cabo. Estos procedimientos se encuentran en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de “MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA”, y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES


Antes de realizar este procedimiento se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

- Conocer la “FICHA TÉCNICA, MEER/EQ/16-01-C” del equipo, en la cual se registran las especificaciones técnicas, precauciones de seguridad y demás datos particulares del mismo.
- Planificar los ensayos, teniendo en cuenta las actividades y recursos necesarios para su ejecución.
- Preparar los elementos de ensayo, materiales, herramientas y demás requerimientos del ensayo antes de operar el equipo.
- Después de utilizar los equipos, patrones de referencia, materiales de referencia y demás elementos del laboratorio, se deben dejar protegidos y ubicados en el lugar de almacenamiento asignado.
- Cuando se detecte una anomalía durante el manejo de un equipo, se debe suspender la actividad e informar al Coordinador Técnico del Laboratorio, el cual tomará las medidas correctivas necesarias. Así mismo, se debe hacer la anotación correspondiente en el Formato “HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-03-A”.

Condiciones para el uso del equipo

- Verificar el buen estado de los cables conectores, para ello se debe medir la continuidad con un multímetro.
- Verificar que se cumplan las condiciones de óptimas de evaluación del sistema tales como: el estado del electrodo de referencia, estado de los tapones de Agar-Agar, preparación de los electrolitos y medios, preparación de los elementos de ensayo, entre otras.
- Realizar la verificación del equipo con la celda de calibración cada vez que se inicie la operación del equipo.
- Realizar previamente el montaje del sistema de evaluación en la celda electroquímica.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA\GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos\16-06 Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B .doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 6


- Medir el potencial de circuito abierto del sistema utilizando un multímetro, con el fin de obtener un valor de referencia para comparar con el reportado por el Solartron SI 1280B, y de ser necesario realizar los ajustes correspondientes en el montaje para lograr el valor deseado.

9.2 ACTIVIDADES

B. OPERACIÓN DEL SOLATRON SI 1280B

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Revisar los registros del equipo, con el fin de conocer su estado antes de operarlo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
2	Verificar la conexión eléctrica del computador y del Solartron SI 1280B. (Toma corriente regulado de 120 V)	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
3	Verificar que se encuentre instalada la llave electrónica del Solartron SI 1280B en el computador.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
4	Verificar que las conexiones del Electrodo de Trabajo (WE), Contraelectrodo (CE), Referencia 1 (R1) y Referencia 2 (R2), se encuentren conectadas en circuito cerrado.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
5	Encender el computador.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
6	Ejecutar el software correspondiente para correr los ensayos (OMEGA PRO, ZVIEW y ZPLOT).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
7	Seleccionar los parámetros del software de acuerdo al tipo de ensayo (ver procedimientos de ensayo).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
8	Encender el Solartron SI 1280B, oprimiendo el botón negro (POWER) ubicado en la parte posterior del equipo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
9	Conectar la celda de calibración del Solartron SI 1280B a los terminales del equipo, teniendo en cuenta la correcta distribución del WE, CE, R1 y R2.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
10	Ajustar los parámetros del software, según el tipo de revisión que el operario desee realizar (corriente directa ó alterna).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
11	Realizar la corrida con la celda de calibración y evaluar los resultados obtenidos, con el fin de decidir si equipo es apto para el desarrollo de los ensayos. En caso de obtener resultados dudosos, se debe suspender el ensayo, hasta tanto no se conozca y elimine la causa que produjo dicha desviación en el equipo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
12	Desmontar la celda de calibración y guardar en su lugar de almacenamiento.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
13	Montar el sistema evaluación (celda electroquímica) en la Jaula de Faraday (si aplica).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
14	Conectar los terminales del Solartron SI 1280B al sistema, teniendo en cuenta los colores de las marcas de los cables: WE verde, CE rojo, R1 azul y R2 negro. No debe olvidarse que los terminales de WE y R2 se conectan juntos al Electrodo de Trabajo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
15	Realizar el ensayo correspondiente (ver procedimientos de ensayo).	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
16	Desconectar el sistema del Solartron SI 1280B.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
17	Cerrar el circuito de los terminales del Solartron SI 1280B.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \ GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos \16-06 Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B .doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 6

18	Apagar el Solartron SI 1280B oprimiendo el botón negro (Power) ubicado en la parte posterior del equipo.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
19	Diligenciar el Formato "HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-03-A" con la información correspondiente a las actividades realizadas con el equipo. Este formato se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE EQUIPOS/ Formatos/ 16-03-A Historial de operación de equipos y patrones de referencia.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio
20	Almacenar este documento en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", ubicado en el Laboratorio de Electroquímica. Igualmente ubicarlo en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE EQUIPOS/ Procedimientos/ 16-06 Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B. Los registros que se generen por este procedimiento se almacenan en la carpeta rotulada con el nombre "REGISTROS 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA" ubicada en el Laboratorio de Electroquímica.	Coordinador de Calidad


10. CALCULOS

No aplica.

11. FORMATOS

- Formato Ficha técnica de equipos, MEER/EQ/16-01-C.
- Formato Historial de operación de equipos y patrones de referencia, MEER/EQ/16-03-A.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA\GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos\16-06 Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B .doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE GESTIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6			
MEER/EQ/16-05	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 6


FOTOGRAFÍAS DEL EQUIPO



Vista del panel frontal de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA \ GESTIÓN DE EQUIPOS \Procedimientos \16-06 Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B .doc
---	--

ANEXO 11. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ELECTROQUÍMICA

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA			
MEER/EQ/17-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 7

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Natalia Rodríguez Firma: Fecha: 25/07/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 18/09/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 20/09/2006
PUBLICACIÓN			
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE	
0	25/09/2006	Coordinador de Calidad, Claudia L. Cristancho	

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos del procedimiento experimental para la verificación de los Analizadores de Impedancias IM6 y Solartron SI 1280B del Laboratorio de Electroquímica, implementando la norma ASTM G5.

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.

Aplica para la verificación de los Analizadores de Impedancias IM6 y Solartron SI 1280B del Laboratorio de Electroquímica, en las instalaciones permanentes del Laboratorio.


3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y mantenimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable de los Analizadores de Impedancias IM6 y SI 1280B del Laboratorio de Electroquímica.	Coordinador Técnico

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad.
- Manual de Equipos y Elementos de Referencia.
- Listado Maestro de Documentos.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03Publicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN \CALIBRACIÓN \Procedimientos \17-06 Calibración de equipos de medición electroquímica.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA			
MEER/EQ/17-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 7

- ASTM G5 - 97 (2004) Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potenciodynamic Anodic Polarization Measurements.
- ASTM G3 – 89 (2004) Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.
- THALES Software Guide.
- THALES IM6 Owner's Manual Impedance Spectrum Analyzer Universal Electrochemical Interface.
- SI 1280 Electrochemical Measurement Unit TECHNICAL MANUAL.
- SI 1280 Electrochemical Measurement Unit MAINTENANCE MANUAL.
- Zview for Windows IMPEDANCE / GAIN PHASE GRAPHING AND ANALYSIS SOFTWARE Version 1.4 OPERATING MANUAL.
- Zplot for Windows ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE Software Version 1.4 OPERATING MANUAL
- OMEGA PRO: User Manual (OMEGA PRO FRA v2,00 and OMEGA PRO DC v2,00).

5. INSTRUCTIVOS

- Instructivo para la operación del THALES MEER/I01/16-05.
- Instructivo para la operación del OMEGA PRO MEER/I01/16-06.
- Instructivo para la operación del ZVIEW MEER/I02/16-06.
- Instructivo para operación del ZPLOT MEER/I03/16-06.

6. ANEXOS

- No aplica.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS, MP/EQ/12-01". Las modificaciones a este documento se deben realizar de acuerdo con el "INSTRUCTIVO PARA ELABORAR DOCUMENTOS, MP/I01/12".

8. RECURSOS


8.1 EQUIPO

- Analizador de Impedancias IM6 ó Analizador de Impedancias Solartron SI 1280B.
- Computador con software para la operación del Analizador de Impedancias IM6 ó Analizador de Impedancias Solartron SI 1280B.
- Termostato.

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

A continuación se presentan los elementos necesarios para la realización de ensayos convencionales, empleando el Analizador de Impedancias IM6:

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03Publicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \\PROCESOS\17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN\CALIBRACIÓN\Procedimientos\17-06 Calibración de equipos de medición electroquímica.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA			
MEER/EQ/17-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 7

PATRONES DE REFERENCIA	MATERIALES DE REFERENCIA	ELEMENTOS DE APOYO	
Electrodo de trabajo, probeta ó cupón de acero inoxidable 430	2 Contraelectrodos ó electrodos auxiliares de Platino (Pt) ó grafito	Celda electroquímica (descrita en sección 4.1 de la norma ASTM G5)	
Electrodo de referencia (puede ser de Ag/AgCl o un Electrodo de Calomel Saturado (SCE))	Solución ó medio electrolítico	Tubo Lugging	
	1000 ml de solución acuosa 1N de Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄).	Portaelectrodo	
Termómetro	Gas inerte: N ₂	Jaula de Faraday (opcional)	
	Agua destilada	Multímetro	
	Tapón de Agar -Agar		Calibrador
			Cables conectores
			Material volumétrico

Así mismo se requiere una fuente de energía eléctrica regulada de 120V para operar el equipo.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Las precauciones generales de seguridad, salud y medio ambiente se encuentran en el Procedimiento "MANEJO SEGURO DE EQUIPOS, MEER/EQ/16-03" y "MANEJO SEGURO DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-18", sin embargo, estas dependerán del tipo de ensayos que se lleven a cabo. Estos procedimientos se encuentran en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA.


9 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES

Antes de realizar este procedimiento se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

- Conocer la "FICHA TÉCNICA, MEER/EQ/16-01-C" del equipo a verificar, en la cual se registran las especificaciones técnicas, precauciones de seguridad y demás datos particulares del mismo.
- Seguir los lineamientos de los procedimientos "USO DE ANALIZADOR DE IMPEDANCIAS ZANHER IM6, MEER/EQ/16-05" ó "USO DE ANALIZADOR DE IMPEDANCIAS SOLARTRON SI 1280B, MEER/EQ/16-06", según el equipo a verificar.
- Planificar los ensayos, teniendo en cuenta las actividades y recursos necesarios para su ejecución.
- Preparar los materiales, herramientas y demás requerimientos del ensayo antes de operar el equipo.
- Después de utilizar los equipos, patrones de referencia, materiales de referencia y demás elementos del Laboratorio, se deben dejar protegidos y ubicados en el lugar de almacenamiento asignado.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03Publicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN\CALIBRACIÓN\Procedimientos\17-06 Calibración de equipos de medición electroquímica.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA			
MEER/EQ/17-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 7

- Cuando se detecte una anomalía durante el manejo de un equipo, se debe suspender la actividad e informar al Coordinador Técnico del Laboratorio, el cual tomará las medidas correctivas necesarias. Así mismo, se debe hacer la anotación correspondiente en el Formato "HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-03-A".

Condiciones para el uso de los equipos de medición electroquímica


- Verificar el buen estado de los cables conectores, para ello se debe medir la continuidad con un multímetro.
- Verificar que se cumplan las condiciones de óptimas de evaluación del sistema tales como: el estado del electrodo de referencia, estado de los tapones de Agar-Agar, preparación de los electrolitos y medios, preparación de los elementos de ensayo, entre otras.
- Medir el potencial de circuito abierto del sistema utilizando un multímetro, con el fin de obtener un valor de referencia para comparar con el reportado por el equipo, y de ser necesario realizar los ajustes correspondientes en el montaje para lograr el valor deseado.

9.2 ACTIVIDADES

A. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA


Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	<p>Preparar una solución 1.0 N de H₂SO₄ en agua destilada (usar 27.8 ml H₂SO₄ al 98% por litro de solución) y transferirla a la celda electroquímica.</p> <p>Se recomienda consultar el "INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO SEGURO DE PRODUCTOS QUÍMICOS, MEER/I01/16-18", el cual se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA/ Instructivos/ I01-16-18 Instructivo para el manejo seguro de productos químicos.</p>	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
2	Ubicar los electrodos auxiliares, puente salino (lugging), y demás componentes de la celda.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03Publicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN\CALIBRACIÓN\Procedimientos\17- 06 Calibración de equipos de medición electroquímica.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA			
MEER/EQ/17-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 7


3	<p>Llenar el puente salino (lugging) con la solución conductora KCl 3 M.</p> <p>Se recomienda consultar el instructivo “PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN CONDUCTORA DEL LUGGING, MEER/I02/16-21”, el cual se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de “MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA”, y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA/ Instructivos/ I02-16-21 Preparación de la solución conductora del Lugging.</p>	<p>Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio</p>
4	<p>Llevar la temperatura de la solución a $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, por inmersión de la celda de prueba en un baño o por otros medios convenientes.</p> <p>Se recomienda consultar el procedimiento “OPERACIÓN DEL RECIRCULADOR CON CONTROLADOR DIGITAL, MEER/EQ/16-10”, el cual se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de “MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA”, y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE EQUIPOS/ Procedimientos/ 16-10 Operación del Recirculador con Controlador Digital.</p>	<p>Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio</p>
5	<p>Reducir los niveles de oxígeno antes de la inmersión del electrodo de trabajo, burbujeando gas libre de oxígeno, tales como Hidrógeno, Argón ó Nitrógeno, a una rata de $150 \text{ cm}^3/\text{min}$ por un mínimo de $\frac{1}{2}$ hora.</p> <p>Se recomienda consultar el “INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO SEGURO DE GASES COMPRIMIDOS, MEER/I02/16-18”, el cual se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre “MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA”, y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA/ GESTIÓN DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA/ Instructivos/ I02-16-18 Instructivo para el manejo seguro de gases comprimidos.</p>	<p>Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio</p>

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03Publicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN \CALIBRACIÓN \Procedimientos \17- 06 Calibración de equipos de medición electroquímica.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA			
MEER/EQ/17-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 7

6	<p>Preparar la superficie de trabajo del electrodo de trabajo, una hora antes del ensayo, utilizando lijas (papel de carburo de silicio) de la N° 240-600, limpiar y secar.</p> <p>Se recomienda consultar el procedimiento "Preparación de la superficie de elementos de ensayo metálicos, MP/EQ/06-03", el cual se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 06 MANEJO DE ELEMENTOS DE ENSAYO E INFORMACIÓN/ ELEMENTOS DE ENSAYO/ Procedimientos/ 06-03 Preparación de la superficie de elementos de ensayo metálicos.</p>	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
7	Determinar el área de todas las dimensiones del electrodo de trabajo, cercana a 0.01 mm, restando el área que no entra en contacto con solución (utilizar un calibrador).	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
8	Montar el electrodo de trabajo en el portaelectrodo y ajuste correctamente.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
9	Desengrasar (limpiar) el electrodo de trabajo con agua destilada.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
10	Transferir el electrodo de trabajo a la celda y acercar la punta del puente salino (lugging) a una distancia de 2 mm ó su equivalente 2 veces el diámetro de la punta del lugging.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
11	Registrar el potencial del circuito abierto (Potencial de Corrosión) después de 55 minutos de inmersión (justo antes de iniciar el barrido del potencial).	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
12	Iniciar el barrido del potencial mediante el método potenciodinámico, para ello se debe utilizar una rata de potencial de 600 mV/hora \pm 5% (0.17 mV/s), registrando continuamente con el cambio de potencial desde potencial de corrosión hasta 1.6 V.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
13	Graficar los datos de polarización anódica en una gráfica semilogarítmica (en la ordenada graficar el Potencial, y en la absisa la densidad de corriente), siguiendo los lineamientos de la norma ASTM G3.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
14	<p>Diligenciar la información requerida en el formato "REPORTE DE CALIBRACIÓN, MMC/EQ/17-04-A".</p> <p>Este formato se encuentra en el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN", y ubicado en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN/ MANTENIMIENTO/ Formatos/ 17-04-A Reporte de calibración.</p>	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03Publicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN \CALIBRACIÓN \Procedimientos \17-06 Calibración de equipos de medición electroquímica.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA			
MEER/EQ/17-06	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 7 de 7

15	<p>Almacenar este documento en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", ubicado en el Laboratorio de Electroquímica. Igualmente ubicarlo en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN/ CALIBRACIÓN/ Procedimientos/ 17-06 Calibración de equipos de medición electroquímica.</p> <p>Los registros que se generen por este procedimiento se almacenan en la carpeta rotulada con el nombre "REGISTROS 17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN" ubicada en el Laboratorio de Electroquímica.</p>	Coordinador de Calidad
----	--	------------------------

10. CALCULOS

- No aplica.

11. FORMATOS

- Reporte de calibración, MMC/EQ/17-04-A.
- Formato Ficha técnica de equipos, MEER/EQ/16-01-C.
- Formato Historial de operación de equipos y patrones de referencia, MEER/EQ/16-03-A.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad \03Publicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \17 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN \CALIBRACIÓN \Procedimientos \17-06 Calibración de equipos de medición electroquímica.doc
---	---

ANEXO 12. CURVAS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ELECTROQUÍMICA

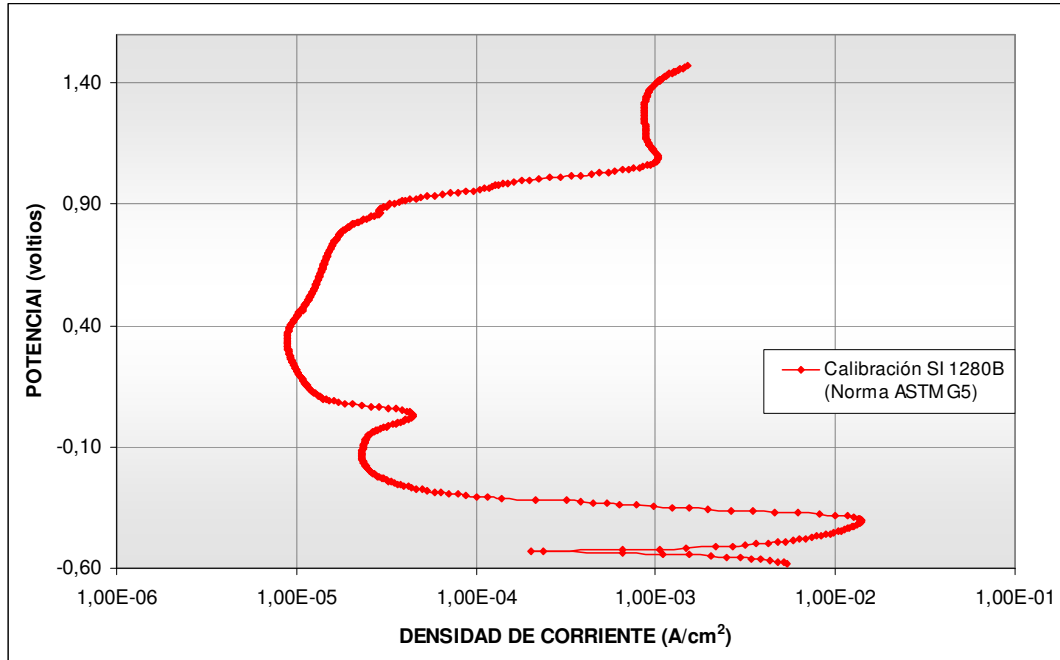


Figura 9. Curva de Calibración del equipo SOLARTRON SI 1280B

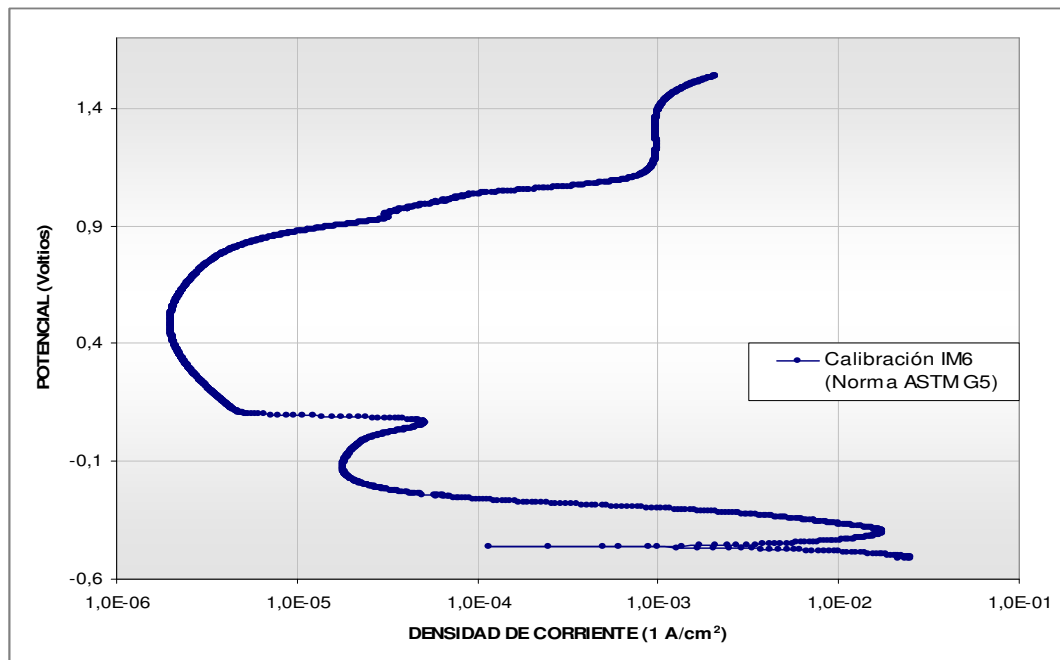


Figura 10. Curva de Calibración del equipo ZAHNER IM6

ANEXO 13. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE VALIDACIÓN

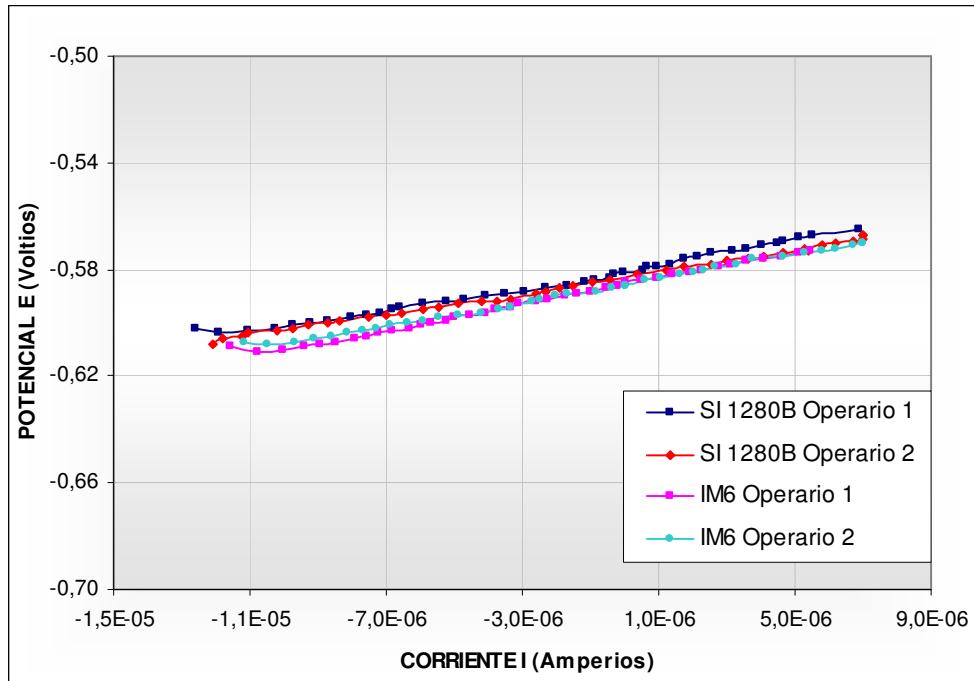


Figura 11. Ensayos de Resistencia a la Polarización

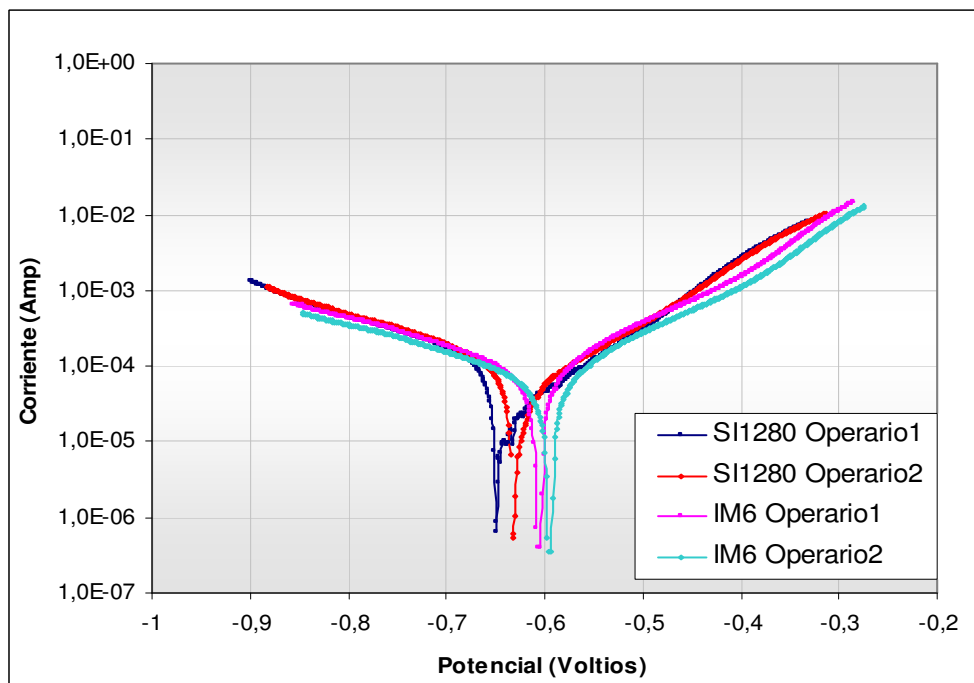


Figura 12. Ensayos de Curvas Tafel

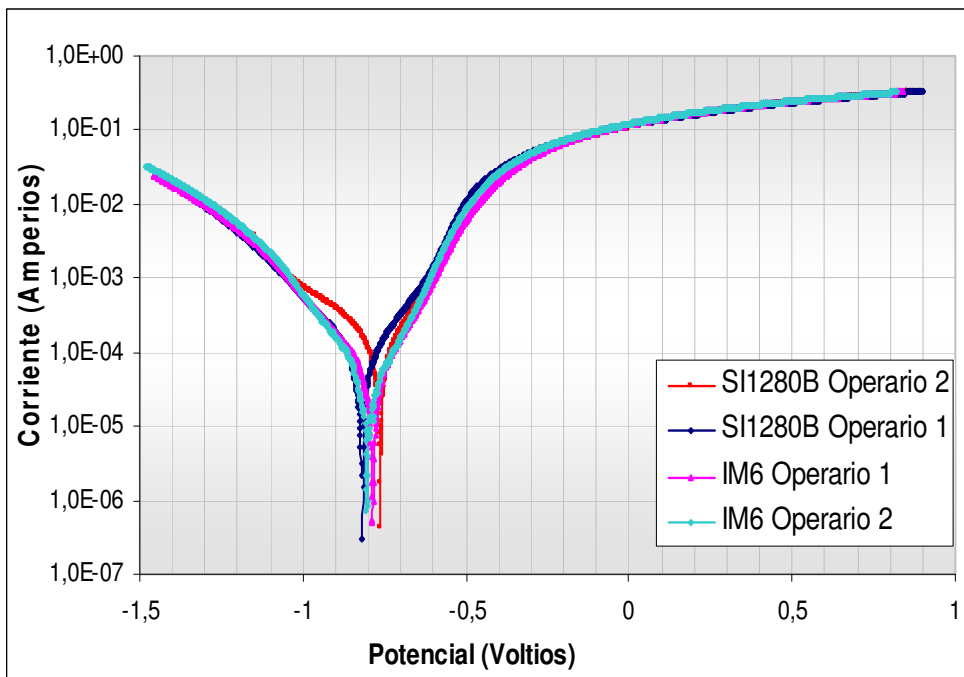


Figura 13. Ensayos de Polarización Potenciodinámica

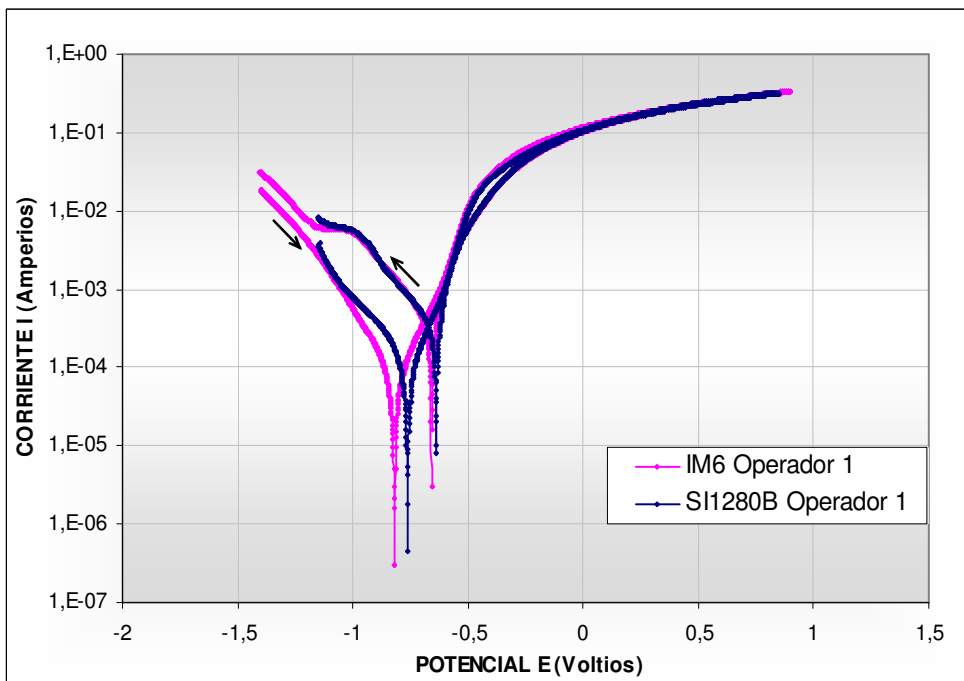


Figura 14. Ensayos de Polarización Potenciodinámica Cíclica operador 1

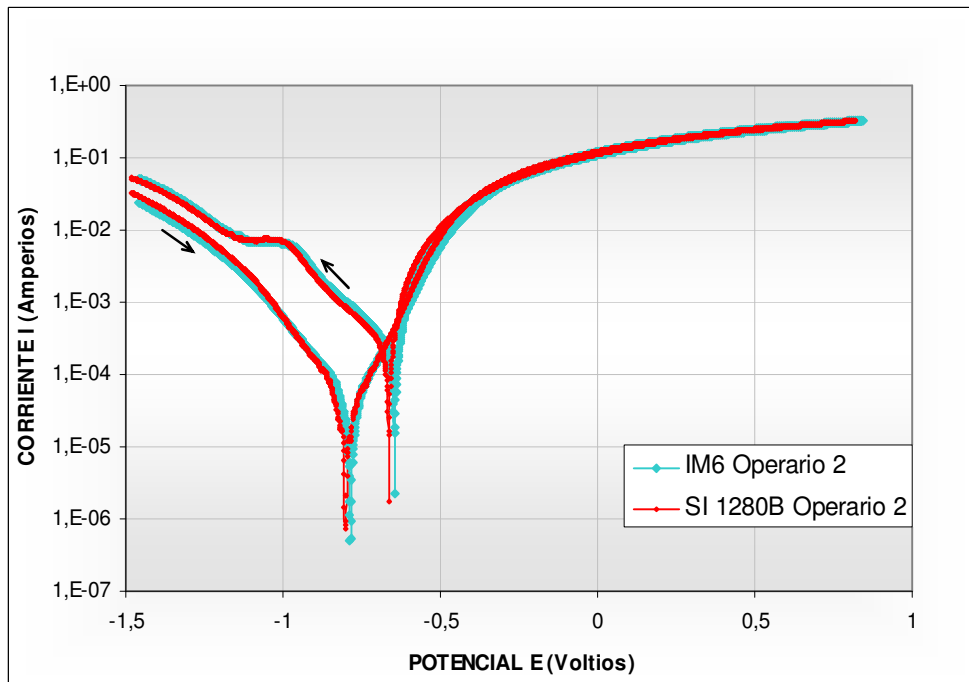


Figura 15. Ensayos de Polarización Potenciodinámica Cíclica operador 2

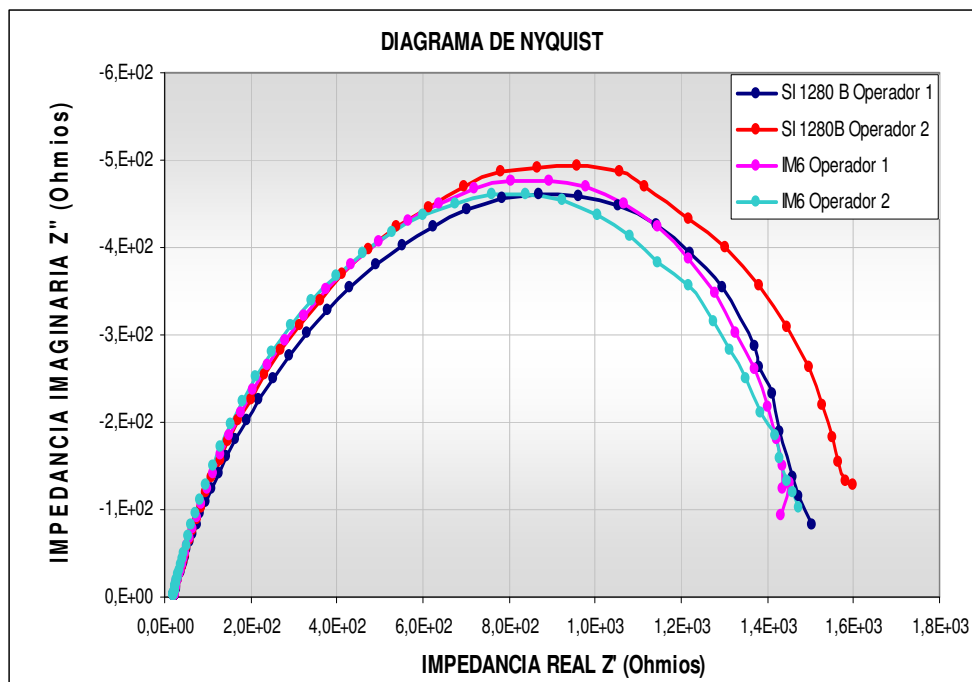


Figura 16. Ensayos EIS Diagrama de Nyquist

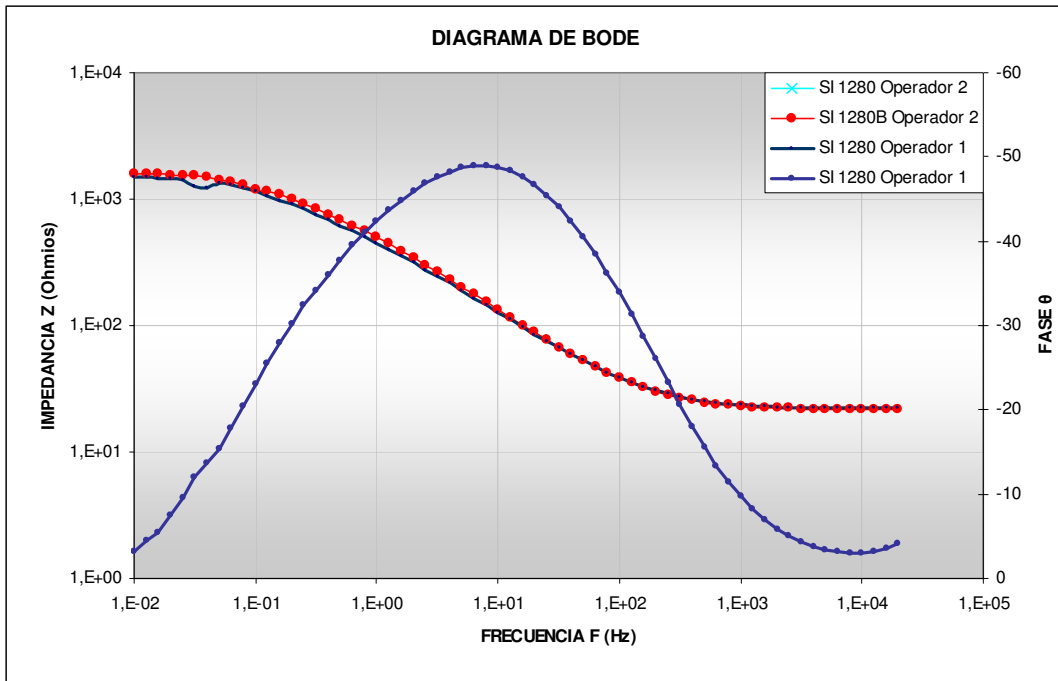


Figura 17. Diagrama de Bode equipo Solartron SI 1280B

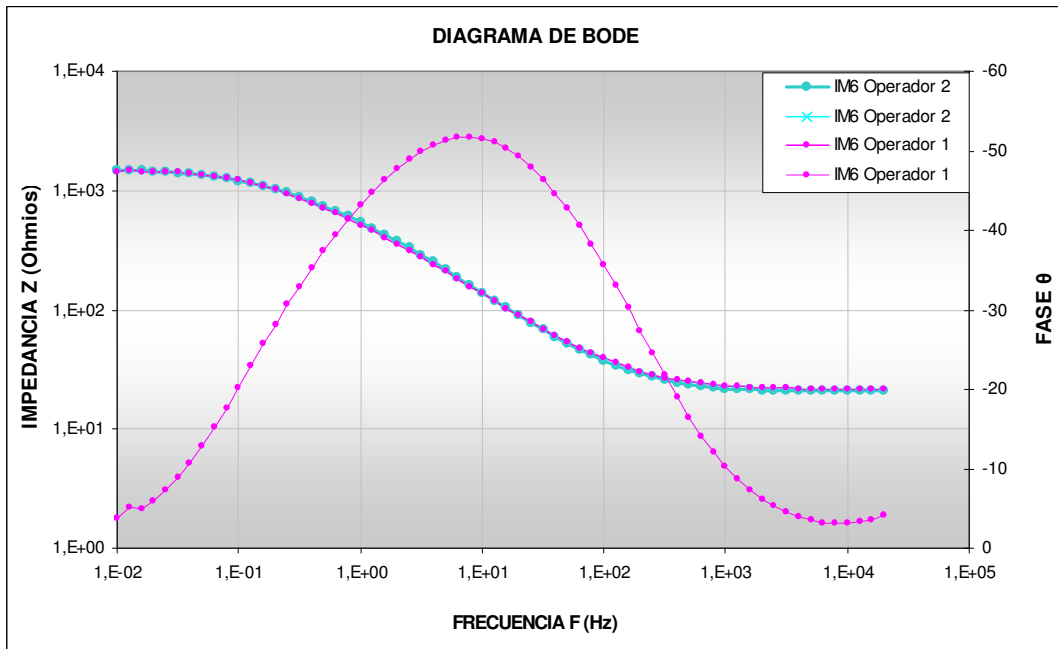


Figura 18. Diagrama de Bode equipo Zahner IM6

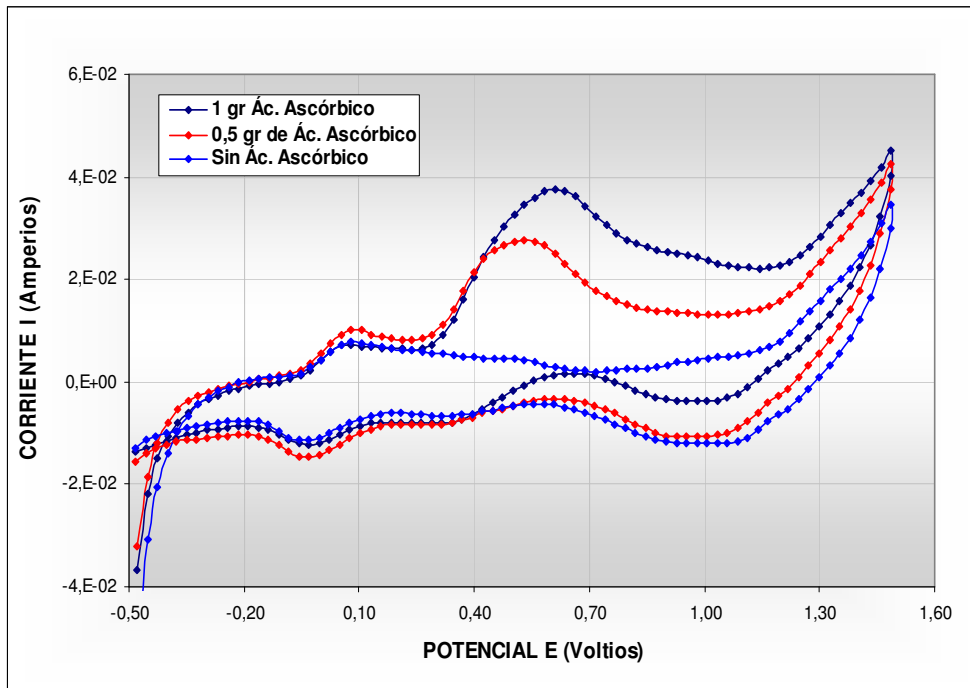


Figura 19. Ensayos de Voltametría Cíclica

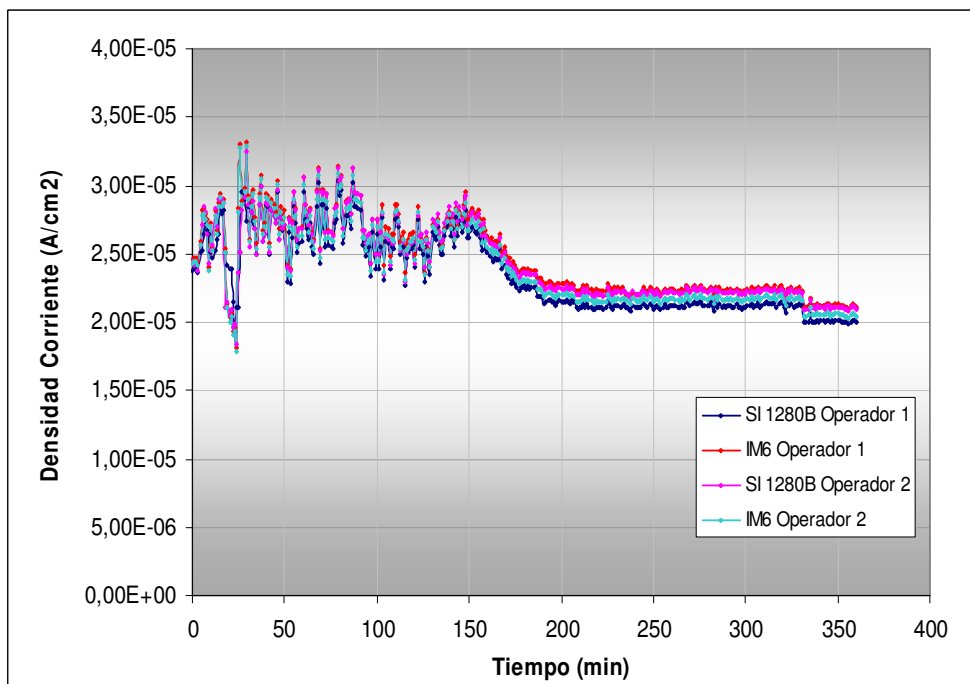



Figura 20. Ensayos de Corriente Galvánica

ANEXO 14. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR RESISTENCIA A LA POLARIZACIÓN			
MEER/EQ/07-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 5

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Natalia Rodríguez Firma: Fecha: 25/07/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 18/09/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 20/09/2006
PUBLICACIÓN			
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE	
0	25/09/2006	Coordinador de Calidad, Claudia L. Cristancho	

1. OBJETIVO

Establecer la metodología para realizar el ensayo de resistencia a la polarización.

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.


Aplica para ensayos de laboratorio bajo las siguientes especificaciones:

- Electrolitos acuosos, suelos y concretos.
- Cualquier tipo de material metálico.
- Condiciones estáticas hasta 4000 psi y 150°C.
- Condiciones dinámicas a presión atmosférica y temperatura hasta 90°C.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable de los resultados obtenidos de la evaluación electroquímica por resistencia a la polarización.	Coordinador Técnico
Responsable de implementar en laboratorio la metodología de evaluación electroquímica por resistencia a la polarización, de acuerdo con los lineamientos del presente documento.	Auxiliar de Laboratorio

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por Resistencia a la Polarización.doc
----------------------------------	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR RESISTENCIA A LA POLARIZACIÓN			
MEER/EQ/07-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 5

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Procedimientos, MP.
- Manual de Equipos y Elementos de Referencia, MEER.
- Listado Maestro de Documentos, MP/EQ/12-01-C.
- THALES Software Guide, DEM27.
- SI 1280 Electrochemical Measurement Unit TECHNICAL MANUAL, DEM26.
- OMEGA PRO: User Manual (OMEGA PRO FRA v2,00 and OMEGA PRO DC v2,00), DEM13
- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G3-89(2004) Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.
- ASTM G5-94(2004) Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.
- ASTM G59-97(2003) Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements.
- ASTM G111-97(2006) Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.

5. INSTRUCTIVOS

- Instructivo para el cálculo de la velocidad de corrosión, MP/I01/07-01.

6. ANEXOS

- No aplica.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS, MP/EQ/12-01". Las modificaciones a este documento se deben realizar de acuerdo con el "INSTRUCTIVO PARA ELABORAR DOCUMENTOS, MP/I01/12".

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO


1. Equipo de Medición Electroquímica:

- Unidad de Medidas Electroquímicas Solartron SI 1280B
- Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6

2. Equipos opcionales:

- Cilindro rotatorio y rotómetro (para condiciones de flujo del electrolito)
- Recirculador con controlador digital (para condiciones de temperatura específicas)
- Autoclave de alta presión con banda de calentamiento (para condiciones de temperatura y presión específicas)

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS\Procedimientos\07-01 Evaluación Electroquímica por Resistencia a la Polarización.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR RESISTENCIA A LA POLARIZACIÓN			
MEER/EQ/07-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 5

Los equipos de apoyo dependerán de las condiciones específicas del ensayo. En cualquier caso, estos deberán encontrarse calibrados (si es el caso) y en buenas condiciones de funcionamiento.

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

1. Celda electroquímica:

La celda de polarización estándar se describe en la sección 4.12 de la Norma ASTM G5, sin embargo, se puede utilizar cualquier otra celda si contiene las facilidades para colocar el electrodo de trabajo, un electrodo auxiliar ó contraelectrodo y un electrodo de referencia.

2. Electrodo de Trabajo (WE):

El WE debe ser fabricado del material a evaluar, de manera que pueda ser instalado en un portaelectrodo con aislamiento eléctrico en la celda de evaluación.

La superficie de trabajo debe ser preparada antes del ensayo, con papel abrasivo (lija) N° 120, 240, 320, 400 y 600. Antes de sumergir el electrodo debe ser desengrasado y enjuagado con agua destilada. Se recomienda revisar el procedimiento "Preparación de la superficie de elementos de ensayo metálicos, MP/EQ/06-03".

3. Electrodo Auxiliar ó Contraelectrodo (CE):

El CE puede ser de Platino, Grafito, Acero Inoxidable AISI 316 y/o del mismo material del electrodo de trabajo.

4. Electrodo de Referencia (RE):

El ER puede ser de Ag/AgCl y/o Calomel saturado. Se recomienda revisar el procedimiento "Uso de materiales y patrones de referencia, MEER/EQ/16-21" y el "Instructivo para la limpieza y almacenamiento de ER, EA y tubos Lugging, MEER/EQ/101/16-21".

Los elementos de ensayo, patrones de referencia, materiales de referencia y demás elementos necesarios para la realización del ensayo dependerán de las condiciones particulares del mismo. En cualquier caso, todos estos deben ser los apropiados para el ensayo y a su vez deben encontrarse en condiciones adecuadas para el uso propuesto.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE


Las precauciones generales de seguridad, salud y medio ambiente se encuentran en los procedimientos "MANEJO SEGURO DE EQUIPOS, MEER/EQ/16-03" y "MANEJO SEGURO DE PATRONES Y MATERIALES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-18", sin embargo, estas dependerán de las condiciones particulares del ensayo. Estos documentos se encuentran ubicados el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA" y ubicados en la red, en la dirección Públicos / 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES

Antes de realizar este procedimiento se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS\Procedimientos\07-01 Evaluación Electroquímica por Resistencia a la Polarización.doc
---	--


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR RESISTENCIA A LA POLARIZACIÓN			
MEER/EQ/07-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 5

- El montaje del ensayo dependerá de la celda a utilizar, esta puede ser de tipo Celda Plana ó Celda Balón. Para condiciones de altas presiones se utiliza el Autoclave estático, para simular flujo se utiliza la celda para el cilindro rotatorio. En el Anexo 2 se presentan las fotografías de las celdas anteriormente descritas.
- Se debe verificar el estado de calibración del equipo de medición electroquímica, utilizando la celda de calibración, de acuerdo con el procedimiento “Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6, MEER/EQ/16-05” ó “Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B, MEER/EQ/16-06”, correspondiente.

9.2 ACTIVIDADES

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Registrar el potencial de corrosión E_{corr} después de 55 minutos de inmersión del WE, ó hasta que el potencial se haya estabilizado.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
2	Colocar en el software del equipo el potencial a aplicar entre 20 ± 10 mV más negativo que el potencial de corrosión registrado en el ítem 1 y mantenerlo durante un minuto. Para la definición de los signos del potencial y la corriente, revisar la norma ASTM G3.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
3	Iniciar el barrido del potencial a la velocidad determinada, esta puede variar entre 80 y 100 mV/min para soluciones ácidas y entre 10 y 70 mV/min para soluciones básicas o neutras.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
4	Graficar la curva de polarización como una curva lineal de Densidad de Corriente Vs Potencial, de acuerdo con la norma ASTM G3.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
5	Guardar la copia electrónica del ensayo y registrando las condiciones generales de evaluación.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
6	Determinar la Resistencia de Polarización y la Velocidad de Corrosión.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
7	Diligenciar el formato “REPORTE DE RESULTADOS LPR Y CURVAS TAFEL, MP/EQ/07-01-A” con los datos generales del ensayo (cuando se trate de un reporte para el cliente, de lo contrario se guarda solo la copia electrónica).	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
8	Almacenar este documento en la carpeta rotulada con el nombre de “MANUAL DE PROCEDIMIENTOS”, ubicado en el Laboratorio de Electroquímica. Igualmente ubicarlo en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS/ Procedimientos/ 07-01 Evaluación Electroquímica por Resistencia a la Polarización. Los registros que se generen por este procedimiento se almacenan en las carpetas rotuladas con el nombre “07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS” ubicada en el Laboratorio de Electroquímica, según el código del formato correspondiente.	Coordinador de Calidad

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA\PROCESOS\07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS\Procedimientos\07-01 Evaluación Electroquímica por Resistencia a la Polarización.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR RESISTENCIA A LA POLARIZACIÓN			
MEER/EQ/07-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 5


10. CALCULOS

- Instructivo para el cálculo de la velocidad de corrosión, MP/I01/07-01.

11. FORMATOS

- Formato REPORTE DE RESULTADOS LPR Y CURVAS TAFEL, MP/EQ/07-01-A.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por Resistencia a la Polarización.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR CURVAS TAFEL			
MEER/EQ/07-02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 4

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Natalia Rodríguez Firma: Fecha: 26/07/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 18/09/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 20/09/2006
PUBLICACIÓN			
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE	
0	25/09/2006	Coordinador de Calidad, Claudia L. Cristancho	

1. OBJETIVO

Establecer la metodología para realizar el ensayo de curvas Tafel.

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.

Aplica para ensayos de laboratorio bajo las siguientes especificaciones:

- Electrolitos acuosos, suelos y concretos.
- Cualquier tipo de material metálico.
- Condiciones estáticas hasta 4000 psi y 150°C.
- Condiciones dinámicas a presión atmosférica y temperatura hasta 90°C.


3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable de los resultados obtenidos de la evaluación electroquímica por curvas Tafel.	Coordinador Técnico
Responsable de implementar en laboratorio la metodología de evaluación electroquímica por curvas Tafel, de acuerdo con los lineamientos del presente documento.	Auxiliar de Laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Procedimientos, MP.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por Curvas Tafel.doc
----------------------------------	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR CURVAS TAFEL			
MEER/EQ/07-02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 4

- Manual de Equipos y Elementos de Referencia, MEER.
- Listado Maestro de Documentos, MP/EQ/12-01-C.
- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G3-89(2004) Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.
- ASTM G5-94(2004) Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.
- ASTM G59-97(2003) Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements.
- ASTM G111-97(2006) Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.

5. INSTRUCTIVOS

- Instructivo para el cálculo de la velocidad de corrosión, MP/I01/07-01.

6. ANEXOS

- No aplica.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS, MP/EQ/12-01". Las modificaciones a este documento se deben realizar de acuerdo con el "INSTRUCTIVO PARA ELABORAR DOCUMENTOS, MP/I01/12".

8. RECURSOS


8.1 EQUIPO

1. Equipo de Medición Electroquímica:
 - Unidad de Medidas Electroquímicas Solartron SI 1280B
 - Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6
2. Equipos opcionales:
 - Cilindro rotatorio y rotómetro (para condiciones de flujo del electrolito)
 - Recirculador con controlador digital (para condiciones de temperatura específicas)
 - Autoclave de alta presión con banda de calentamiento (para condiciones de temperatura y presión específicas)

Los equipos de apoyo dependerán de las condiciones específicas del ensayo. En cualquier caso, estos deberán encontrarse calibrados (si es el caso) y en buenas condiciones de funcionamiento.

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS\07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS\Procedimientos\07-01 Evaluación Electroquímica por Curvas Tafel.doc
---	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR CURVAS TAFEL			
MEER/EQ/07-02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 4

1. Celda electroquímica:

La celda de polarización estándar se describe en la sección 4.12 de la Norma ASTM G5, sin embargo, se puede utilizar cualquier otra celda si contiene las facilidades para colocar el electrodo de trabajo, un electrodo auxiliar ó contraelectrodo y un electrodo de referencia.

2. Electrodo de Trabajo (WE):

El WE debe ser fabricado del material a evaluar, de manera que pueda ser instalado en un portaelectrodo con aislamiento eléctrico en la celda de evaluación.

La superficie de trabajo debe ser preparada antes del ensayo, con papel abrasivo (lija) N° 120, 240, 320, 400 y 600. Antes de sumergir el electrodo debe ser desengrasado y enjuagado con agua destilada. Se recomienda revisar el procedimiento “Preparación de la superficie de elementos de ensayo metálicos, MP/EQ/06-03”.

3. Electrodo Auxiliar ó Contraelectrodo (CE):

El CE puede ser de Platino, Grafito, Acero Inoxidable AISI 316 y/o del mismo material del electrodo de trabajo.

4. Electrodo de Referencia (RE):

El ER puede ser de Ag/AgCl y/o Calomel saturado. Se recomienda revisar el procedimiento “Uso de materiales y patrones de referencia, MEER/EQ/16-21” y el “Instructivo para la limpieza y almacenamiento de ER, EA y tubos Lugging, MEER/EQ/I01/16-21”.

Los elementos de ensayo, patrones de referencia, materiales de referencia y demás elementos necesarios para la realización del ensayo dependerán de las condiciones particulares del mismo. En cualquier caso, todos estos deben ser los apropiados para el ensayo y a su vez deben encontrarse en condiciones adecuadas para el uso propuesto.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Las precauciones generales de seguridad, salud y medio ambiente se encuentran en los procedimientos “MANEJO SEGURO DE EQUIPOS, MEER/EQ/16-03” y “MANEJO SEGURO DE PATRONES Y MATERIALES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-18”, sin embargo, estas dependerán de las condiciones particulares del ensayo. Estos documentos se encuentran ubicados el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de “MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA” y ubicados en la red, en la dirección Públicos / 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA.


9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES

Antes de realizar este procedimiento se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El montaje del ensayo dependerá de la celda a utilizar, esta puede ser de tipo Celda Plana ó Celda Balón. Para condiciones de altas presiones se utiliza el Autoclave estático, para simular flujo se utiliza la celda para el cilindro rotatorio. En el Anexo 2 se presentan las fotografías de las celdas anteriormente descritas.
- Se debe verificar el estado de calibración del equipo de medición electroquímica, utilizando la celda de calibración, de acuerdo con el procedimiento “Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6, MEER/EQ/16-05” ó “Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B, MEER/EQ/16-06”, correspondiente.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por Curvas Tafel.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR RESISTENCIA A LA POLARIZACIÓN			
MEER/EQ/07-02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 4

9.2 ACTIVIDADES

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Monitorear el potencial de corrosión E_{corr} durante los primeros 55 minutos de inmersión del WE o hasta que el potencial se haya estabilizado.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
2	Colocar en el software del equipo el potencial a aplicar entre 250 mV más negativo que el potencial de corrosión registrado en el ítem 1. Para la definición de los signos del potencial y la corriente, revisar la norma ASTM G3.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
3	Iniciar el barrido del potencial a la velocidad determinada, esta puede variar entre 12 y 20 mV/min.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
4	Graficar la curva de polarización como una curva lineal de logaritmo de la Densidad de Corriente vs Potencial, de acuerdo con la norma ASTM G3.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
5	Guardar la copia electrónica del ensayo y registrando las condiciones generales de evaluación.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
6	Determinar β_a , β_c y la Velocidad de Corrosión, de acuerdo con el instructivo para el cálculo de velocidad de corrosión MP/I01/07-01.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
7	Diligenciar el formato "REPORTE DE RESULTADOS LPR Y CURVAS TAFEL, MP/EQ/07-01-A" con los datos generales del ensayo (cuando se trate de un reporte para el cliente, de lo contrario se guarda solo la copia electrónica).	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
8	Almacenar este documento en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE PROCEDIMIENTOS", ubicado en el Laboratorio de Electroquímica. Igualmente ubicarlo en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS/ Procedimientos/ 07-02 Evaluación Electroquímica por Curvas Tafel. Los registros que se generen por este procedimiento se almacenan en las carpetas rotuladas con el nombre "07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS" ubicada en el Laboratorio de Electroquímica, según el código del formato correspondiente.	Coordinador de Calidad


10. CALCULOS

- Instructivo para el cálculo de la velocidad de corrosión, MP/I01/07-01.

11. FORMATOS

- Formato REPORTE DE RESULTADOS LPR Y CURVAS TAFEL, MP/EQ/07-01-A.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA\PROCESOS\07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS\Procedimientos\07-01 Evaluación Electroquímica por Curvas Tafel.doc
----------------------------------	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR EIS			
MEER/EQ/07-03	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 5

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Natalia Rodríguez Firma: Fecha: 26/07/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 18/09/2006	Nombre: Luis Ferney Vesga Firma: Fecha: 20/09/2006
PUBLICACIÓN			
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE	
0	25/09/2006	Coordinador de Calidad, Claudia L. Cristancho	

1. OBJETIVO

Establecer la metodología para realizar el ensayo de Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIS).

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.

Aplica para ensayos de laboratorio bajo las siguientes especificaciones:

- Electrolitos acuosos, suelos y concretos.
- Cualquier tipo de material metálico con o sin recubrimientos.
- Condiciones estáticas hasta 4000 psi y 150°C.
- Condiciones dinámicas a presión atmosférica y temperatura hasta 90°C.


3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable de los resultados obtenidos de la evaluación electroquímica por EIS.	Coordinador Técnico
Responsable de implementar en laboratorio la metodología de evaluación electroquímica por EIS, de acuerdo con los lineamientos del presente documento.	Auxiliar de Laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Procedimientos, MP.
- Manual de Equipos y Elementos de Referencia, MEER.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por EIS.doc
----------------------------------	---

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR EIS			
MEER/EQ/07-03	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 5

- Listado Maestro de Documentos, MP/EQ/12-01-C.
- THALES Software Guide, DEM27.
- THALES IM6 Owner's Manual Impedance Spectrum Analyzer Universal Electrochemical Interfase, DEM32.
- SI 1280 Electrochemical Measurement Unit TECHNICAL MANUAL, DEM26.
- Zview for Windows IMPEDANCE / GAIN PHASE GRAPHING AND ANALYSIS SOFTWARE Version 1.4 OPERATING MANUAL, DEM33.
- Zplot for Windows ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE Software Version 1.4 OPERATING MANUAL, DEM16.
- OMEGA PRO: User Manual (OMEGA PRO FRA v2,00 and OMEGA PRO DC v2,00), DEM13.
- ASTM D609-00(2006) Standard Practice for Preparation of Cold-Rolled Steel Panels for Testing Paint, Varnish, Conversion Coatings, and Related Coating Products.
- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G3-89(2004) Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.
- ASTM G5-94(2004) Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.
- ASTM G111-97(2006) Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
- ASTM G106-89(2004) Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements.

5. INSTRUCTIVOS

- Instructivo para la determinación de parámetros del circuito equivalente, MP/I01/07-03.

6. ANEXOS

- No aplica.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS, MP/EQ/12-01". Las modificaciones a este documento se deben realizar de acuerdo con el "INSTRUCTIVO PARA ELABORAR DOCUMENTOS, MP/I01/12".

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO

1. Equipo de Medición Electroquímica:


- Unidad de Medidas Electroquímicas Solartron SI 1280B
- Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6

2. Equipos opcionales:

- Cilindro rotatorio y rotómetro (para condiciones de flujo del electrolito)

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez

\\Integridad\03 Públicos\34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA
 \PROCESOS\07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS\Procedimientos\07-01
 Evaluación Electroquímica por EIS.doc

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR EIS			
MEER/EQ/07-03	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 5

- Recirculador con controlador digital (para condiciones de temperatura específicas)
- Autoclave de alta presión con banda de calentamiento (para condiciones de temperatura y presión específicas)

Los equipos de apoyo dependerán de las condiciones específicas del ensayo. En cualquier caso, estos deberán encontrarse calibrados (si es el caso) y en buenas condiciones de funcionamiento.

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

1. Celda electroquímica:

La celda de polarización estándar se describe en la sección 4.12 de la Norma ASTM G5, sin embargo, se puede utilizar cualquier otra celda si contiene las facilidades para colocar el electrodo de trabajo, un electrodo auxiliar ó contraelectrodo y un electrodo de referencia, así como la facilidad de verificar la temperatura de operación.

2. Electrodo de Trabajo (WE):

El WE debe ser fabricado del material a evaluar, de manera que pueda ser instalado en un portaelectrodo con aislamiento eléctrico en la celda de evaluación.

Para electrolitos acuosos, la superficie de trabajo debe ser preparada antes del ensayo con papel abrasivo (lija) hasta la N° 600; excepto para la evaluación de recubrimientos. Antes de sumergir el electrodo debe ser desengrasado y enjuagado con agua destilada. Se recomienda revisar el procedimiento "Preparación de la superficie de elementos de ensayo metálicos, MP/EQ/06-03".

3. Electrodo Auxiliar ó Contraelectrodo (CE):

El CE puede ser de Platino, Grafito, Acero Inoxidable AISI 316 y/o del mismo material del electrodo de trabajo.

4. Electrodo de Referencia (RE):


El ER puede ser de Ag/AgCl, Platino y/o Cu/CuSO₄. Se recomienda revisar el procedimiento "Uso de materiales y patrones de referencia, MEER/EQ/16-21" y el "Instructivo para la limpieza y almacenamiento de ER, EA y tubos Lugging, MEER/EQ/101/16-21".

Los elementos de ensayo, patrones de referencia, materiales de referencia y demás elementos necesarios para la realización del ensayo dependerán de las condiciones particulares del mismo. En cualquier caso, todos estos deben ser los apropiados para el ensayo y a su vez deben encontrarse en condiciones adecuadas para el uso propuesto.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Las precauciones generales de seguridad, salud y medio ambiente se encuentran en los procedimientos "MANEJO SEGURO DE EQUIPOS, MEER/EQ/16-03" y "MANEJO SEGURO DE PATRONES Y MATERIALES DE REFERENCIA, MEER/EQ/16-18", sin embargo, estas dependerán de las condiciones particulares del ensayo. Estos documentos se encuentran ubicados el Laboratorio de Electroquímica en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA" y ubicados en la red, en la dirección Públicos / 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 16 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA.

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \\PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por EIS.doc
---	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR EIS			
MEER/EQ/07-03	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 5

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES


Antes de realizar este procedimiento se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El montaje del ensayo dependerá de la celda a utilizar, esta puede ser de tipo Celda Plana ó Celda Balón. Para condiciones de altas presiones se utiliza el Autoclave estático, para simular flujo se utiliza la celda para el cilindro rotatorio. En el Anexo 2 se presentan las fotografías de las celdas anteriormente mencionadas.
- Se debe verificar el estado de calibración del equipo de medición electroquímica, utilizando la celda de calibración, de acuerdo con el procedimiento “Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6, MEER/EQ/16-05” ó “Operación de la Unidad de Medición Electroquímica Solartron SI 1280B, MEER/EQ/16-06”, correspondiente

9.2 ACTIVIDADES

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Monitorear el potencial de corrosión E_{corr} durante los primeros 55 minutos de inmersión del WE o hasta que el potencial se haya estabilizado.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
2	Colocar en el software del equipo de medición electroquímica las condiciones del ensayo, tales como: frecuencia inicial, frecuencia final, puntos por década y la amplitud.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
3	Iniciar la corrida de impedancia.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
4	Trazar la curva en la gráfica Nyquist (Impedancia real vs el negativo de la Impedancia imaginaria) y la gráfica de BODE (módulo de impedancia-ángulo de fases vs frecuencia), de acuerdo con la norma ASTM G106.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
5	Guardar la copia electrónica del ensayo y registrando las condiciones generales de evaluación.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
6	Determinar los parámetros del circuito equivalente, de acuerdo con el instructivo MP/I01/07-03.	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio
7	Diligenciar el formato “REPORTE DE RESULTADOS EIS, MP/EQ/07-03-A” con los datos generales del ensayo (cuando se trate de un reporte para el cliente, de lo contrario se guarda solo la copia electrónica).	Coordinador Técnico / Auxiliar de Laboratorio

ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \\PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por EIS.doc
----------------------------------	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA POR EIS			
MEER/EQ/07-03	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 5

8	<p>Almacenar este documento en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE PROCEDIMIENTOS", ubicado en el Laboratorio de Electroquímica. Igualmente ubicarlo en la red, en la dirección Públicos/ 34 ACREDITACIÓN LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA/ PROCESOS/ 07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS/ Procedimientos/ 07-03 Evaluación Electroquímica por EIS.</p> <p>Los registros que se generen por este procedimiento se almacenan en las carpetas rotuladas con el nombre "07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS" ubicada en el Laboratorio de Electroquímica, según el código del formato correspondiente.</p>	<p>Coordinador de Calidad</p>
---	--	-------------------------------

10. CALCULOS

- Instructivo para la determinación de parámetros del circuito equivalente, MP/101/07-03.


11. FORMATOS

- Formato REPORTE DE RESULTADOS EIS, MP/EQ/07-03-A.


ELABORADO POR: Natalia Rodríguez	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \07 REALIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS \Procedimientos \07-01 Evaluación Electroquímica por EIS.doc
---	---

ANEXO 15. PROGRAMAS DE AUDITORÍAS INTERNAS


Programa de Auditoria Interna de Gestión


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PROGRAMA DE AUDITORIA INTERNA			
MP/EQ/15-01-A	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 1 de 1
Consecutivo N° 01			
Fecha: 28/07/2006			
PROCESOS A AUDITAR	RESPONSABLE DEL PROCESO	FECHA DE AUDITORIA	AUDITOR INTERNO
• PROCESOS DE DIRECCION			
Revisión por la Dirección	COORDINADOR DE CALIDAD	15/08/2006	NIDIA LILIANA MENDIETA CAICEDO
Planificación del Sistema de Gestión de Calidad			
Asignación de Recursos			
• PROCESOS ADMINISTRATIVOS			
Gestión Con El Cliente	COORDINADOR DE CALIDAD	15/08/2006	NIDIA LILIANA MENDIETA CAICEDO
Compras y Subcontrataciones			
Gestión del Recurso Humano			
Control de Documentos			
Control de Registros			
Medición, Análisis y Mejora			
• PROCESOS TECNICOS			
NO APLICA			
RESPONSABLE: CLAUDIA LILIANA CRISTANCHO TORRES COORDINADOR DE CALIDAD		REVISIÓN Y APROBACIÓN: NIDIA LILIANA MENDIETA CAICEDO AUDITOR INTERNO	

Programa de Auditoria Interna Técnica


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PROGRAMA DE AUDITORIA INTERNA			
MP/EQ/15-01-A	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 1 de 1
Consecutivo N° 02 Fecha: 24/11/2006			
PROCESOS A AUDITAR	RESPONSABLE DEL PROCESO	FECHA DE AUDITORIA	AUDITOR INTERNO
<ul style="list-style-type: none"> PROCESOS DE DIRECCION 			
NO APLICA			
<ul style="list-style-type: none"> PROCESOS ADMINISTRATIVOS 			
NO APLICA			
<ul style="list-style-type: none"> PROCESOS TECNICOS 			
Planificación del Ensayo	COORDINADOR TÉCNICO	11/12/2006	REINALDO VILLALBA
Manejo de Elementos de Ensayo e Información			
Realización y Control de Ensayo			
Elaboración de Informes			
Aseguramiento de la Calidad de los Ensayos			
Control de Datos			
Equipos y Elementos de Referencia			
Mantenimiento y Calibración			
Condiciones Ambientales			
RESPONSABLE: LUIS FERNEY VESGA LÓPEZ COORDINADOR TÉCNICO		REVISIÓN Y APROBACIÓN: REINALDO VILLALBA AUDITOR INTERNO	

ANEXO 16. PLANES DE AUDITORÍAS INTERNAS

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PLAN DE AUDITORIA INTERNA			
MP/EQ/15-01-B	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 1
Consecutivo N° 01		FECHA: 13/08/2006	
INFORMACION GENERAL DE LA AUDITORIA INTERNA			
Responsable de los procesos auditados:	Claudia Liliana Cristancho		
Auditor Interno:	Nidia Liliana Mendieta Caicedo		
Equipo Auditor:	Nidia Liliana Mendieta Caicedo		
Objetivo de la Auditoria Interna:	Evaluar la suficiencia y eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad documentado e implementado en el Laboratorio de Electroquímica de la CIC.		
Alcance de la Auditoria Interna:	Procesos Administrativos del Sistema de Gestión de la Calidad: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión por la Dirección ▪ Planificación del S.G.C. ▪ Asignación de Recursos ▪ Gestión con el Cliente ▪ Compras y Subcontrataciones del Laboratorio de Electroquímica ▪ Gestión del Recurso Humano ▪ Control de Documentos ▪ Control de Registros ▪ Medición, Análisis y Mejora 		
Criterios de la Auditoria Interna:	Capítulo IV de la norma NTC-ISO-IEC 17025		
Documentos de referencia:	NTC-ISO-17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.		
Fecha de ejecución:	15 de Agosto del 2006		
Reunión de apertura:	15 de Agosto del 2006	Lugar: Biblioteca C.I.C.	
Reunión de cierre:	17 de Agosto del 2006	Lugar: Biblioteca C.I.C.	
AGENDA DE AUDITORIA INTERNA			
FECHA Y HORA	PROCESO/REQUISITO POR AUDITAR	AUDITOR(ES)	AUDITADO (CARGO, NOMBRE, LUGAR)
Agosto 15 (9:00 – 9:30 a.m.)	Reunión de Apertura	Nidia Liliana Mendieta	Coord. de Calidad, Director Lab, Auxiliar del Laboratorio
Agosto 15 (9:30 – 11:00 a.m.)	12 Control de Documentos 13 Control de Registros	Nidia Liliana Mendieta	Estudiantes.
Agosto 16 (9:00 – 11:00 a.m.)	01 Revisión por la Dirección 02 Planificación del S.G.C. 03 Asignación de Recursos 04 Gestión con el Cliente 10 Compras 11 Gestión del Recurso Humano	Nidia Liliana Mendieta	Estudiantes.
Agosto 17 (09:00 – 10:30 a.m.)	15 Medición, Análisis y Mejora (Auditorías Internas, Acciones Correctivas Y Preventivas, Control De Trabajo No Conforme, Indicadores)	Nidia Liliana Mendieta	Estudiantes.
Agosto 24 (8:00 – 8:30 a.m.)	Reunión de Cierre	Nidia Liliana Mendieta	Coord. de Calidad, Director Lab, Auxiliar del Laboratorio.


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PLAN DE AUDITORIA INTERNA			
MP/EQ/15-01-B	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 1
Consecutivo N° 02			FECHA: 09/11/2006
INFORMACION GENERAL DE LA AUDITORIA INTERNA			
Responsable de los procesos auditados:	Luis Ferney Vesga López (Coordinador Técnico)		
Auditor Interno:	Reinaldo Villalba		
Equipo Auditor:	No aplica		
Objetivo de la Auditoria Interna:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confirmar que el Sistema de Gestión de la Calidad ha documentado e implementado los requisitos técnicos de la norma NTC-ISO-17025. ▪ Identificar oportunidades de mejora del Sistema de Gestión de la Calidad. 		
Alcance de la Auditoria Interna:	Procesos Técnicos del Sistema de Gestión de la Calidad: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificación del Ensayo ▪ Manejo de Elementos del Ensayo e Información ▪ Realización y Control de Ensayo ▪ Elaboración de Informes ▪ Aseguramiento de la Calidad de los Ensayos ▪ Control de Datos ▪ Equipos y Elementos de Referencia ▪ Mantenimiento y Calibración ▪ Condiciones Ambientales e Instalaciones 		
Criterios de la Auditoria Interna:	Capítulo 5 de la norma NTC-ISO-17025 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".		
Documentos de referencia:	NTC-ISO-17025 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".		
Fecha de ejecución:	11 de Diciembre del 2006		
Reunión de apertura:	11 de Diciembre del 2006	Lugar: Biblioteca C.I.C.	
Reunión de cierre:	12 de Diciembre del 2006	Lugar: Biblioteca C.I.C.	
AGENDA DE AUDITORIA INTERNA			
FECHA Y HORA	PROCESO/REQUISITO POR AUDITAR	AUDITOR(ES)	AUDITADO (CARGO, NOMBRE, LUGAR)
11/12/06 (8:00 – 8:30 a.m.)	Reunión de Apertura	Reinaldo Villalba	Coordinador Técnico: Ferney Vesga Auxiliar del Laboratorio: Daniel Martínez Coordinador de Calidad: Natalia Rodríguez
11/12/06 (8:30 – 9:30 a.m.)	5.1 Generalidades 5.2 Personal 5.3 Instalaciones y Condiciones Ambientales	Reinaldo Villalba	Ferney Vesga Daniel Martínez
11/12/06 (9:30 – 11:30 a.m.)	5.4 Métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos.	Reinaldo Villalba	Ferney Vesga Daniel Martínez
11/12/06 (2:00 – 4:00 p.m.)	5.5 Equipos	Reinaldo Villalba	Ferney Vesga Daniel Martínez
12/12/06 (8:00 – 12:00 a.m.)	5.6 Trazabilidad de las Medidas 5.7 Muestreo 5.8 Manipulación de los ítems de Ensayo y de Calibración 5.9 Aseguramiento de la Calidad de los Resultados de Ensayo y de Calibración	Reinaldo Villalba	Ferney Vesga Daniel Martínez
12/12/06 (2:00 – 3:00 p.m.)	5.10 Informes de Resultados	Reinaldo Villalba	Ferney Vesga Daniel Martínez
12/12/06 (3:00 – 3:30 p.m.)	Reunión de Cierre	Reinaldo Villalba	Ferney Vesga Daniel Martínez Natalia Rodríguez

ANEXO 17. PLAN DE MEJORA PARA AUDITORIA DE GESTIÓN

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS			
MP/EQ/15-02-A	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 2


Consecutivo N° 01						Fecha: 21/08/2006	
INFORMACION DE LAS ACCIONES A IMPLEMENTAR							
FECHA	DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD	IDENTIFICADA POR	CAUSA RAIZ	ACCIONES A REALIZAR	RESPONSABLE(S)	FECHA DE ENTREGA	APROBACION DE CIERRE DE NC
Ago. 21 2006	No se evidencia diligenciamiento del formato "Cambio, Anulación o Inclusión de Documentos, MP/EQ/12-01-B", para el cambio realizado el día 08 de Mayo de 2006 al procedimiento "Revisión por la Dirección, MP/EQ/01-01", incumpliendo con lo especificado en el procedimiento "Control de Documentos, MP/EQ/12-01".	Auditoria Interna	No se diligenció el formato por olvido del Coordinador de Calidad, debido a la falta de costumbre en el diligenciamiento de registros.	Reiterar a través de una charla dirigida a todo el personal del laboratorio, la importancia de dejar evidencia de toda actividad realizada del S.G.C., en el momento de su ejecución.	Estudiante en Práctica	Agosto 2006	APROBADO
Ago. 21 2006	No se evidencia la ejecución de la Revisión por la Dirección programada para el mes de Junio, incumpliendo con lo especificado en el procedimiento "Revisión por la Dirección, MP/EQ/01-01"	Auditoria Interna	No se realizó debido a los compromisos adquiridos por el Director de la C.I.C., en otras ciudades.	Designar al funcionario de la C.I.C. que será el Representante de la Dirección, y que cumplirá con las funciones asignadas al Director.	Director de la C.I.C.	Septiembre 2006	APROBADO
Ago. 21 2006	No se evidencia claramente la periodicidad de medición de los indicadores de gestión del S.G.C.	Auditoria Interna	No se especificó esta información en el formato de Gestión de Indicadores, sino se mencionó en cada procedimiento.	Rediseñar el formato "Gestión de Indicadores del S.G.C., MP/EQ/15-04-A", para que contenga una columna donde se especifique cual es la periodicidad de medición de cada indicador.	Coordinador de Calidad	Septiembre 2006	APROBADO

ELABORADO POR: Karen Gil	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \15 MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA \Auditorías Internas\ Formatos.doc
--------------------------	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS			
MP/EQ/15-02-A	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 2


Ago. 21	No se evidencia diligenciamiento del formato "Solicitud de Cotización, MP/EQ/10-01-B", de la compra efectuada al proveedor Prolar el día 10 de Mayo del 2006, incumpliendo con lo especificado en el procedimiento "Compras y Subcontrataciones del Laboratorio de Electroquímica, MP/EQ/10-01"	Auditoria Interna	No se diligenció este formato, debido a que la solicitud de cotización efectuada al proveedor Prolar, se realizó de forma telefónica.	Rediseñar el formato "Solicitud de Cotización, MP/EQ/10-01-B", para que contenga una fila donde se especifique si la solicitud de cotización fue realizada por teléfono ó si se envió el formato de solicitud directamente al proveedor.	Coordinador de Calidad	Septiembre 2006	APROBADO
Ago. 21	No se evidencia registro de la divulgación de la Política de Calidad.	Auditoria Interna	No se diligenció el formato "Asistencia a Capacitaciones, MP/EQ/11-03-E" cuando se realizó con el personal del laboratorio la reunión, en la cual se divulgó la Política de Calidad.	Reiterar a través de una charla dirigida a todo el personal del laboratorio, la importancia de dejar evidencia de toda actividad realizada del S.G.C., en el momento de su ejecución.	Estudiante en Práctica	Agosto 2006	APROBADO
Ago. 21	No se evidencia un claro control en la distribución de los documentos impresos del S.G.C.	Auditoria Interna	No se tiene presente colocar el rótulo COPIA CONTROLADA a un documento reproducido.	Especificar en el procedimiento "Control de Documentos, MP/EQ/10-01", la realización de esta actividad, comunicar este cambio al personal del laboratorio, y asegurar su implementación.	Coordinador de Calidad	Septiembre 2006	APROBADO
Ago. 21	No se evidencia en el personal del laboratorio, una cultura de reportar y hacer seguimiento a los trabajos no conformes encontrados.	Auditoria Interna	Falta conocimiento del personal del laboratorio, sobre el procedimiento "Control de Trabajo No Conforme, MP/EQ/15-03"	Capacitar al personal del laboratorio, sobre este procedimiento, evaluar su conocimiento, y hacer seguimiento a la identificación y comunicación de trabajos no conforme realizados por el Laboratorio de Electroquímica.	Estudiante en Práctica	Septiembre 2006	APROBADO

ANEXO 18. PLAN DE MEJORA PARA AUDITORIA TÉCNICA


LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS			
MP/EQ/15-02-A	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 3

Consecutivo N° 02		Fecha: 18/12/2006					
INFORMACION DE LAS ACCIONES A IMPLEMENTAR							
FECHA	DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD	IDENTIFICADA POR	CAUSA RAIZ	ACCIONES A REALIZAR	RESPONSABLE(S)	FECHA DE ENTREGA	APROBACION DE CIERRE DE NC
Dic 18 2006	Se evidencia la instalación y operación del autoclave estática dentro de las instalaciones permanentes del laboratorio, sin las mínimas condiciones de seguridad para el personal.	Auditoria Interna	No existe una debida separación de las áreas circundantes del laboratorio.	Gestionar los recursos para mandar a fabricar una división de ladrillo, que aisle totalmente la autoclave del Laboratorio de Electroquímica.	Coordinador Técnico	Enero 2007	NO APROBADO
Dic 18 2006	Se evidencia el ingreso de personal no autorizado a las instalaciones permanentes del Laboratorio de Electroquímica.	Auditoria Interna	No se ha implementado el formato "Control de Acceso a las Instalaciones del Laboratorio".	Publicar en la entrada del laboratorio, una lista donde se indique quienes son el personal autorizado para entrar al laboratorio, y hacer seguimiento a la implementación al formato de control de acceso a las instalaciones del laboratorio.	Coordinador Técnico / Auxiliar del Laboratorio	Diciembre 2006	APROBADO
Dic 18 2006	Se evidencia el desorden de las instalaciones del laboratorio (Objetos fuera de Lugar, reactivos en los mesones y equipos mal ubicados).	Auditoria Interna	No existe una cultura de orden y limpieza por parte del personal del Laboratorio.	Hacer seguimiento a la implementación del procedimiento "Limpieza de las Instalaciones del Laboratorio de Electroquímica, MP/EQ/18-01".	Coordinador de Calidad	Diciembre 2006	APROBADO
Dic 18 2006	No se evidencia de forma explícita las autorizaciones a personal específico para desempeñar funciones especiales (muestreo, ensayos, emisión de informes, operar equipos).	Auditoria Interna	No existe un formato que indique esta información, sino que está implícita en el acta GRF/EQ-A.	Elaborar e implementar un formato llamado "ACTA DE PERMISOS ESPECIALES".	Coordinador de Calidad / Coordinador Técnico	Diciembre 2006	APROBADO

ELABORADO POR: Karen Gil	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \15 MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA \Auditorías Internas\ Formatos.doc
--------------------------	--

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS			
MP/EQ/15-02-A	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 3

Dic 18 2006	No se evidencia unas correctas condiciones ambientales para la operación y almacenamiento de equipos electrónicos.	Auditoria Interna	El Laboratorio de Electroquímica no cuenta con un aire acondicionado que permita controlar las condiciones ambientales.	Gestionar los recursos para la adquisición de un aire acondicionado que permita controlar las condiciones ambientales dentro del laboratorio.	Coordinador Técnico	Enero 2007	NO APROBADO
Dic 18 2006	No se evidencia el control y verificación de los datos de los ensayos realizados por el laboratorio.	Auditoria Interna	No se ha implementado el procedimiento "Control de Datos, MP/EQ/14-01"	Elaborar el instructivo para verificar los cálculos realizados usando el software del laboratorio, que falta para implementar este procedimiento / Hacer seguimiento a su implementación.	Coordinador Técnico / Coordinador de Calidad	Diciembre 2006	APROBADO
Dic 18 2006	No se evidencia la existencia de certificados de calibración de equipos de medición electroquímica (Zanher IM6).	Auditoria Interna	Hasta la fecha no se ha efectuado la calibración externa de los equipos del laboratorio.	Solicitar al proveedor del servicio de calibración (fabricante del equipo), enviar el certificado de la calibración realizada, que muestre trazabilidad.	Coordinador Técnico	Enero 2007	PENDIENTE
Dic 18 2006	No se evidencia trazabilidad en las calibraciones realizadas por el laboratorio.	Auditoria Interna	No se han implementado los formatos Programa de Calibración e Historial de Calibración.	Hacer seguimiento a la implementación de estos formatos cuando se realice una calibración preventiva a los equipos cada vez que se operan.	Coordinador Técnico	Diciembre 2006	APROBADO
Dic 18 2006	No existe documentación para el reporte de resultados de ensayos realizados.	Auditoria Interna	No se ha definido el procedimiento a seguir.	Diseñar el procedimiento de "Elaboración de Informes" y darlo a conocer al personal del Laboratorio de Electroquímica.	Coordinador Técnico	Diciembre 2006	APROBADO

LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA			 corporación para la investigación en la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
FORMATO PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS			
MP/EQ/15-02-A	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 3

Dic 18 2006	No se evidencia de la utilización de patrones de referencias trazables a patrones nacionales o según el SI.	Auditoria Interna	El laboratorio no posee certificados de calibración de sus patrones de referencia (Electrodo de Referencia Ag/AgCl y Termómetro), expedidos por un organismo que demuestre trazabilidad.	Comprar nuevos elementos Críticos del laboratorio (patrones de referencia), a proveedores que proporcionen un certificado de calibración que sea expedido por un organismo que demuestre trazabilidad.	Coordinador Técnico	Enero 2007	PENDIENTE
----------------	---	----------------------	--	--	------------------------	------------	-----------

ELABORADO POR: Karen Gil	\\Integridad\ 03 Públicos \34 ACREDITACIÓN LABORATORIO ELECTROQUÍMICA \PROCESOS \15 MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA \Auditorías Internas\ Formatos.doc
---------------------------------	--