

**ESTANDARIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS
TÉCNICOS DE ENSAYO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESIÓN Y ALTA
TEMPERATURA DE LA C.I.C**

RAFAEL ENRIQUE FRAGOZO VÁSQUEZ

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

2010

**ESTANDARIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS
TÉCNICOS DE ENSAYO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESIÓN Y ALTA
TEMPERATURA DE LA C.I.C**

Autor

RAFAEL ENRIQUE FRAGOZO VÁSQUEZ

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniero Químico**

Director

Profesor CUSTODIO VÁSQUEZ

Codirector

Ing. Qco DANIEL MARTINEZ

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

2010

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial por ser la luz en mi camino y mi fortaleza.

A mi padre aunque en estos momentos no estés aquí, se que estarías orgulloso de este triunfo.

A mi madre por su incansable apoyo, comprensión y ser mi ejemplo.

A mis hermanos por ser una de mis grandes razones para seguir luchando, los amo.

A Lubar por su incondicional apoyo en estos últimos años a mi lado.

A mi tía Elina, por tu apoyo esto se hace realidad.

Al Señor Nicolas y la Señora Marlen por su apoyo y cuidado cuando estuve en el Socorro.

A todas aquellas personas que aportaron su granito de arena para que esta meta se alcanzara.

AGRADECIMIENTOS

El autor expreso sus más sinceros agradecimientos a:

Al profesor y director de tesis Dr. Custodio Vásquez, y al codirector Ing. Qco Daniel Martínez, 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.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo General	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2. CONCEPTOS TEÓRICOS	18
2.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN	18
2.1.1 Técnicas Gravimétricas	18
2.1.2 Técnicas Electroquímicas	19
2.2 EQUIPOS PARA ESTUDIO DE LA CORROSION EN ENCONDICIONES DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA	21
2.2.1 Potenciostato	22
2.2.2 Autoclaves	23
2.2.3 Elevador de presión Bosster	24
2.2.4 Elementos de Ensayo	24
3. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	26
3.1 REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE	27
3.1.1 Recopilación de Información e Investigación del Estado del Arte de las Pruebas	27
3.1.2 Identificación de las Condiciones Mínimas de Operación	29
3.1.3 Definición del Espacio Físico donde se Adecuara el Laboratorio	30
3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO	30
3.2.1 Reconocimiento de Equipos y Materiales Seleccionados para el Laboratorio	30
3.2.2 Conocimiento del Montaje del Sistema de Autoclaves	31
3.2.3 Pruebas de Funcionamiento y Seguridad al Sistema de Autoclaves	31
3.3 METODOLOGIA PARA ESTADARIZAR LOS ENSAYOS	32
3.3.1 Definición de la Matriz Experimental	32
3.3.2 Estructuración de los Procedimiento Técnico Preliminar	33
3.3.3 Elaboración de los Procedimientos de Operación y Mantenimiento del Sistema de Autoclaves	34
3.3.4 Implementación de la Guia de Seguridad para el Laboratorio	34
3.3.5 Realización de Pruebas en el Laboratorio	34
3.3.6 Estandarización de los Ensayos	34
3.4 DOCUMENTACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS ENSAYOS	35

3.4.1 Estructuración de los Documentos de los Ensayo en el Formato Establecido.....	35
4. RESULTADOS	38
5. CONCLUSIONES	40
6. BIBLIOGRAFÍA	41
7. ANEXOS.....	44

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de conexión y vista general de un Potenciostato	22
Figura 2. Vista general del Autoclave.	23
Figura 3. Bomba Booster o elevador de presión.	24
Figura 4. Metodología	26

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Ecuación para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnica Gravimétrica	19
Tabla 2. Ecuaciones para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnica Electroquímica.....	20
Tabla 3. Diagramas característicos de Espectroscopia de Impedancia Electroquímica EIS	21
Tabla 4. Elementos de ensayo	25
Tabla 5. Ensayos y Técnicas con las Normas que los Reglamentan.....	27
Tabla 6. Código y Nombre de los Estándares	28
Tabla 7. Matriz Experimental	32
Tabla 8. Símbolos del Diagrama de Flujo.....	37
Tabla 9. Rangos de Operación del Laboratorio	38
Tabla 10. Procedimientos Técnicos de Ensayo.....	39
Tabla 11. Procedimientos de Operación del Sistema de Autoclaves	39
Tabla 12. Procedimiento de Mantenimiento del Sistema de Autoclaves.....	39
Tabla 13. Guia de Seguridad	39

LISTADO DE ANEXO

Anexo 1. Registro Fotográfico del Laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C	45
Anexo 2. Procedimiento General Evaluación de Velocidades de Corrosión por Técnica Gravimétrica	48
Anexo 3. Procedimiento General Evaluación de Velocidades de Corrosión por Técnicas Electroquímicas	57
Anexo 4. Procedimiento General Evaluación de Inhibidores de Corrosión por Técnicas Gravimétrica y Electroquímicas	67
Anexo 5. Procedimiento General del Desempeño de Recubrimientos por Impedancias Electroquímicas	80
Anexo 6. Procedimiento General Evaluación del Desempeño de Nuevos Materiales por Técnicas Gravimétrica y Electroquímicas	90
Anexo 7. Preparación de Elementos de Ensayo	102
Anexo 8. Procedimiento Instalación y Desmonte de Cupones Gravimétricos, Electroodos y Recubrimientos	115
Anexo 9. Procedimiento Sellado y Apertura del Autoclave	125
Anexo 10. Procedimiento Calentamiento y Enfriamiento del Autoclave	132
Anexo 11. Procedimiento Presurización y Despresurización del Autoclave	139
Anexo 12. Operación del Controlador de Temperatura	148
Anexo 13. Operación del Elevador de Presión Booster	154
Anexo 14. Operación de la Estación de Trabajo Electroquímica ZANHER IM6	160
Anexo 15. Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos del Sistema de Autoclaves	167
Anexo 16. Guía de Seguridad Industrial para el Laboratorio Especializado en Alta Presión y Alta Temperatura	174

RESUMEN

TÍTULO: ESTANDARIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DE ENSAYO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA DE LA C.I.C¹

AUTOR: Rafael Enrique Fragozo Vásquez².

PALABRAS CLAVES: Estandarización, documentación, procedimientos, laboratorio, corrosión, alta presión, alta temperatura, autoclave.

CONTENIDO:

Las líneas o tuberías que hacen parte del sector de hidrocarburos como son las de los pozos, facilidades y sistemas de transporte, son afectadas por la corrosión asociada a los fluidos de completamiento, estimulación química y producción. En el sector de hidrocarburos generalmente la corrosión es mitigada mediante la aplicación de inhibidores de corrosión y recubrimientos internos. Pero para conocer la corrosividad de estos fluidos, la eficiencia de los inhibidores y el desempeño de los recubrimientos, es necesario evaluarlos en condiciones de alta presión y alta temperatura en laboratorio.

Debido a que estas evaluaciones son pocas comunes en Colombia, la Corporación para la Investigación de la Corrosión (C.I.C) con el apoyo de Colciencias, implementó el laboratorio Especializado en Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C. Dentro de esa implementación se realizó la estandarización y documentación de los procedimientos técnicos de ensayo, operación y mantenimiento del laboratorio, lo cual es el motivo de estudio de este proyecto de grado.

Mediante el desarrollo de este trabajo de grado se logró:

Estandarizar y documentar los procedimientos técnicos de ensayo utilizando como métodos de evaluación de la velocidad de la corrosión y el desempeño de recubrimientos técnicas gravimétricas y electroquímicas.

Desarrollar y documentar los procedimientos de operación y mantenimiento de los equipos del laboratorio, donde se establecen como se deben realizar las actividades de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos

Elaborar e implementar los requisitos y recomendaciones mínimas que permiten desarrollar las actividades dentro del laboratorio, basadas en la identificación de los riesgos y peligros asociados a las condiciones locativas, manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura, manipulación de sustancias peligrosas y disposición de residuos.

¹ Proyecto de Grado

² Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director : Profesor Custodio Vásquez. Codirector Ing Qco Daniel Martínez.

ABSTRACT

TITLE: STANDARDIZATION AND DOCUMENTATION OF THE TECHNICAL PROCEDURES OF TESTING, OPERATION AND MAINTENANCE OF THE HIGH PRESSURE AND HIGH TEMPERATURE SPECIALIZED LABORATORY OF C.I.C.¹

AUTHOR: Rafael Enrique Fragozo Vásquez².

KEY WORDS: Standardization, documentation, procedures, laboratory, corrosion, high pressure, high temperature, autoclave.

DESCRIPTION:

The lines or pipelines which are part of the hydrocarbons sector infrastructure such as wells, facilities and transportation systems are affected by corrosion associated with the completion fluids, chemical stimulation fluids and production fluids. In the hydrocarbons sector corrosion is generally mitigated by the application of internal coatings and corrosion inhibitors. But in order to know the fluids corrosiveness, inhibitors efficiency and coatings performance, it is necessary to evaluate them in high pressure and high temperature conditions at laboratory.

Due that these evaluations aren't common in Colombia, Corporación para la Investigación de la Corrosión (C.I.C) with support from Colciencias, has implemented the High Pressure and High Temperature Specialized Laboratory. Within this implementation standardization and documentation of technical procedures of testing, operation and maintenance of the laboratory were done, and that is the subject of the present degree project.

Through the development of this work it was achieved:

To standardize and to document the testing technical procedures, using gravimetric and electrochemical techniques for the evaluation of the corrosion rate and coating performance.

To develop and to document the operating and maintenance procedures for the laboratory equipments, where it is established the way on which the operation and preventive and corrective maintenance must be done.

To elaborate and to implement the requirements and guidelines for the tasks carried out within the laboratory, based on the identification of risks and hazards associated with the locative conditions, operation of equipment under high pressure and high temperature conditions, handling of hazardous substances and the disposition of residues.

¹ Graduation Project

² Faculty of Physicochemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Prof. Custodio Vasquez. Co-director: Eng. Daniel Martínez.

1. INTRODUCCIÓN

En la industria del petróleo y del gas, la corrosión de los materiales está influenciada por diferentes parámetros tales como: la composición de los fluidos (físicoquímica, cromatografía, geoquímica), la magnitud de las variables operacionales e hidrodinámicas (presión, temperatura, velocidad del fluido), y las características del medio que rodea los equipos metálicos (suelo, aire, humedad).

En el sector petrolero los equipos de procesos son expuestos considerablemente al deterioro producido por la corrosión. Por ejemplo, en los Estados Unidos, se reportan gastos aproximadamente de USD 1,372 billones de dólares, debidos a daños por corrosión y control de la misma (sin incluir transporte, refinación ni almacenamiento)¹. Basados en este análisis de los Estados Unidos y considerando que el impacto por la corrosión equivale al 4% del PIB, se podría estimar que los costos causados por la corrosión para este mismo sector de la producción en Colombia, es de aproximadamente \$ 34000 millones de pesos al año.

Las líneas o tuberías que están involucradas en el transporte de crudo, agua y gas, ya sea desde el fondo del pozo a las facilidades, refinerías o a los centros de distribución y/o venta, son diseñadas para ofrecer una vida útil de trabajo; pero una de las variables que la afecta, es la corrosión producida por los gases corrosivos disueltos como el H₂S y el CO₂. En algunas circunstancias los pozos en su etapa de completamiento son expuestos a fluidos de *Completamiento*, aplicados para ayudar a la estabilización del mismo, y durante la etapa de producción se realizan procesos de mantenimiento (*well services*) con fluidos de

¹ Tomado de la página web, www.corrosioncost.com, de la NACE

Estimulación Química para el mejoramiento de la productividad del pozo, disminuyendo la vida útil del mismo.

En el caso de los pozos de producción, es difícil conocer la situación real del daño que sufren los materiales en el fondo del pozo, debido a los cambios termodinámicos que ocurren a las altas presiones y temperaturas. Por otro lado, la instrumentación para monitorear la corrosión en el fondo de los pozos es escasa, y tienen limitaciones de tipo térmico, dando lugar a paradas en la producción del pozo al momento de su instalación o remoción.

Por esta razón se requiere de la evaluación de la corrosividad de estos fluidos con el ánimo de: efectuar una selección adecuada del material de las líneas, definir que fluidos de completamiento y estimulación química son los más adecuados para utilizar en los diversos pozos, realizar la selección de inhibidores a partir de la evaluación de la eficiencia de los mismos y conocer el desempeño de los diversos recubrimientos internos, bajo las condiciones de presión y temperatura del sistema

En la mayoría de los casos, los equipos de experimentación no están diseñados para soportar altas presiones ni altas temperaturas de manera que, al realizar estudios de corrosión bajo estas condiciones es necesario utilizar celdas especiales conocidas como autoclaves, aptos para trabajar con las altas presiones y temperaturas existentes en la producción y el transporte de los hidrocarburos.

Con el fin de atender las necesidades principalmente del sector petrolero nacional y abrir campos en el desarrollo de proyectos de investigación, la Corporación para la Investigación de la Corrosión C.I.C, con el apoyo de COLCIENCIAS diseñó e implementó un Laboratorio especializado en Alta Presión y Alta Temperatura con capacidad para realizar estudios y evaluaciones de la corrosión en autoclaves estáticas hasta presiones de 5000 psig y temperaturas de 150 ° C.

En el proceso de implementación del Laboratorio especializado en Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C. se efectuó la estandarización de los de ensayos electroquímicos y gravimétricos a realizar, siendo este el motivo de desarrollo del presente trabajo de grado.

Como resultado de la implementación del Laboratorio especializado en Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C y de la estandarización de los ensayos, se aumentó la capacidad de investigación de la C.I.C al igual que la oferta de servicios a las empresas del país. Pudiéndose realizar entre otros:

- Estudios para identificar mecanismos de fallas de materiales.
- Estudios de selección de nuevos materiales.
- Evaluación de tratamientos químicos de inhibición de la corrosión.
- Evaluación de tratamientos químicos para limpieza y estimulación de pozos de petróleo.
- Evaluación de recubrimientos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Estandarización y documentación de los ensayos electroquímicos y gravimétricos a realizar en el Laboratorio especializado en Alta Presión y Alta Temperatura (APAT), implementado en la Corporación para la Investigación de la Corrosión.

1.1.2 Objetivos Específicos

- 1) Elaboración de los Procedimientos Técnicos de Ensayo:
 - Evaluación de Velocidades de Corrosión por Técnicas Gravimétrica y Electroquímicas en condiciones de APAT.

- Evaluación de Inhibidores de Corrosión por Técnicas Gravimétrica y Electroquímicas en condiciones de APAT.
 - Evaluación del Desempeño de Recubrimientos por Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS) en condiciones de APAT.
 - Evaluación de Desempeño de Nuevos Materiales por Técnicas Gravimétrica y Electroquímicas en condiciones de APAT.
- 2) Elaboración de los procedimientos de operación del Sistema Búnker de Autoclaves y Equipos del Laboratorio especializado en Alta Presión y Alta Temperatura (APAT).
 - 3) Elaboración de los procedimientos de mantenimiento del Sistema Búnker de Autoclaves y Equipos del Laboratorio especializado en Alta Presión y Alta Temperatura (APAT).
 - 4) Implementación y Documentación de la Guía de Seguridad Industrial para el Laboratorio especializado en Alta Presión y Alta Temperatura (APAT).

2. CONCEPTOS TEÓRICOS

2.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

La corrosión se puede definir como el deterioro que sufre un metal en sus propiedades, debido a su reacción con el medio donde se encuentra; esto se debe a la tendencia general que tienen los metales a buscar su forma más estable o de menor energía.

El deterioro que sufre el material a través del tiempo, por efecto de su exposición en ambientes o fluidos de naturaleza agresiva, se conoce como velocidad de la corrosión, la cual puede ser evaluada mediante la determinación de la pérdida de peso en cupones gravimétricos y/o empleando técnicas electroquímicas en corriente directa o alterna.

A continuación se realiza una breve descripción de los métodos de evaluación de la velocidad de la corrosión y el desempeño de los recubrimientos, optados para el desarrollado del presente trabajo de grado.

2.1.1 Técnicas Gravimétricas

Es el método más simple y más implementado para la estimación de la velocidad de corrosión, ya que es el análisis de la pérdida de peso de testigos o cupones de prueba. Un cupón del mismo material de interés es inicialmente pesado, luego instalado en el proceso o sistema a evaluar y pasado un tiempo de exposición razonable es retirado. Después el cupón pasa por un proceso de limpieza química, para remover los productos de corrosión y es pesado nuevamente. De la pérdida de peso obtenida y haciendo uso de la ecuación que se muestra en la Tabla 1, se calcula la velocidad de corrosión del sistema.

Tabla 1 . Ecuación para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnica Gravimétrica

ECUACIÓN	VARIABLE
$CR = \frac{(W_1 - W_2) * 365 * 10}{A * \rho * D}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) W₁ = Peso inicial del cupón (g) W₂ = Peso final del cupón (g) A = Área del cupón (cm ²) ρ = Densidad del metal o aleación (g/cm ³) D = Días de exposición (días)

2.1.2 Técnicas Electroquímicas

Para la evaluación de la velocidad de la corrosión por métodos electroquímicos, se emplean las técnicas de LPR y pendientes TAFEL en corriente continua, y para la evaluación del desempeño de los recubrimientos se utiliza la técnica de Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS) en corriente alterna.

a) 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 .

b) 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 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.

De los resultados obtenidos de la aplicación de estas técnica y haciendo uso de las ecuaciones de la Tabla 2, que establecen una relación entre la velocidad de corrosión y la densidad de corriente de corrosión i_{corr} (que es función de la resistencia a la polarización (R_p) y las pendientes Tafel), se calcula la velocidad de corrosión.

Tabla 2. Ecuaciones para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnica Electroquímica

ECUACIÓN	VARIABLE
$B = \frac{b_a b_c}{2.303(b_a + b_c)}$	Donde: B = Constante de Stern-Geary (V) b_a = Pendiente Tafel Anódica (V/decade) b_c = Pendiente Tafel Catódica (V/decade)
$i_{corr} = 10^6 \frac{B}{R_p}$	Donde: i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) B = Constante de Stern-Geary (V) R_p = Resistencia a la polarización (ohm.cm2)
$CR = 3.27 \times 10^{-3} \frac{i_{corr} EW}{\rho}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) EW = Peso equivalente (g) ρ = Densidad del material (g/cm^3)

c) *Espectroscopia de Impedancias Electroquímicas (EIS)*

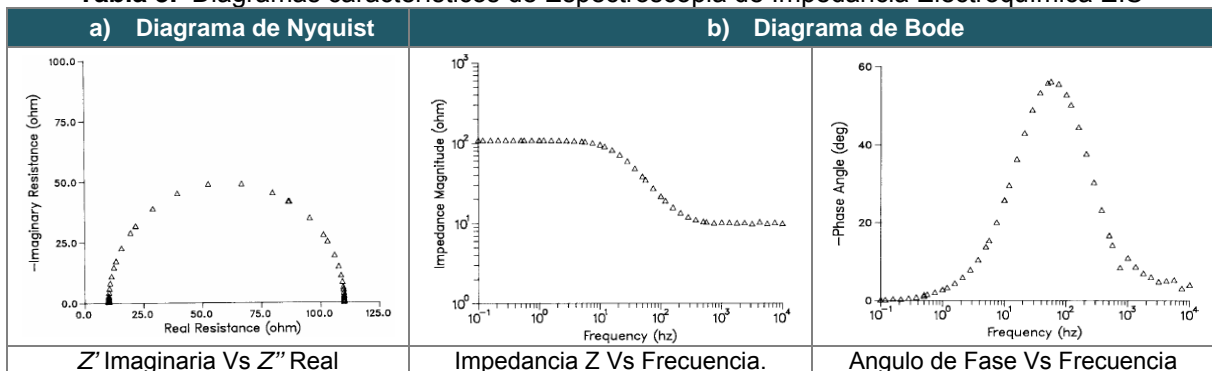
Es una técnica que está basada en la aplicación de una señal de corriente alterna como voltaje de perturbación. Las propiedades eléctricas de los circuitos RCL (Resistencia, Capacitancia, Inductancia), son usadas como circuitos eléctricos análogos que pueden describir el comportamiento electroquímico 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 (Ver Tabla 3), los cuales se comparan con los circuitos equivalentes, permitiendo el cálculo de cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

Tabla 3. Diagramas característicos de Espectroscopia de Impedancia Electroquímica EIS



2.2 EQUIPOS PARA ESTUDIO DE LA CORROSION EN ENCONDICIONES DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA

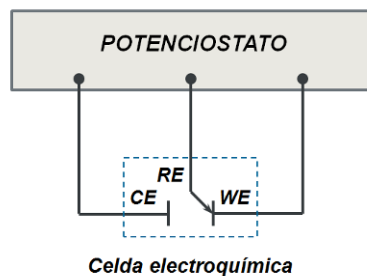
Las técnicas gravimétricas generalmente son realizadas in situ en el interior de las instalaciones de las tuberías, mediante la adecuación de accesorios especiales

para la instalación de los cupones. Mientras que las técnicas electroquímicas se realizan en celdas de vidrio convencionales, las cuales no están diseñadas para soportar altas presiones y altas temperaturas. Al proceder a aplicar dichas técnicas en el laboratorio, es necesario utilizar celdas especiales conocidas como autoclaves, los cuales son aptos para trabajar con las altas presiones y altas temperaturas existentes en la producción y el transporte de los hidrocarburos.

2.2.1 Potenciostato

Todas las técnicas electroquímicas modernas están basadas prácticamente en el desarrollo de un aparato que se conoce con el nombre de potenciostato el cual se puede observar en la Figura 1.

a) Esquema de conexión



b) Unidad de trabajo electroquímica IM6 de ZAHNER



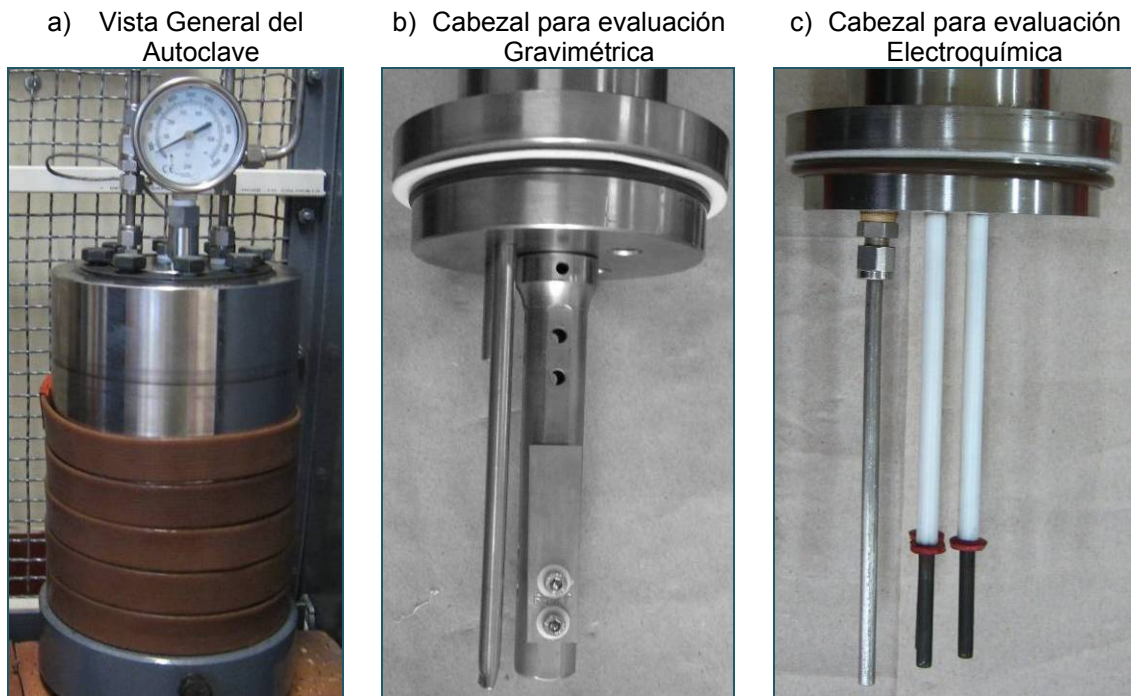
Figura 1. Esquema de conexión y vista general de un Potenciostato.

El potenciostato es un instrumento electrónico que permite imponer a una muestra metálica (WE) colocada en un medio líquido y conductor, un potencial constante o variable, positivo o negativo, con respecto a un electrodo de referencia (ER). Este electrodo de referencia no forma parte del circuito de electrólisis y, por el mismo, no circula corriente alguna. Su presencia se debe exclusivamente a que sirve de referencia para poner a prueba en todo momento el potencial de la probeta metálica que se está ensayando. Para cerrar el circuito de electrólisis se utiliza un

tercer electrodo (CE), por lo general de un material inatacable por el medio en que se realiza la experiencia (platino o grafito, por ejemplo).

2.2.2 Autoclaves

Los *Autoclaves*, son equipos empleados para efectuar ensayos a condiciones de presión y de temperatura, superiores a la presión atmosférica y a la temperatura ambiente, por esta razón son diseñados para soportar dichas condiciones y son fabricados con materiales con alta resistencia química a ambientes altamente corrosivos. Operan en conjunto con una serie de equipos para aumento y control de la presión (elevador de presión booster) y temperatura (controlador de temperatura, bandas de calentamiento y termocuplas), garantizando las condiciones de operación requeridas. Del mismo modo cuentan con los mecanismos y accesorios de seguridad necesarios, para mitigar los riesgos en su operación. En la Figura 2 se aprecia la vista general de un autoclave.



. Figura 2. Vista general del Autoclave.

2.2.3 Elevador de presión Booster

Para valores de presión de operación mayor a 500 psi, se dispone de un equipo de elevación de presión o bomba Booster conectado a la red de suministro de gas al autoclave, lo que permite obtener presiones de operación hasta 5000 PSI. Los elevadores de presión de gas ("Gas Booster") consisten en un pistón neumático oscilante de diámetro grande acoplado directamente por una pieza de enlace a un pistón más pequeño en la sección de gas. El pistón de gas trabaja dentro de un cilindro de gas de alta presión. Cada cámara del cilindro lleva válvulas antiretorno de entrada y salida de alta presión. La sección de pilotaje neumático lleva una válvula corredera y válvulas de pilotaje de fin de carrera, que permiten un movimiento continuo de vaivén cuando se comprime con presión de aire a la entrada del pilotaje. En la Figura 3 se observa el elevador de presión seleccionado para el Bunker.

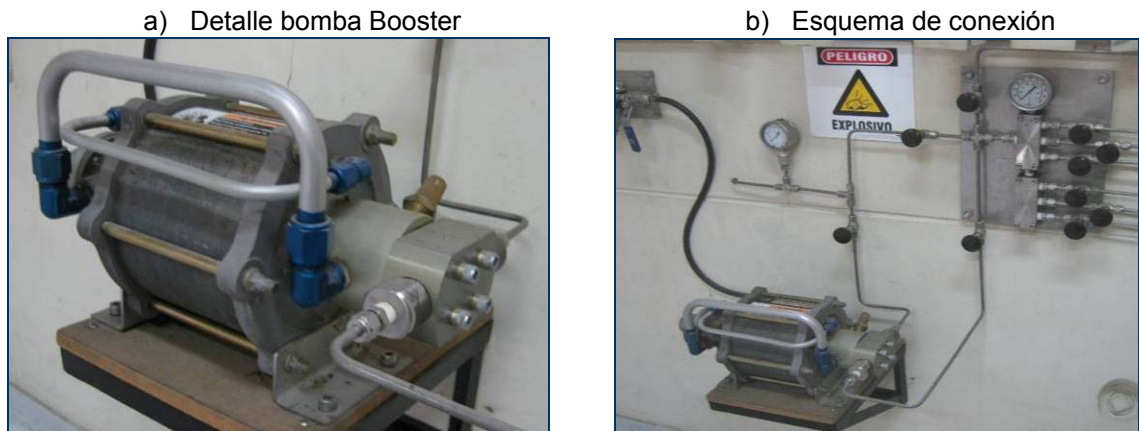





Figura 3. Bomba Booster o elevador de presión.

2.2.4 Elementos de Ensayo

Los *elementos de ensayo* son utilizados para evaluar y analizar la corrosión presentada en determinado sistema. Dependiendo de la técnica a usar para

evaluar la corrosión, poseen determinadas especificaciones (material, forma, dimensiones, identificación, preparación de superficie, inspección, pesaje, inhibición y almacenamiento), En la tabla 4 se dan a conocer los elementos de ensayo utilizados durante el proceso de estandarización de los ensayos.

Tabla 4 . Elementos de ensayo

a) Cupón Gravimétrico	b) Electroodos	c) Cupón de Recubrimientos
		

3. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

En el presente capítulo se explica la metodología empleada para la realización de la estandarización y documentación de los procedimientos técnicos de ensayo, la elaboración de los procedimientos de operación y mantenimiento de equipos y la implementación de la guía de seguridad del Laboratorio Especializado en Alta Presión y Alta Temperatura de la Corporación para la Investigación en la Corrosión (C.I.C).

La metodología seguida es ilustrada en la Figura 4.

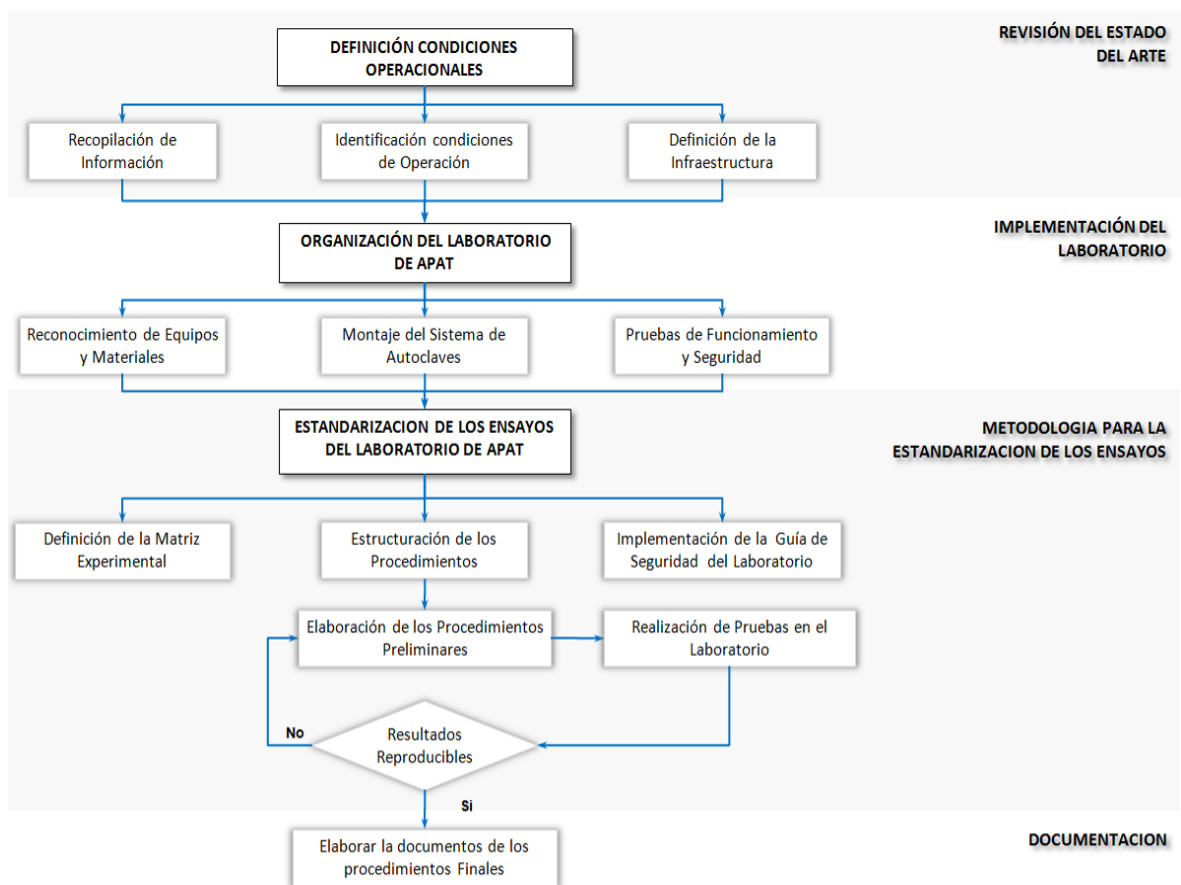


Figura 4. Metodología

3.1 REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

3.1.1 Recopilación de Información e Investigación del Estado del Arte de las Pruebas

La fase de recopilación de la información relacionada con la realización de los ensayos de corrosión, se basó principalmente en la compilación de normas técnicas, publicadas por organismos de normalización como la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), la Asociación de Ingenieros de Corrosión (NACE), la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones (ICONTEC). En la fase de investigación se efectuó la revisión, clasificación y organización de las normas, teniendo en cuenta las técnicas y guías a ser empleadas en la estandarización de los ensayos de corrosión en condiciones de altas presiones y altas temperaturas.

En las Tablas 5 y 6 se encuentra el listado de normas seleccionadas en el proceso de estandarización.

Tabla 5. Ensayos y Técnicas con las Normas que los Reglamentan

ENSAYO	TÉCNICA	NORMAS
Evaluación Velocidad de la Corrosión	Gravimétrica	ASTM: G1, G46, G111. NACE: RP 0775. ASME: Sección VIII División 1y 2.
	Electroquímica (LPR y Tafel)	ASTM: G1, G3, G5, G31, G59, G102, G111. ASME: Sección VIII División 1y 2.
Evaluación de Inhibidores de Corrosión	Gravimétrica	ASTM: G1, G46, G111, G170, G185. NACE: RP 0775. ASME: Sección VIII División 1y 2.
	Electroquímica (LPR y Tafel)	ASTM: G1, G3, G5, G31, G59, G102, G111, G170, G185. ASME: Sección VIII División 1y 2.
Evaluación de Desempeño de Recubrimientos	Electroquímica (EIS)	ASTM: G106, G111. ASME: Sección VIII División 1y 2.
Evaluación de Desempeño de Nuevos Materiales	Gravimétrica	ASTM: G1, G46, G111 NACE:RP 0775 ASME: Sección VIII División 1y 2
	Electroquímica (LPR y Tafel)	ASTM: G1, G3, G5, G31, G59, G102, G111. ASME: Sección VIII División 1y 2.

Tabla 6. Código y Nombre de los Estándares

NORMA	NOMBRE
ASTM G1	Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens
ASTM G3	Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.
ASTM G5	Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.
ASTM G31	Practice for Laboratory Immersion Corrosion testing of Metales
ASTM G46	Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion
ASTM G59	Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements.
ASTM G102	Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements
ASTM G106	Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements.
ASTM G111	Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
ASTM G170	Standard Guide for Evaluating and Qualifying Oilfield and Refinery Corrosion Inhibitors
ASTM G185	Standard Practice for Evaluating and Qualifying Oil Field and Refinery Corrosion Inhibitors Using the Rotating Cylinder Electrode
NACE RP 0775	Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.
ASME	Sección VIII División 1 y 2.

En el proceso de estandarización de los ensayos, se definió que la documentación fuera estructurada, teniendo en cuenta las indicaciones establecidas en la norma *NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración”*. A continuación se describen los requisitos más representativos de la norma.

- a) El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para controlar todos los documentos elaborados internamente tales como normas, métodos de ensayos e instructivos.
- b) Los documentos generados por el laboratorio deben llevar una identificación única, la cual debe incluir la fecha de emisión, el número de revisión, la numeración de las páginas, el número total de páginas, las personas que autorizan su emisión y el registros de las revisiones.
- c) El Laboratorio debe utilizar procedimientos apropiados para todos los ensayos incluidos dentro de su alcance.

- d) El laboratorio debe tener instructivos para el uso y operación de todo el equipo pertinente y para la manipulación y preparación de los ítemes para ensayo, cuando la ausencia de estas puede comprometer los resultados de los ensayos.
- e) El laboratorio debe tener procedimientos para la manipulación, transporte, uso seguro y para el mantenimiento de los equipos para asegurar el correcto funcionamiento y prevenir el deterioro.
- f) Para los ensayos, se deben desarrollar procedimientos en forma previa a que se efectúen los ensayos y deberán contener por lo menos la siguiente información:
 - a) Identificación Adecuada.
 - b) Alcance.
 - c) Descripción del tipo de ítem que va a ser ensayado.
 - d) Parámetros o magnitudes y rangos que se van a determinar.
 - e) Equipos y aparatos, incluyendo sus requisitos técnicos de comportamiento
 - f) Patrones de referencia y materiales de referencia requeridos.
 - g) Condiciones ambientales requeridas y tiempo de estabilización necesario.
 - h) Descripción del procedimiento.
 - i) Criterios o requisitos para su aprobación.
 - j) Datos que se deben registrar, método de análisis y presentación

3.1.2 Identificación de las Condiciones Mínimas de Operación

Inicialmente se realizó la identificación de las necesidades existentes en el sector productivo de los hidrocarburos, con el fin de efectuar la planificación y estructuración de los ensayos a realizar en el Laboratorio Especializado de Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C. Realizando énfasis en la evaluación de la

corrosividad de los fluidos de producción, de los fluidos empleados en actividades de completamiento y estimulación química en pozos, y la evaluación del desempeño de inhibidores de corrosión y recubrimientos internos.

Luego de clasificar los sistemas de interés, en función del tipo de proceso, fluido, presión y temperatura, se definió los rangos mínimos y máximos de presión y temperatura a emplear en los diferentes ensayos a realizar en el laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C.

3.1.3 Definición del Espacio Físico donde se Adecuara el Laboratorio

Una vez se efectuó la revisión bibliográfica y definición de los requerimientos para realizar ensayos de corrosión en condiciones de alta presión y alta temperatura, se entró a definir las características de la infraestructura del laboratorio, el cual se subdivido en tres áreas: *Aula de equipos y aparatos sometidos a alta presión y alta temperatura, caseta de cilindros e instalaciones generales*. Cada una de estas áreas, fue dotada con red eléctrica, iluminación natural y artificial, ventilación, accesos, corredores, área de mesones y lavado, del mismo modo se efectuó la señalización de las áreas, equipos, rutas de evacuación e instalación de alertas luminosas y sonoras.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO

3.2.1 Reconocimiento de Equipos y Materiales Seleccionados para el Laboratorio

El modelo planteado por la CIC, después de realizar una extensa revisión bibliográfica, y con base en la experiencia adquirida en proyectos anteriores, condujo a proponer un bunker de autoclaves que consta de seis (6) Autoclaves, cada autoclave dispone de un sistema portacupón o porta electrodo, removible

según el tipo de evaluación a efectuar (Técnica gravimétrica o electroquímica), el cual permite efectuar la exposición del material de ensayo en un fluido de trabajo. La presión de trabajo requerida se obtiene mediante el uso de un sistema de elevación de presión o bomba Booster, que permite elevar la presión al interior del autoclave hasta un máximo de 5000 psi; el conjunto de autoclaves cuenta con un sistema de calentamiento eléctrico mediante bandas siliconadas, el cual es controlado por un sistema electrónico tipo PID, que garantiza un adecuado control de la temperatura al interior del autoclave. Cada uno de los autoclaves se encuentra conectado a una red de gases, que permite efectuar una operación independiente de cada autoclave.

3.2.2 Conocimiento del Montaje del Sistema de Autoclaves

Se efectuó un acompañamiento de las actividades de: adecuación de la red de gases, armado de autoclaves y acoplamiento del bunker, acondicionamiento de los sistemas de alivio (válvulas de seguridad), instalación del elevador de presión (Bomba Booster) e instalación de sistemas de calentamiento y control. Estas actividades fueron realizadas por funcionarios del *“Taller de Mecánica Fina y electrónica”* de la C.I.C., quienes brindaron una capacitación relacionada con el montaje del sistema de autoclaves y operación de los equipos.

3.2.3 Pruebas de Funcionamiento y Seguridad al Sistema de Autoclaves

Los ensayos preliminares de funcionamiento y seguridad al Sistema de Autoclaves contemplaron la realización de pruebas hidrostáticas de los autoclaves, la calibración de los manómetros y válvulas de alivio, las cuales fueron realizadas por el *“Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas”* (CDT del gas). La verificación del funcionamiento de termocuplas, bandas de calentamiento, controladores de temperatura, elevador de presión (Booster) y potencióstato, fueron realizadas en conjunto con el funcionario encargado del Laboratorio.

3.3 METODOLOGIA PARA ESTADARIZAR LOS ENSAYOS

3.3.1 Definición de la Matriz Experimental

Para la estandarización de los ensayos, se definió una matriz experimental que contempla las técnicas de evaluación de corrosión utilizadas en el Laboratorio Especializado en Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C, y los posibles escenarios presentes en el sector de hidrocarburos. La matriz experimental tuvo en cuenta las variables de operación presión y temperatura, tipo de material, tiempo de exposición, tipo de fluido y método de evaluación. Cabe resaltar que el tiempo de exposición aplica solo para los ensayos donde se utiliza la técnica gravimétrica, ya que la aplicación de las técnicas electroquímicas dependen del periodo de estabilización del potencial de circuito abierto E_{corr} , el cual es propio de cada uno de los sistemas evaluados. En la Tabla 7 se muestra la matriz empleada en la estandarización de los ensayos:

Tabla 7. Matriz Experimental

ENSAYO	TÉCNICA	FLUIDO	MATERIAL	P (psi)	T(°C)	TIEMPO
Evaluación Velocidad de la Corrosión	Gravimétrica	Completamiento	CS-P110 CS-Cromo13	2000	82	30 Días
	Electroquímica (LPR y Tafel)	Producción	API 5LX42 API 5LX65	120 550	60 80 90	No aplica
Evaluación de Inhibidores de Corrosión	Gravimétrica	Inhibidor de Corrosión	API 5LX42 API 5LX65	120 550	60 80 90	15 Días
	Electroquímica (LPR y Tafel)	Inhibidor de Corrosión	API 5LX42 API 5LX65	120 550	60 80 90	No aplica
Evaluación de Desempeño de Recubrimientos	Electroquímica (EIS)	Agua de Producción	Inorgánico de Zinc	120 550	60 80 90	1500 Horas con Monitoreo cada 100 Horas
Evaluación de Desempeño de Nuevos Materiales	Gravimétrica	Agua de Producción	API 52X42 con implantación de lones*	4500	120 150	4, 6, 12 Horas
	Electroquímica (LPR y Tafel)	Agua de Producción	API 52X42 con implantación de lones*	4500	120 150	No Aplica

*Se está en el proceso de implementar

3.3.2 Estructuración de los Procedimiento Técnico Preliminar

Con base en la recopilación de la información e investigación del estado del arte de las pruebas y los procedimientos de operación del sistema de autoclaves, se estableció el conjunto de actividades generales que deben contener cada procedimiento técnico, y que enmarcan la ejecución de los ensayos a efectuar.

A continuación se establece el orden y el contenido de cada una de las actividades establecidas en los procedimientos técnicos de los ensayos.

- 1) Preparación de los Cupones y/o Electrodos: Contempla todo lo relacionado con la preparación y acondicionamiento de los elementos de ensayo (cupones o electrodos) requerido en cada ensayo.
- 2) Preparación de la Solución de Trabajo: Presenta los pasos generales para preparar la solución de trabajo, teniendo en cuenta que la preparación de solución puede variar según el proveedor o cliente.
- 3) Preparación del Autoclave o Celda Electroquímica: Proporciona una secuencia de actividades a tener en cuenta antes de poner en uso el autoclave o celda electroquímica.
- 4) Instalación de los cupones y/o electrodos: Muestra cómo se debe realizar la instalación y el ajuste adecuado de los cupones o electrodos en el portacupón o portaelectrodos del autoclave.
- 5) Montaje del Ensayo: Propone las acciones correctas que se deben seguir para poder realizar la puesta en marcha de la prueba: Adición de la solución de trabajo, sellado, calentamiento y presurización del autoclave.
- 6) Desmontaje del Ensayo: Detalla las acciones correctas que se deben seguir para poder realizar el desmonte de la prueba: enfriamiento, despresurización, apertura del autoclave y retiro de los cupones
- 7) Análisis de la Velocidad de Corrosión o Evaluación del Recubrimiento: Define las actividades a realizar para conocer el resultado de la evaluación del ensayo que se efectuó.

3.3.3 Elaboración de los Procedimientos de Operación y Mantenimiento del Sistema de Autoclaves

Los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema de autoclaves se elaboraron teniendo en cuenta los manuales de operación y mantenimiento de los equipos que conforman el laboratorio (Autoclaves, Elevador de Presión Booster y Sistema de Calentamiento), el tipo de fluido , tiempo de exposición, número de horas usados, entre otros.

3.3.4 Implementación de la Guía de Seguridad para el Laboratorio

Al finalizar la adecuación física del laboratorio, el montaje del sistema de autoclaves y los procedimientos de operación y mantenimiento de los equipos, se procedió a realizar la documentación para la implementación de la guía de seguridad del laboratorio; dando a conocer los riesgos y peligros que hacen parte a la planta física del laboratorio, operación de equipos sometidos a altas presiones y altas temperaturas, manipulación de sustancias peligrosas y disposición de residuos.

3.3.5 Realización de Pruebas en el Laboratorio

Las pruebas en el laboratorio de Alta presión Y Alta Temperatura se realizaron teniendo en cuenta la matriz experimental establecida y la realización del paso a paso de los procedimientos técnicos preliminares.

3.3.6 Estandarización de los Ensayos

El objetivo de la estandarización de los ensayos fue definir las etapas a realizar y el orden que debían tener, para efectuar el ensayo de tal manera que nos llevaran a obtener un resultado reproducible. Que para este caso, consistió en realizar varias pruebas a fin de buscar una similitud en cada uno de los resultados de

velocidad de corrosión o espectros de EIS para cada escenario considerado, a través de las técnicas empleadas (Gravimétrica y Electroquímica).

3.4 DOCUMENTACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

3.4.1 Estructuración de los Documentos de los Ensayo en el Formato Establecido

La documentación de los procedimientos técnicos de ensayo del Laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura, se estructuró con base a los requerimientos de la “Norma NTC-ISO/IEC 17025”, seleccionados en la fase recopilación de la información e investigación del estado del arte. A continuación se describe en forma detallada el contenido de los procedimientos.






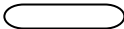

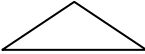

- 1) Objetivo: Es el propósito y/o la razón de ser del documento. Este objetivo debe ser coherente, claro y conciso.
- 2) Alcance: Indica la delimitación o la amplitud que tiene el procedimiento, y responder a la pregunta “¿a qué aplica?”.
- 3) Personal y Responsabilidades: Indica los responsables de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del procedimiento.
- 4) Documentos de Referencia: Identifica qué documentos referenciales están asociados con la aplicación del procedimiento.
- 5) Instructivos: Son los instructivos generados por el procedimiento, que complementan la información registrada en el procedimiento.
- 6) Anexos: Indica los documentos e ilustraciones adicionales, que complementan la información registrada en el procedimiento. En estos anexos se encuentran contemplados los diagramas de flujo de cada procedimiento.
- 7) Control de Documentos: Define por medio de cuál procedimiento se puede modificar el documento en mención.

- 8) Recursos: Son los medios y precauciones con los que se deben disponer para llevar a cabo el procedimiento técnico de ensayo.
- *Equipo*: Menciona los equipos e instrumentos necesarios para ejecutar el procedimiento.
 - *Materiales y Herramientas*: Indica los materiales y herramientas necesarios para realizar el procedimiento.
 - *Precauciones de Seguridad, Salud y Medio Ambiente*: Son los requerimientos y/o precauciones mínimas que garantizan la seguridad del personal al realizar el procedimiento. Se debe especificar cuáles elementos de protección son necesarios para ejecutar el procedimiento.
- 9) Descripción de los Procedimientos: Contiene los prerequisites y/o condiciones y las actividades que se deben tener en cuenta para efectuar el ensayo.
- *Prerequisites y/o Condiciones*: Menciona las actividades, procedimientos o condiciones que se deben tener en cuenta para empezar el procedimiento.
 - *Actividades*: Describe de manera clara y concisa, las actividades que se deben realizar para llegar al objetivo del procedimiento. Siempre se debe seguir una secuencia lógica.
- 10) Cálculo: Son las ecuaciones o metodología que se necesitan aplicar para obtener ciertos resultados, en caso de que el desarrollo del procedimiento así lo requiera. Es necesario especificar cada variable y el nombre de la ecuación o metodología utilizada. En caso de que las ecuaciones o metodología se encuentren descritas en otro documento, se debe especificar el nombre, identificación y ubicación de dicho documento.
- 11) Formatos: Enumera con su respectiva identificación, los formatos que se utilizan en el desarrollo del procedimiento.

12) Anexos 1:

- *Diagrama de Flujo:* Diagrama en donde se describa de manera general el procedimiento. Para elaborar el diagrama de flujo es necesario tener en cuenta los símbolos descritos en la Tabla 8.

Tabla 8. Símbolos del Diagrama de Flujo

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Se utiliza para describir cualquier actividad, excepto cuando esta tiene que ver con la impresión de documentos o la toma de decisiones.
	Conecta las actividades u operaciones que se dan en el procedimiento, puede ser en orden ascendente, descendente o lateral
	Este símbolo hace referencia a una actividad en la cual se han elaborado y generado documentos en papel.
	Indica que antes de continuar se debe tomar una decisión. De este símbolo deben partir dos flechas, una marcada con la palabra SI, cuando la condición se cumple y la otra marcada con NO, si la condición no se cumple.
	Este símbolo hace las veces de conector cuando no hay suficiente espacio para dibujar la totalidad del diagrama. Cuando una flecha llega a este símbolo significa que el procedimiento continúa en otro lugar, el círculo debe ir numerado para facilitar el seguimiento del procedimiento
	Este símbolo se emplea para iniciar y terminar un procedimiento; va marcado con la palabra inicio o fin respectivamente
	Este símbolo indica que dentro del procedimiento hay un sub-procedimiento definido con anterioridad.
	Este símbolo representa el almacenamiento de documentos o datos impresos.
	Este símbolo representa el almacenamiento de documentos o datos en archivos electrónicos

4. RESULTADOS

El bunker de autoclaves que se ha diseñado, construido y montado (ver Anexo 1), permite efectuar la inmersión o exposición de cupones o elementos de ensayo metálicos (muestras de aceros empleados en las líneas de producción y transporte de hidrocarburo) en fluidos comúnmente agresivos, con la posibilidad de efectuar inyección gas si es requerido. El sistema permite trabajar en un rango de temperaturas de 25 °C a 150°C, mediante el uso de bandas de calentamiento eléctricas operadas de forma individual a través de un controlador PID; el sistema puede ser presurizado de forma directa con nitrógeno o el gas requerido, empleando la presión del cilindro de gas para presiones de operación menores a 500 psi, de lo contrario se emplea la bomba Booster para elevar la presión del sistema hasta una presión máxima de 5000 psi. En la Tabla 9 se resumen las condiciones de operación.

Tabla 9. Rangos de Operación del Laboratorio

NOMBRE	RANGO DE OPERACIÓN	OBSERVACIÓN
PRESIÓN	20-5000 psi	La presión mínima de operación corresponde a 20 psi, que es la presión necesaria para vencer la válvula antiretorno o cheker y poder presurizar el autoclave. Como presión máxima de operación se seleccionó 5000 psi, que corresponde a la presión promedio de las actividades de well service (mantenimiento) realizadas en fondo de pozo.
TEMPERATURAS	25-150 °C	La temperatura mínima de operación, corresponde a la temperatura ambiente de 25°C y como temperatura máxima de operación se definió en 150 °C, temperatura a la cual los sellos de O-ring (Viton) y plano (teflón) no presentarán dilatación que pueda ocasionar una fuga a la presión máxima de operación del autoclave.
VOLUMEN	Líquidos: 2L Gases: 2.75L	El volumen a emplear de líquido corresponde a 2L, con el fin de mantener una relación de área de exposición del material por volumen de muestra de 30mL/cm ² de acuerdo a la Norma ASTM G111-97, y evitar el arrastre de líquido por la línea de despresurización. En el caso los gases se maneja un volumen de 2.75 L que es el volumen efectivo del autoclave.

La estandarización obtenida de los procedimientos técnicos de ensayo, se realizó acorde a las pautas definidas en el capítulo “3.4 DOCUMENTACION DEL

PROCESO DE ESTANDARIZACION DE LOS ENSAYOS”. El proceso de estandarización y documentación se cumplió teniendo en cuenta la organización de los mismos en cuatro grupos: *Procedimiento de Operación del Sistema de Autoclaves y Equipos*, *Procedimientos de Mantenimiento del Sistema Búnker de Autoclaves y Equipos*, *Procedimientos Técnicos de Ensayo* y *la Guía de Seguridad Industrial para el Laboratorio*. En las Tablas 10, 11, 12 y 13 se indica el procedimiento y el anexo respectivo a fin de revisar en detalle el desarrollo de la estructura establecida para la documentación de los procedimientos.

Tabla 10. Procedimientos Técnicos de Ensayo

NOMBRE	UBICACIÓN
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSIÓN POR TÉCNICA GRAVIMETRICA.	ANEXO 2
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSIÓN POR TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS.	ANEXO 3
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSIÓN POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICAS Y ELECTROQUÍMICAS.	ANEXO 4
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUÍMICAS.	ANEXO 5
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICAS Y ELECTROQUÍMICAS.	ANEXO 6
PREPARACIÓN DE ELEMENTOS DE ENSAYO	ANEXO 7

Tabla 11. Procedimientos de Operación del Sistema de Autoclaves

NOMBRE	UBICACIÓN
INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMÉTRICOS, ELECTRODOS Y DE RECUBRIMIENTOS	ANEXO 8
SELLADO Y APERTURA DEL AUTOCLAVE	ANEXO 9
CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL AUTOCLAVES	ANEXO 10
PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE	ANEXO 11
OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERTURA	ANEXO 12
OPERACIÓN DEL ELEVADOR DE PRESIÓN BOOSTER	ANEXO 13
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER IM6	ANEXO 14

Tabla 12. Procedimiento de Mantenimiento del Sistema de Autoclaves

NOMBRE	UBICACIÓN
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES.	ANEXO 15

Tabla 13. Guía de Seguridad

NOMBRE	UBICACIÓN
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA.	ANEXO 16

5. CONCLUSIONES

- Se estandarizó y documentó los procedimientos técnicos de los ensayos *Evaluación de Velocidades de Corrosión por Técnicas Gravimétricas, Evaluación de Velocidades de Corrosión por Técnicas Electroquímicas, Evaluación de Inhibidores de Corrosión por Técnicas Gravimétrica y Electroquímicas, Evaluación de Desempeño de Recubrimientos por Espectroscopia de Impedancia Electroquímica, Evaluación de Desempeño de Nuevos Materiales por Técnicas Gravimétrica y Electroquímicas*, desarrollados para el laboratorio especializado en alta presión y alta temperatura de la Corporación para la Investigación de la Corrosión.
- Se desarrolló y documentó los procedimientos técnicos de operación y mantenimiento de los equipos del *Laboratorio Especializado en Alta Presión y Alta Temperatura de la C.I.C.* En donde se establecen los lineamientos bajo los cuales se debe realizar las actividades de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos
- Se elaboró e implementó la documentación con los requisitos y recomendaciones mínimas que permiten un adecuado desarrollo de las actividades dentro del laboratorio. Esta documentación se basó en la identificación de los riesgos y peligros asociados a las condiciones locativas, manejo de equipos sometidos a presión, manipulación de sustancias peligrosas y disposición de residuos.
- Mediante la implementación de la estandarización de los ensayos tendientes a evaluar la velocidad de corrosión en ambientes sometidos a alta presión y alta temperatura, la C.I.C. asegurará un alto cumplimiento de los estándares internacionales durante la prestación de servicios al sector productivo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BABOIAN, R. Electrochemical techniques for corrosion. NACE.1977.
- BEN C. GERWICK, Jr. Marine and Offshore Structures 2da Edición. New Cork 1999
- BRETTIN, C. OLIVERIA, A. Electrochemistry Principles, Methods and Applications. Oxford University Press
- CORROSIÓN INTERNA DE DUCTOS. NACE International, 2003.
- CURSO DE CORROSIÓN BÁSICA, MANUAL DEL ESTUDIANTE, NACE International, 2004.
- DONALDSON-GEORGE V. CHILINGARIAN. Enhanced Oil Recovery, Processes and Operation Vol 2. Erle C. Los Angeles 1989
- HANDBOOK OF OFFSHORE ENGINEERING SUBRATA K. CHAKRABARTI Offshore Structure Analysis, Inc. Plainfield, Illinois, USA, 2005
- MAGDALENA PARIS DE FERRER. Inyección de agua y gas en yacimientos petrolíferos 2da edición Maracaibo 2001
- SAND, HENRY J.S. Electroquímica y Análisis Electroquímico. Editorial Aguilar. Madrid, España.1951

- STANDARDS FOR WELLSITE SUPERVISION OF DRILLING, COMPLETION AND WORKOVERS VOL 7, CANADIAN PETROLEUM SAFETY COUNCIL, Calgary, Alberta 2003
- TALBOT, David. TALBOT, James Corrosion Science and Technology. Editorial CRC Press LLC, United States of America 1998.

NORMAS Y ESTANDARES VIGENTES

- 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 G31-04 Practice for Laboratory Immersion Corrosion testing of Metales.
- ASTM G59-97(2003) Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements.
- ASTM G102-99 Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements
- ASTM G106-89(2004) Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements.

- ASTM G111-97(2006) Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
- ASTM G-170-06. Standard Guide for Evaluating and Qualifying Oilfield and Refinery Corrosion Inhibitors.
- ASTM G 185- 06. Standard Practice for Evaluating and Qualifying Oil Field and Refinery Corrosion Inhibitors Using the Rotating Cylinder Electrode.
- NACE RP 0775 Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.
- ASME Sección VIII Division 1 y 2.
- NTC-ISO/IEC 17025. Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración, ICONTEC, 2005.
- NTC 4140 Accesibilidad de las Personas al Medio Físico, Edificios. Pasillos y Corredores.
- NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeación y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares.
- NTC 1700 Higiene y Seguridad. Medidas de Seguridad en Edificaciones. Medios de Evacuación.
- NTC 1461 Colores y Señales de Seguridad.

7. ANEXOS

**ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN
Y ALTA TEMPERATURA DE LA C.I.C.**



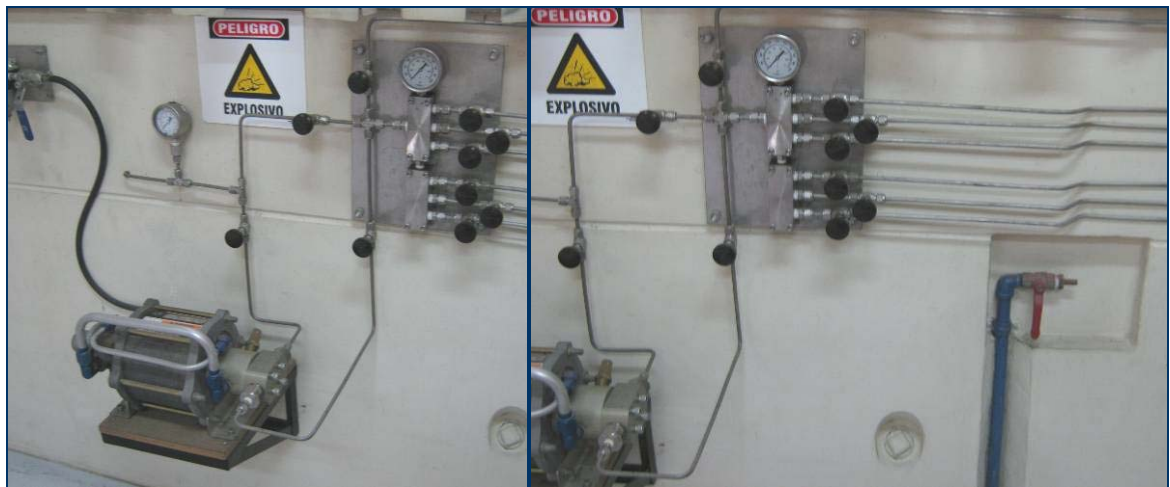
Fotografía 1. Plano general del sistema de autoclaves.



Fotografía 2. Cuerpo, cabezal y accesorios del Autoclave.




Fotografía 3. Consola del montaje del sistema.



Fotografía 4. Conexiones del sistema.


**ANEXO 2. PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE
CORROSIÓN POR TÉCNICA GRAVIMÉTRICA**

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICA GRAVIMETRICA			
MP/HTHP/GP01	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 8

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 15/09/09	Fecha: 20/09/09	Fecha: 22/09/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICA GRAVIMETRICA			
MP/HTHP/GP01	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 8

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para realizar la evaluación de velocidades de corrosión por técnica gravimétrica en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para el ensayo de la evaluación de velocidades de corrosión por técnica gravimétrica durante la realización en el laboratorio de alta presión y alta temperatura de las actividades establecidas en este procedimiento.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 *Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.*
- ASTM G46-05 *Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.*
- ASTM G111-97 *Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both*

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICA GRAVIMETRICA			
MP/HTHP/GP01	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 8

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775 *Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.*

4.1.3 ASME

- ASME Sección VIII Division 1.

4.2 Procedimientos

- *Preparación De Elementos de Ensayo, MP/HPHT/RP01.*
- *Instalación Y Desmonte De Cupones, MP/HPHT/RP02.*
- *Sellado y Apertura Del Autoclave, MP/HPHT/03*
- *Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave, MP/HPHT/RP04.*
- *Presurización y Despresurización Del Autoclave, MP/HPHT/RP05.*
- *Determinación de Velocidad de Corrosión en Cupones Gravimetricos, MP-PTL-CF01.*

5. INSTRUCTIVOS

- Manual de instrucciones del sistema de control de temperatura.
- Manual de instrucciones del elevador de presión Booster.

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del proceso.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS


8.1 EQUIPO

- Sistema de control de temperatura.
- Elevador de presión Booster.
- Compresor.
- Cámara fotográfica.

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales

- Nitrógeno (N₂)
- Cupones
- 2 pares de guantes de látex desechables.
- Servilletas de papel.
- Lapicero.
- Mascara para vapores (Respiradores)
- Empaque plano de teflón
- Sello O-ring de Viton
- Bandas de calentamiento siliconadas.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICA GRAVIMETRICA			
MP/HTHP/GP01	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 8

- Termocuplas
- Bolsas ziploc
- Desecador o nevera de icopor
- Sílica gel
- Recipientes resistentes a solventes orgánicos

8.2.2 Herramientas

- Llaves de boca fija de 9/16, 5/16 y 3/4 (2)
- Llave Bristol 4 mm
- Prensa

8.2.3 Reactivos


- Alcohol etílico grado industrial.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

- No consumir alimentos y/o bebidas en el área de trabajo.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, máscara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos.
- Identificar todas las condiciones peligrosas del ensayo a realizar: utilización y/o producción de gases, manejo de productos químicos, manejo de equipos eléctricos y mecánicos, entre otros, con el fin de prevenirlas y/o mitigarlas.
- Verificar que el personal tenga la experiencia o haya sido capacitado para llevar a cabo la ejecución de este tipo de trabajo.
- La operación de los equipos (autoclave, booster, control de temperatura), herramientas, gases comprimidos, es exclusiva del personal autorizado.
- Conocer las instrucciones de operación por parte del fabricante, antes de utilizar cualquier equipo o instrumento de laboratorio. No se debe exceder los límites técnicos de operación del equipo.
- Operar los equipos en lugares apropiados, con buena iluminación, ventilación y los accesorios de seguridad correspondientes. No mover los equipos mientras se encuentren encendidos y en operación.
- No exponer los equipos, máquinas u otros elementos que puedan ser susceptibles a daños, bajo condiciones inadecuadas de operación y almacenamiento.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Garantizar el orden y el aseo en las zonas de trabajo, de tal manera que no se ubiquen elementos innecesarios y / o peligrosos que puedan ocasionar accidentes.

8.4 Precauciones de Medio Ambiente

- Depositar los residuos de las actividades derivadas del ensayo en los lugares dispuestos para ello, teniendo en cuenta el tipo de residuo y su peligrosidad.
- Marcar adecuadamente los recipientes de almacenamiento de residuos con el tipo de sustancia y su nivel de peligrosidad.
- Mantener los recipientes de almacenamiento de residuos en buenas condiciones, manejarlos con cuidado y reemplazar los que presentan filtraciones o escapes.


LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICA GRAVIMETRICA			
MP/HTHP/GP01	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 8

- No almacenar residuos peligrosos en recipientes con riesgo de ruptura, escape, corrosión u otra falla.
- No almacenar en el mismo recipiente, residuos que son incompatibles, es decir, que puedan generar incendios o reacción química incontrolable, o que produzcan descargas nocivas al medio ambiente.

9. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

9.1 ACTIVIDADES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	Preparación de los Cupones Gravimétricos	1.1	Realizar la rotulación de bajo relieve, y la preparación superficial de los cupones gravimétricos, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Preparación De Elementos de Ensayo MP/HPHT/RP01</i> .
		1.2	Pesar el cupón, ejecutar el registro fotográfico y almacenar. Comprobar que se haya realizado el registro del peso, número de lote, tipo de material y código del cupón.
2	Preparación de la Solución de Trabajo	2.1	Alistar el material del laboratorio necesario para llevar a cabo la preparación de la solución.
		2.2	Preparar tres litros de solución por cada una de las muestras a ensayar, siguiendo las especificaciones del proveedor o cliente.
		2.3	Almacenar las soluciones en recipientes de plástico opaco u otro material específico para evitar alteraciones de las soluciones por efectos de la luz, rotular cada una de las soluciones con la fecha de preparación, concentración de reactivos y código de la muestra.
3	Preparación del Autoclave	3.1	Verificar el certificado de la prueba hidrostática realizada al autoclave.
		3.2	Ejecutar y revisar el ajuste de los acoples, accesorios y racorería del cabezal.
		3.3	Verificar la etiqueta y presión de calibración de las válvulas de seguridad.
		3.4	Confirmar que se tenga suministro de gas de purga y trabajo.
		3.5	Instalar el empaque plano de teflon y O-ring de Viton en el cabezal del autoclave.
4	Instalación de los Cupones Gravimétricos	4.1	En un sitio apartado de los cupones colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol; esperar a que todo el alcohol se haya evaporado para poder proceder con la instalación de los cupones.
		4.2	Colocar los cupones gravimétricos en el portacupones y asegúrelos a este con los tornillos de sujeción, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
		4.3	Registrar en la planilla y en el empaque del cupón gravimétrico, la fecha y la hora de instalación y el código del autoclave donde se instalaron.
		4.4	Realizar el registro fotográfico del sistema portacupón.
5	Montaje del Ensayo	5.1	Efectuar la purga de la cámara del autoclave con un poco de solución de prueba.
		5.2	Adicionar a la cámara del autoclave dos (2) litros de la solución de prueba.
		5.3	Ajustar el cabezal del autoclave, instalar las líneas de suministro y descarga de gas, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .
		5.4	Instalar la banda de calentamiento, la termocupla e iniciar el proceso de calentamiento hasta la temperatura seleccionada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento De Las Autoclaves MP/HPHT/RP04</i> .
		5.5	Realizar la purga el sistema durante 15 minutos para eliminar el oxígeno (O ₂) del sistema y posteriormente efectuar la presurización del sistema hasta la presión especificada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .
6	Desmonte del Ensayo	6.1	Apagar el sistema de calentamiento, realizar el enfriamiento del sistema y retirar las bandas de calentamiento, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave MP/HPHT/RP04</i> .

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICA GRAVIMETRICA			
MP/HTHP/GP01	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 8

		6.2	Posterior al enfriamiento del sistema, efectuar la despresurización del sistema, dejar la válvula de despresurización abierta por un periodo de 10 minutos para garantizar la ausencia de presión en el sistema, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .		
		6.3	Desmontar las líneas de suministro y descarga de gas del autoclave y retirar el cabezal del autoclave, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .		
		6.4	Registrar la inspección visual del cupón al momento del retiro del portacupón.		
		6.5	Retirar los cupones gravimetricos, limpiarlos, introducirlos en los empaques de embalaje y almacenarlos en un desecador, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .		
		7	<i>Análisis de Corrosión General y Localizada</i>	7.1	Efectuar el registro fotográfico de los cupones antes de efectuar el decapado.
				7.2	Ejecutar el decapado y efectuar el registro fotográfico de los cupones después del decapado. Efectuar la pesada de los cupones y registrar los valores de la masa de los cupones decapados como las observaciones del estado superficial de los mismos.
7.3	Realizar el cálculo de velocidad de la corrosión, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Determinación de Velocidad de Corrosión en Cupones Gravimetricos MP-PTL-CF01 y la Norma NACE RP-0775</i> .				
7.4	Realizar la inspección visual de la superficie de los cupones con la lupa estereoscópica a aumentos de 20x y 40X para identificar defectos en la superficie. Registrar observaciones, según la Norma ASTM G46-05.				
7.5	Realizar la microscopia cofocal 3D de la superficie de los cupones para identificar pitting, caracterizar y calcular la velocidad de picado si existe, según la Norma ASTM G46-05.				
		7.6	Realizar Reporte.		

10. CÁLCULO

Ecuación para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnica Gravimetría	
$CR = \frac{(W_1 - W_2) * 365 * 10}{A * \rho * D}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) W₁ = Peso inicial del cupón (g) W₂ = Peso final del cupón (g) A = Área del cupón (cm ²) ρ = Densidad del metal o aleación (g/cm ³) D = Días de exposición (días)

11. FORMATOS

- No aplica.

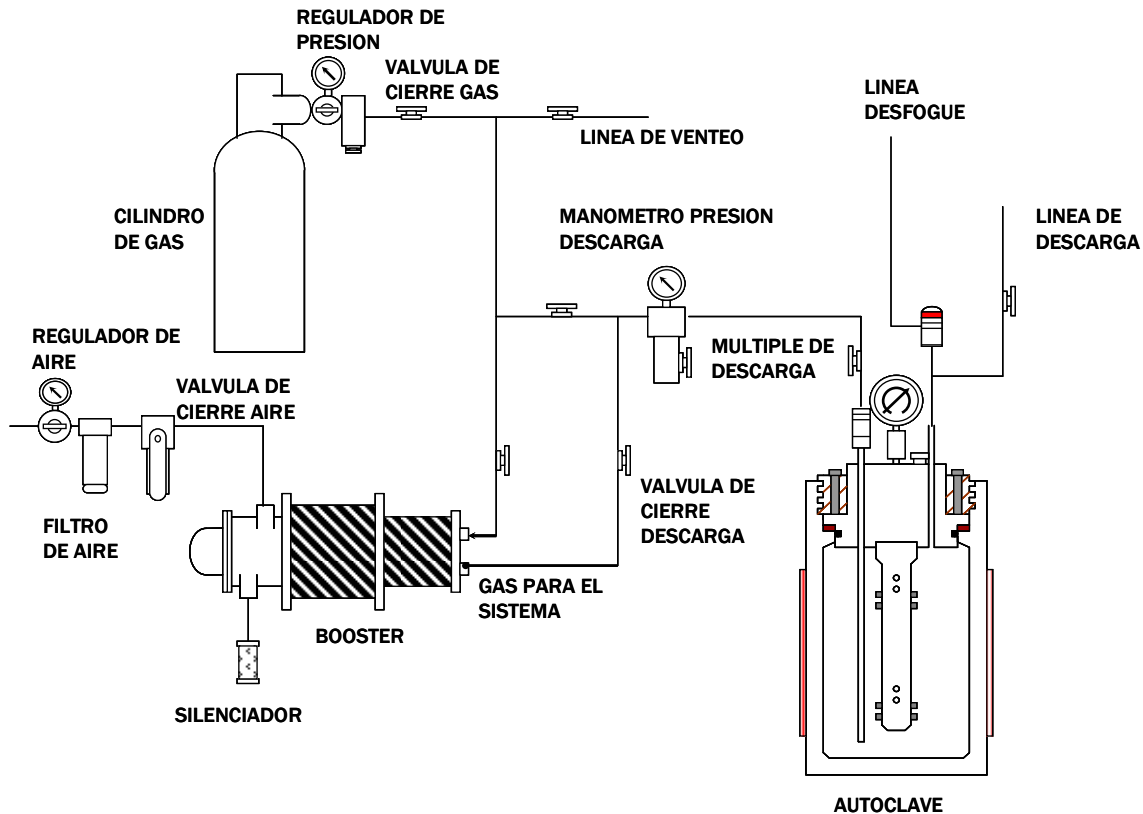
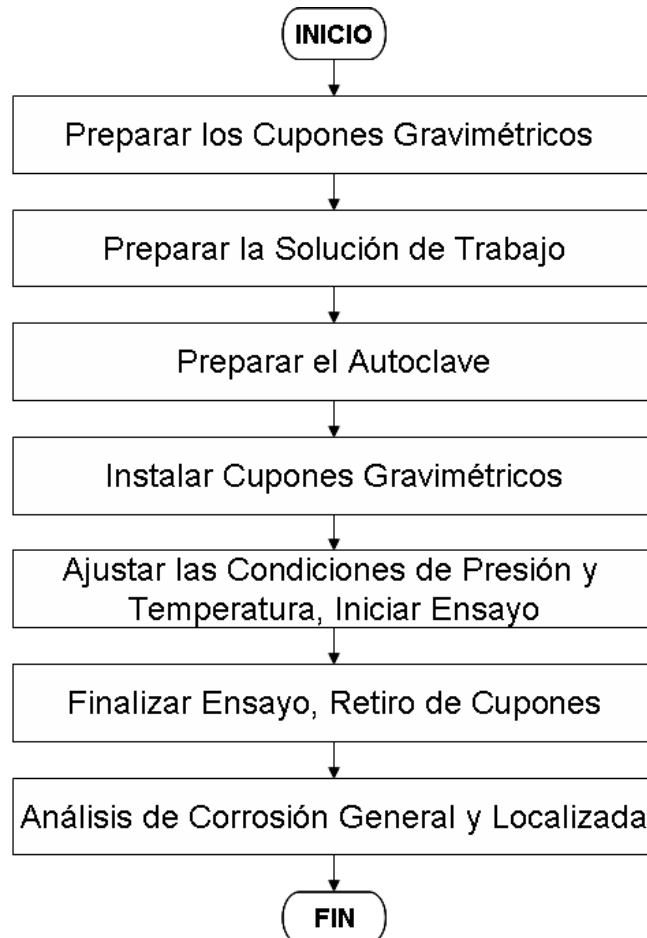



FIGURA 1. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados.

ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO




**ANEXO 3. PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE
CORROSIÓN POR TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS**

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 8

REVISIÓN N°	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 22/09/09	Fecha:25/09/09	Fecha:28/09/09

REVISIÓN N°	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN N°	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 8

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para realizar la evaluación de velocidades de corrosión por técnica electroquímica en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para el ensayo de la evaluación de velocidades de corrosión por técnica electroquímica durante la realización en el laboratorio de alta presión y alta temperatura de las actividades establecidas en este procedimiento.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y cálculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 *Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.*
- ASTM G3-99 *Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.*

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 8

- ASTM G5-99 *Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.*
- ASTM G31-04 *Practice for Laboratory Immersion Corrosion testing of Metales.*
- ASTM G59-97 *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarización Resistance Measurements*
- ASTM G102-99 *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*
- ASTM G106-01 *Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements*
- ASTM G111-97 *Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both*

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775 *Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.*

4.1.3 ASME

- *ASME Sección VIII Division 1*

4.2 Procedimientos

- Preparación De Elementos de Ensayo, MP/HPHT/RP01.
- Instalación Y Desmonte De Cupones, MP/HPHT/RP02.
- Sellado y Apertura Del Autoclave, MP/HPHT/03
- Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave, MP/HPHT/RP04.
- Presurización y Despresurización Del Autoclave, MP/HPHT/RP05.

5. INSTRUCTIVOS

- Manual de instrucciones del sistema de control de temperatura.
- Manual de instrucciones del elevador de presión Booster.

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del proceso.


7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO

- Sistema de control de temperatura
- Elevador de presión Booster
- Compresor
- Cámara fotográfica
- Estación de Trabajo Electroquímica Zahner IM6 o la Unidad de Medida Electroquímica Solartron SI 1280B

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 8

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales

- Nitrógeno (N₂)
- Cupones
- 2 pares de guantes de látex desechables.
- Servilletas de papel.
- Lapicero.
- Mascara para vapores (Respiradores)
- Empaque plano de teflón
- Sello O-ring de Viton
- Bandas de calentamiento siliconadas.
- Termocuplas
- Bolsas ziploc
- Desecador o nevera de icopor
- Sílica gel
- Recipientes resistentes a solventes orgánicos

8.2.2 Herramientas


- Llaves de boca fija de 9/16, 5/16 y 3/4 (2)
- Llave Bristol 4 mm
- Prensa

8.2.3 Reactivos

- Alcohol etílico grado industrial.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

- No consumir alimentos y/o bebidas en el área de trabajo.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, mascara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos.
- Identificar todas las condiciones peligrosas del ensayo a realizar: utilización y/o producción de gases, manejo de productos químicos, manejo de equipos eléctricos y mecánicos, entre otros, con el fin de prevenirlas y/o mitigarlas.
- Verificar que el personal tenga la experiencia o haya sido capacitado para llevar a cabo la ejecución de este tipo de trabajo.
- La operación de los equipos (autoclave, booster, control de temperatura), herramientas, gases comprimidos, es exclusiva del personal autorizado.
- Conocer las instrucciones de operación por parte del fabricante, antes de utilizar cualquier equipo o instrumento de laboratorio. No se debe exceder los límites técnicos de operación del equipo.
- Operar los equipos en lugares apropiados, con buena iluminación, ventilación y los accesorios de seguridad correspondientes. No mover los equipos mientras se encuentren encendidos y en operación.
- No exponer los equipos, máquinas u otros elementos que puedan ser susceptibles a daños, bajo condiciones inadecuadas de operación y almacenamiento.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 8

- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Garantizar el orden y el aseo en las zonas de trabajo, de tal manera que no se ubiquen elementos innecesarios y / o peligrosos que puedan ocasionar accidentes.

8.4 Precauciones de Medio Ambiente

- Depositar los residuos de las actividades derivadas del ensayo en los lugares dispuestos para ello, teniendo en cuenta el tipo de residuo y su peligrosidad.
- Marcar adecuadamente los recipientes de almacenamiento de residuos con el tipo de sustancia y su nivel de peligrosidad.
- Mantener los recipientes de almacenamiento de residuos en buenas condiciones, manejarlos con cuidado y reemplazar los que presentan filtraciones o escapes.
- No almacenar residuos peligrosos en recipientes con riesgo de ruptura, escape, corrosión u otra falla.
- No almacenar en el mismo recipiente, residuos que son incompatibles, es decir, que puedan generar incendios o reacción química incontrolable, o que produzcan descargas nocivas al medio ambiente.


9. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

9.1 ACTIVIDADES

9.1.1 Determinación de la velocidad de la corrosión por técnica electroquímica.

a) Adecuación del sistema

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Preparación de la Superficie de los Electroodos Cilíndricos</i>	1.1	Realizar la preparación superficial manual mecánicamente utilizando las lijas correspondiente (120, 240, 320, 400 y 600) haciendo movimientos en una sola dirección con cada una de las lijas, hasta que al final la superficie de trabajo del material este totalmente uniforme, sin poros y rayones, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Preparación De Elementos de Ensayo MP/HPHT/RP01</i> .
2	<i>Preparación de la Solución de Trabajo</i>	2.1	Alistar el material del laboratorio necesario para llevar a cabo la preparación de la solución.
		2.2	Preparar tres litros de solución por cada una de las muestras a ensayar, siguiendo las especificaciones del proveedor o cliente.
		2.3	Almacenar las soluciones en recipientes de plástico opaco u otro material específico para evitar alteraciones de las soluciones por efectos de la luz, rotular cada una de las soluciones con la fecha de preparación, concentración de reactivos y código de la muestra.
3	<i>Preparación de la Celda Electroquímica (Autoclave)</i>	3.1	Verificar el certificado de la prueba hidrostática realizada al autoclave.
		3.2	Ejecutar y revisar el ajuste de los acoples, accesorios y racorería del cabezal.
		3.3	Verificar la etiqueta y presión de calibración de las válvulas de seguridad.
		3.4	Confirmar que se tenga suministro de gas de purga y trabajo.
		3.5	Instalar el empaque plano de teflon y O-ring de Viton en el cabezal del autoclave.
4	<i>Instalación de los Electroodos Cilíndricos</i>	4.1	En un sitio apartado de los cupones, colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol. Esperar a que todo el alcohol se haya evaporado para poder proceder con la instalación de los electrodos.
		4.2	Instalar los electrodos (referencia, contraelectrodo y trabajo) en los porta electrodos asignados para cada uno de ellos, asegurarlos y verificar la continuidad eléctrica entre el terminal y el electrodo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 8

5	<i>Montaje del Ensayo</i>	4.3	Registrar en la planilla la fecha y la hora de instalación y el código del autoclave donde se instalaron.
		4.4	Realizar el registro fotográfico del sistema portaelectrodos.
		5.1	Efectuar la purga de la cámara del autoclave con un poco de solución de prueba.
		5.2	Adicionar a la cámara del autoclave dos (2) litros de la solución de prueba.
		5.3	Ajustar el cabezal del autoclave, instalar las líneas de suministro y descarga de gas, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .
		5.4	Instalar la banda de calentamiento, la termocupla e iniciar el proceso de calentamiento hasta la temperatura seleccionada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento De Las Autoclaves MP/HPHT/RP04</i> .
5.5	Realizar la purga el sistema durante 15 minutos para eliminar el oxígeno (O ₂) del sistema y posteriormente efectuar la presurización del sistema hasta la presión especificada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .		

b) Determinación de la resistencia a la polarización lineal R_p


ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Curva de Resistencia a la Polarización</i>	1.1	Verificar que se hayan alcanzado las condiciones de operación seleccionadas.
		1.2	Efectuar la conexión del equipo al terminal de los portaelectrodos.
		1.3	Verificar el procedimiento de operación del potencióstato.
		1.4	Registrar el potencial de corrosión después de 5 minutos.
		1.5	Antes de efectuar el ensayo, verificar que el potencial de corrosión (E _{corr}) se estabilice con una variación no mayor a ± 1 mV.
		1.6	Efectuar el barrido de potencial de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM G59-97 para curvas de resistencia de polarización lineal LPR.
		1.7	Registrar los valores de Potencial aplicado corriente obtenida. Graficar la curva de polarización como E vs I.
		1.8	Determinar gráficamente la resistencia a la polarización (R_p) según norma ASTM G59-97.

c) Determinación de la *tafel anódica* (β_a) y *tafel catódica* (β_c)

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Curva Tafel</i>	1.1	Verificar que se hayan alcanzado las condiciones de operación seleccionadas.
		1.2	Efectuar la conexión del equipo al terminal de los portaelectrodos.
		1.3	Verificar el procedimiento de operación del potencióstato.
		1.4	Registrar el potencial de corrosión después de 5 minutos.
		1.5	Antes de efectuar el ensayo, verificar que el potencial de corrosión E _{corr} se estabilice con una variación no mayor a ± 1 mV.
		1.6	Efectuar el barrido de potencial de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM G59-97 para curvas de polarización Tafel.
		1.7	Registrar los valores de Potencial aplicado corriente obtenida; graficar la curva de polarización como E vs logI.
		1.8	Determinar gráficamente las pendientes <i>tafel anódica</i> y <i>tafel catódica</i> de acuerdo a la norma ASTM G3-94 y ASTM G59-97.

d) Evaluación de la velocidad de la corrosión

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Análisis de la Velocidad de la</i>	1.1	Calcular la velocidad de la corrosión para el sistema evaluado según lo establecido en la norma ASTM G102-99.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE VELOCIDADES DE CORROSION POR TECNICAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 7 de 8

<i>Corrosión</i>	1.2	Realizar Reporte.
------------------	-----	-------------------

10. CÁLCULO

Ecuaciones para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnicas Electroquímicas	
$B = \frac{b_a b_c}{2.303(b_a + b_c)}$	Donde: B = Constante de Stern-Geary (V) b_a = Pendiente Tafel Anódica (V/decade) b_c = Pendiente Tafel Catódica (V/decade)
$i_{corr} = 10^6 \frac{B}{R_p}$	Donde: i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión (μA/cm ²) B = Constante de Stern-Geary (V) R_p = Resistencia a la polarización (ohm.cm ²)
$CR = 3.27 \times 10^{-3} \frac{i_{corr} EW}{\rho}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión (μA/cm ²) EW = Peso equivalente (g) ρ = Densidad del material (g/cm ³)

11. FORMATOS

- No aplica.

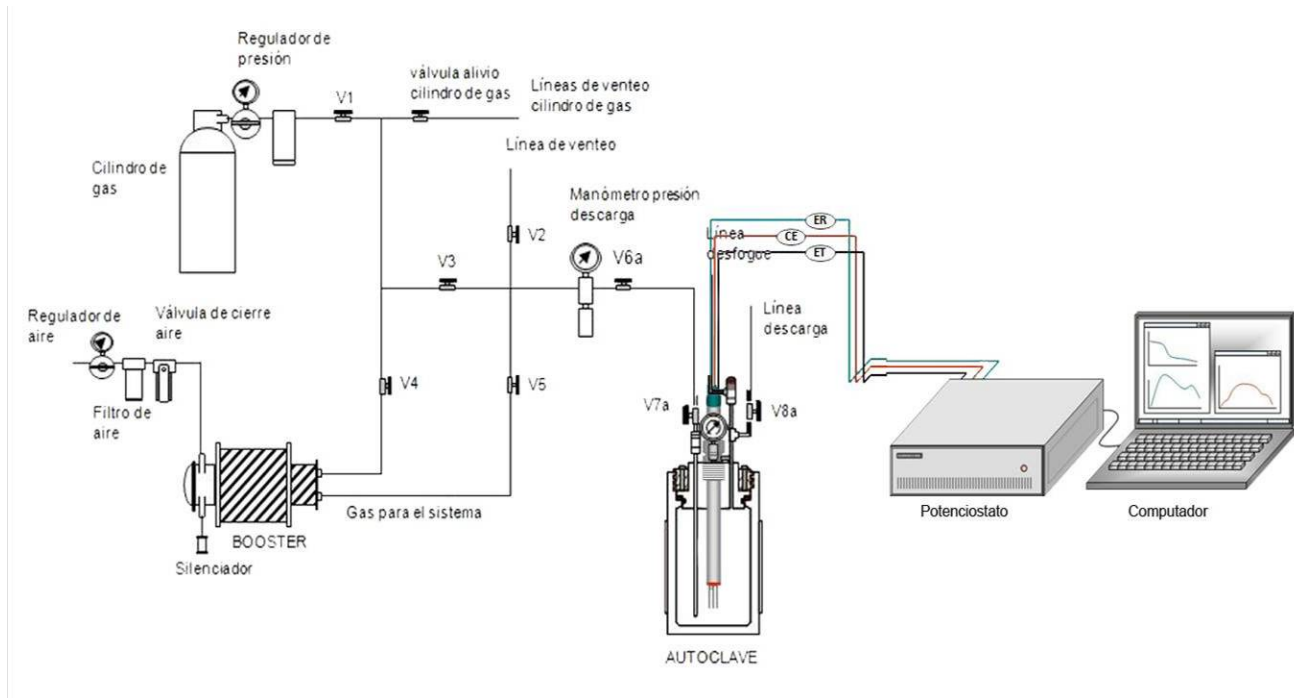
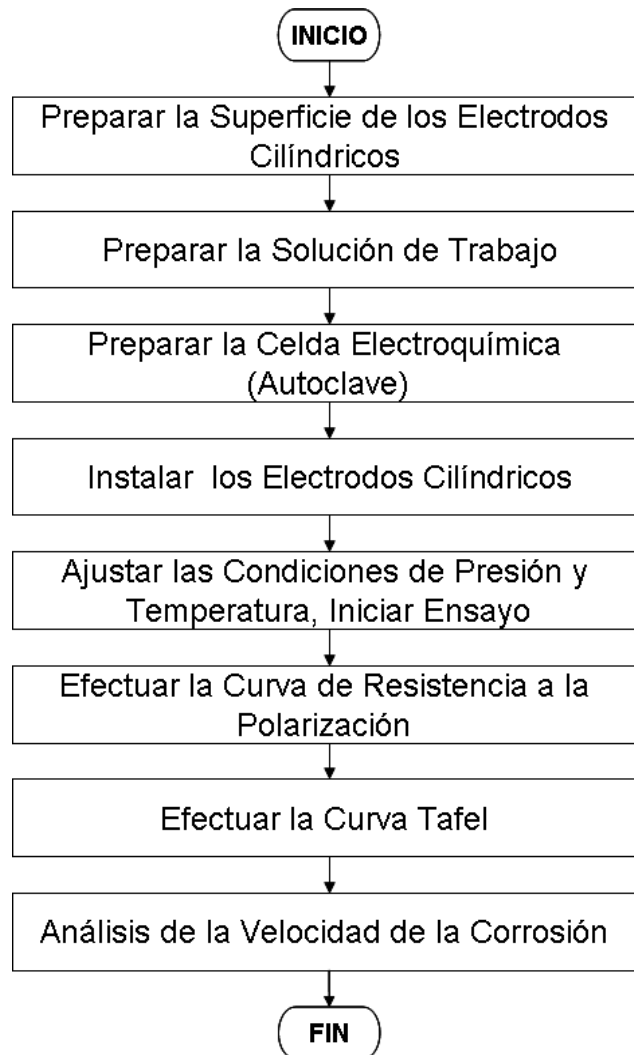



FIGURA 1. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados.

ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO




**ANEXO 4. PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE
CORROSIÓN POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICA Y ELECTROQUÍMICAS**

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 12

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 30/09/09	Fecha: 03/10/09	Fecha: 06/10/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 12

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para realizar la evaluación de inhibidores de corrosión por técnicas electroquímicas y gravimétricas en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para el ensayo de la evaluación de inhibidores de corrosión por técnicas electroquímicas y gravimétricas durante la realización en el laboratorio de alta presión y alta temperatura de las actividades establecidas en este procedimiento.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 *Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.*
- ASTM G3-99 *Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.*

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 12

- ASTM G5-99 *Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.*
- ASTM G31-04 *Practice for Laboratory Immersion Corrosion testing of Metales.*
- ASTM G46-99 *Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.*
- ASTM G59-97 *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarización Resistance Measurements*
- ASTM G102-99 *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*
- ASTM G106-01 *Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements*
- ASTM G111-97 *Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both*
- ASTM G 170-06. *Standard Guide for Evaluating and Qualifying Oilfield and Refinery Corrosion Inhibitors.*
- ASTM G 185- 06. *Standard Practice for Evaluating and Qualifying Oil Field and Refinery Corrosion Inhibitors Using the Rotating Cylinder Electrode.*

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775 *Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.*
- NACE RP 0497 *Field corrosion evaluation using metallic test coupons.*

4.1.3 ASME

- ASME Sección VIII Division 1

4.2 Procedimientos

- *Preparación De Elementos de Ensayo, MP/HPHT/RP01.*
- *Instalación Y Desmonte De Cupones, MP/HPHT/RP02.*
- *Sellado y Apertura Del Autoclave, MP/HPHT/03*
- *Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave, MP/HPHT/RP04.*
- *Presurización y Despresurización Del Autoclave, MP/HPHT/RP05.*
- *Determinación de Velocidad de Corrosión en Cupones Gravimetricos, MP-PTL-CF01.*

5. INSTRUCTIVOS


- Manual de instrucciones del sistema de control de temperatura.
- Manual de instrucciones del elevador de presión Booster.

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del Proceso.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 12

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO

- Estación de Trabajo Electroquímica Zanker IM6 o la Unidad de Medida Electroquímica Solartron SI 1280B
- Sistema de control de temperatura
- Elevador de presión Booster
- Compresor
- Cámara fotográfica

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales

- Nitrógeno (N₂)
- Electroodos (Trabajo, referencia y contraelectrodo)
- Cupones gravimetricos
- 2 pares de guantes de látex desechables.
- Servilletas de papel.
- Lapicero.
- Mascara para vapores (Respiradores)
- Empaque plano de teflón
- Sello O-ring de Viton
- Bandas de calentamiento siliconadas.
- Termocuplas
- Bolsas ziploc
- Desecador o nevera de icopor
- Sílica gel
- Recipientes resistentes a solventes orgánicos
- Lija # 80, 120, 240, 320, 400, 600 (como mínimo).

8.2.2 Herramientas


- Llaves de boca fija de 9/16, 5/16 y 3/4 (2)
- Llave Bristol 4 mm
- Prensa

8.2.3 Reactivos

- Alcohol etílico grado industrial.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

- No consumir alimentos y/o bebidas en el área de trabajo.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, mascara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos.
- Identificar todas las condiciones peligrosas del ensayo a realizar: utilización y/o producción de gases, manejo de productos químicos, manejo de equipos eléctricos y mecánicos, entre otros, con el fin de prevenirlas y/o mitigarlas.
- Verificar que el personal tenga la experiencia o haya sido capacitado para llevar a cabo la ejecución de este tipo de trabajo.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 12

- La operación de los equipos (autoclave, booster, control de temperatura), herramientas, gases comprimidos, es exclusiva del personal autorizado.
- Conocer las instrucciones de operación por parte del fabricante, antes de utilizar cualquier equipo o instrumento de laboratorio. No se debe exceder los límites técnicos de operación del equipo.
- Operar los equipos en lugares apropiados, con buena iluminación, ventilación y los accesorios de seguridad correspondientes. No mover los equipos mientras se encuentren encendidos y en operación.
- No exponer los equipos, máquinas u otros elementos que puedan ser susceptibles a daños, bajo condiciones inadecuadas de operación y almacenamiento.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Garantizar el orden y el aseo en las zonas de trabajo, de tal manera que no se ubiquen elementos innecesarios y / o peligrosos que puedan ocasionar accidentes.

8.4 Precauciones de Medio Ambiente

- Depositar los residuos de las actividades derivadas del ensayo en los lugares dispuestos para ello, teniendo en cuenta el tipo de residuo y su peligrosidad.
- Marcar adecuadamente los recipientes de almacenamiento de residuos con el tipo de sustancia y su nivel de peligrosidad.
- Mantener los recipientes de almacenamiento de residuos en buenas condiciones, manejarlos con cuidado y reemplazar los que presentan filtraciones o escapes.
- No almacenar residuos peligrosos en recipientes con riesgo de ruptura, escape, corrosión u otra falla.
- No almacenar en el mismo recipiente, residuos que son incompatibles, es decir, que puedan generar incendios o reacción química incontrolable, o que produzcan descargas nocivas al medio ambiente.

9. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

9.1 ACTIVIDADES

La selección de los inhibidores de corrosión se encuentra en función del desempeño mostrado respecto a un sistema blanco (sin inhibir) y otro inhibido. A continuación se describe el proceso a seguir para la selección de los inhibidores de corrosión por técnicas electroquímicas y gravimétricas.


9.1.1 Determinación de la eficiencia del inhibidor por técnicas electroquímicas

Las actividades que se presentan a continuación se aplicaran a un sistema blanco (sin inhibir) y otro inhibido para la respectiva evaluación del inhibidor. Además se aplicarán a cada uno de los inhibidores y concentraciones a evaluar.

9.1.1.1 Evaluación de la eficiencia del inhibidor

a) Adecuación del sistema


ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Preparación de la Superficie de los Electrodo Cilíndricos</i>	1.1	Realizar la preparación superficial manual mecánicamente utilizando las lijas correspondiente (120, 240, 320, 400 y 600) haciendo movimientos en una sola dirección con cada una de las lijas, hasta que al final la superficie de trabajo del material este totalmente uniforme, sin poros y rayones, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Preparación De Elementos de Ensayo MP/HPHT/RP01</i> .

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 12

2	<i>Preparación de la Soluciones de Trabajo</i>	2.1	Alistar el material del laboratorio necesario para llevar a cabo la preparación de la solución.
		2.2	Preparar tres litros de solución por cada una de las muestras a ensayar, siguiendo las especificaciones del proveedor o cliente.
		2.3	Almacenar las soluciones en recipientes de plástico opaco u otro material específico para evitar alteraciones de las soluciones por efectos de la luz, rotular cada una de las soluciones con la fecha de preparación, concentración de reactivos y código de la muestra.
3	<i>Preparación de la Celda Electroquímica (AUTOCLAVE)</i>	3.1	Verificar el certificado de la prueba hidrostática realizada al autoclave.
		3.2	Ejecutar y revisar el ajuste de los acoples, accesorios y racorería del cabezal.
		3.3	Verificar la etiqueta y presión de calibración de las válvulas de seguridad.
		3.4	Confirmar que se tenga suministro de gas de purga y trabajo.
		3.5	Instalar el empaque plano de teflon y O-ring de Viton en el cabezal del autoclave.
4	<i>Instalación de los Electrodo Cilíndricos</i>	4.1	En un sitio apartado de los cupones, colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol. Esperar a que todo el alcohol se haya evaporado para poder proceder con la instalación de los electrodos.
		4.2	Instalar los electrodos (referencia, contraelectrodo y trabajo) en los porta electrodos asignados para cada uno de ellos, asegurarlos y verificar la continuidad eléctrica entre el terminal y el electrodo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
		4.3	Registrar en la planilla la fecha y la hora de instalación y el código del autoclave donde se instalaron.
		4.4	Realizar el registro fotográfico del sistema portaeléctrodos.
5	<i>Montaje del Ensayo</i>	5.1	Efectuar la purga de la cámara del autoclave con un poco de solución de prueba.
		5.2	Adicionar a la cámara del autoclave dos (2) litros de la solución de prueba.
		5.3	Ajustar el cabezal del autoclave, instalar las líneas de suministro y descarga de gas, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .
		5.4	Instalar la banda de calentamiento, la termocupla e iniciar el proceso de calentamiento hasta la temperatura seleccionada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento De Las Autoclaves MP/HPHT/RP04</i> .
		5.5	Realizar la purga el sistema durante 15 minutos para eliminar el oxígeno (O ₂) del sistema y posteriormente efectuar la presurización del sistema hasta la presión especificada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .

b) Determinación de la resistencia a la polarización lineal Rp

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Curva de Resistencia a la Polarización</i>	1.1	Verificar que se hayan alcanzado las condiciones de operación seleccionadas.
		1.2	Efectuar la conexión del equipo al terminal de los portaelectrodos.
		1.3	Verificar el procedimiento de operación del potencióstato.
		1.4	Registrar el potencial de corrosión después de 5 minutos.
		1.5	Antes de efectuar el ensayo, verificar que el potencial de corrosión (E _{corr}) se estabilice con una variación no mayor a ± 1 mV.
		1.6	Efectuar el barrido de potencial de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM G59-97 para curvas de resistencia de polarización lineal LPR.
		1.7	Registrar los valores de Potencial aplicado corriente obtenida. Graficar la curva de polarización como E vs I.
		1.8	Determinar gráficamente la resistencia a la polarización (R _p) según norma ASTM G59-97.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HHTP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 7 de 12

c) Determinación de la tafel anódica (β_a) y tafel catódica (β_c)

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	Curva Tafel	1.1	Verificar que se hayan alcanzado las condiciones de operación seleccionadas.
		1.2	Efectuar la conexión del equipo al terminal de los portaelectrodos.
		1.3	Verificar el procedimiento de operación del potencióstato.
		1.4	Registrar el potencial de corrosión después de 5 minutos.
		1.5	Antes de efectuar el ensayo, verificar que el potencial de corrosión E_{corr} se establezca con una variación no mayor a ± 1 mV.
		1.6	Efectuar el barrido de potencial de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM G59-97 para curvas de polarización Tafel..
		1.7	Registrar los valores de Potencial aplicado corriente obtenida; graficar la curva de polarización como E vs logl.
		1.8	Determinar gráficamente las pendientes tafel anódica y catódica de acuerdo a la norma ASTM G3-94 y ASTM G59-97.

d) Evaluación de la velocidad de la corrosión


ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	Análisis de la Velocidad de la Corrosión y Eficiencia del Inhibidor	1.1	Calcular la velocidad de la corrosión para el sistema evaluado según lo establecido en la norma ASTM G102-99.
		1.2	Calcular la eficiencia del inhibidor según la norma ASTM G185-06.
		1.3	Realizar Reporte.

9.1.2 Determinación de la eficiencia del inhibidor por técnica gravimétrica

Las actividades que se presentan a continuación se aplicaran a un sistema blanco (sin inhibir) y otro inhibido para la respectiva evaluación del inhibidor. Además se aplicarán a cada uno de los inhibidores y concentraciones a evaluar.

9.1.2.1 Evaluación de la eficiencia del inhibidor


ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	Preparación de los Cupones Gravimétricos	1.1	Realizar la rotulación de bajo relieve, y la preparación superficial de los cupones gravimétricos, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Preparación De Elementos de Ensayo MP/HPHT/RP01</i> .
		1.2	Pesar el cupón, ejecutar el registro fotográfico y almacenar. Comprobar que se haya realizado el registro del peso, número de lote, tipo de material y código del cupón.
2	Preparación de la Solución de Trabajo	2.1	Alistar el material del laboratorio necesario para llevar a cabo la preparación de la solución.
		2.2	Preparar tres litros de solución por cada una de las muestras a ensayar, siguiendo las especificaciones del proveedor o cliente.
		2.3	Almacenar las soluciones en recipientes de plástico opaco u otro material específico para evitar alteraciones de las soluciones por efectos de la luz, rotular cada una de las soluciones con la fecha de preparación, concentración de reactivos y código de la muestra.
3	Preparación del Autoclave	3.1	Realizar la preparación del autoclave según la actividad descrita en el ítem tres (3) del numeral a) de la sección 9.1.
4	Instalación de los Cupones Gravimétricos	4.1	En un sitio apartado de los cupones colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol; esperar a que todo el alcohol se haya evaporado para poder proceder con la instalación de los cupones.
		4.2	Colocar los cupones gravimétricos en el portacupones y asegúrelos a este con los tornillos de sujeción, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
		4.3	Registrar en la planilla y en el empaque del cupón gravimétrico, la fecha y la hora de instalación y el código del autoclave donde se instalaron.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 8 de 12

		4.4	Realizar el registro fotográfico del sistema portacupón.
5	<i>Montaje del Ensayo</i>	5.1	Efectuar el montaje del ensayo según la actividad descrita en el ítem cinco (5) del numeral a) de la sección 9.1.
6	<i>Desmonte del Ensayo</i>	6.1	Apagar el sistema de calentamiento, realizar el enfriamiento del sistema y retirar las bandas de calentamiento, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave MP/HPHT/RP04</i> .
		6.2	Posterior al enfriamiento del sistema, efectuar la despresurización del sistema, dejar la válvula de despresurización abierta por un periodo de 10 minutos para garantizar la ausencia de presión en el sistema, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .
		6.3	Desmontar las líneas de suministro y descarga de gas del autoclave y retirar el cabezal del autoclave, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .
		6.4	Registrar la inspección visual del cupón al momento del retiro del portacupón.
		6.5	Retirar los cupones gravimétricos, limpiarlos, introducirlos en los empaques de embalaje y almacenarlos en un desecador, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
7	<i>Análisis de la Corrosión General, Localizada y Eficiencia del Inhibidor</i>	7.1	Efectuar el registro fotográfico de los cupones antes de efectuar el decapado.
		7.2	Ejecutar el decapado y efectuar el registro fotográfico de los cupones después del decapado. Efectuar la pesada de los cupones y registrar los valores de la masa de los cupones decapados como las observaciones del estado superficial de los mismos.
		7.3	Realizar el cálculo de velocidad de la corrosión, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Determinación de Velocidad de Corrosión en Cupones Gravimétricos MP-PTL-CF01 y la Norma NACE RP-0775</i> .
		7.4	Realizar la inspección visual de la superficie de los cupones con la lupa estereoscópica a aumentos de 20x y 40X para identificar defectos en la superficie. Registrar observaciones, según la Norma ASTM G46-05.
		7.5	Realizar la microscopía cofocal 3D de la superficie de los cupones para identificar pitting, caracterizar y calcular la velocidad de picado si existe, según la Norma ASTM G46-05.
		7.6	Evaluar la eficiencia del inhibidor según la norma ASTM G185-06
		7.7	Realizar Reporte.

10. CÁLCULO

Ecuaciones para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnicas Electroquímicas	
$B = \frac{b_a b_c}{2.303(b_a + b_c)}$	Donde: B = Constante de Stern-Geary (V) b_a = Pendiente Tafel Anódica (V/decade) b_c = Pendiente Tafel Catódica (V/decade)
$i_{corr} = 10^6 \frac{B}{R_p}$	Donde: i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión (μA/cm ²) B = Constante de Stern-Geary (V) R_p = Resistencia a la polarización (ohm.cm ²)
$CR = 3.27 \times 10^{-3} \frac{i_{corr} EW}{\rho}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión (μA/cm ²) EW = Peso equivalente (g) ρ = Densidad del material (g/cm ³)

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE CORROSION POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 9 de 12

Ecuación para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnica Gravimetría	
$CR = \frac{(W_1 - W_2) * 365 * 10}{A * \rho * D}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) W₁ = Peso inicial del cupón (g) W₂ = Peso final del cupón (g) A = Área del cupón (cm ²) ρ = Densidad del metal o aleación (g/cm ³) D = Días de exposición (días)

Ecuación para Calcular la Eficiencia del Inhibidor	
$\% \text{Eficiencia} = \frac{[C.R]_{Sin.Inhibir} - [C.R]_{Inhibido}}{[C.R]_{Sin.Inhibir}} * 100$	Donde: [CR]_{Sin.Inhibir} = Rata de corrosión en ausencia de inhibidor (mm/año) [CR]_{Inhibido} = Rata de corrosión en presencia de inhibidor (mm/año)

11. FORMATOS

- No aplica.

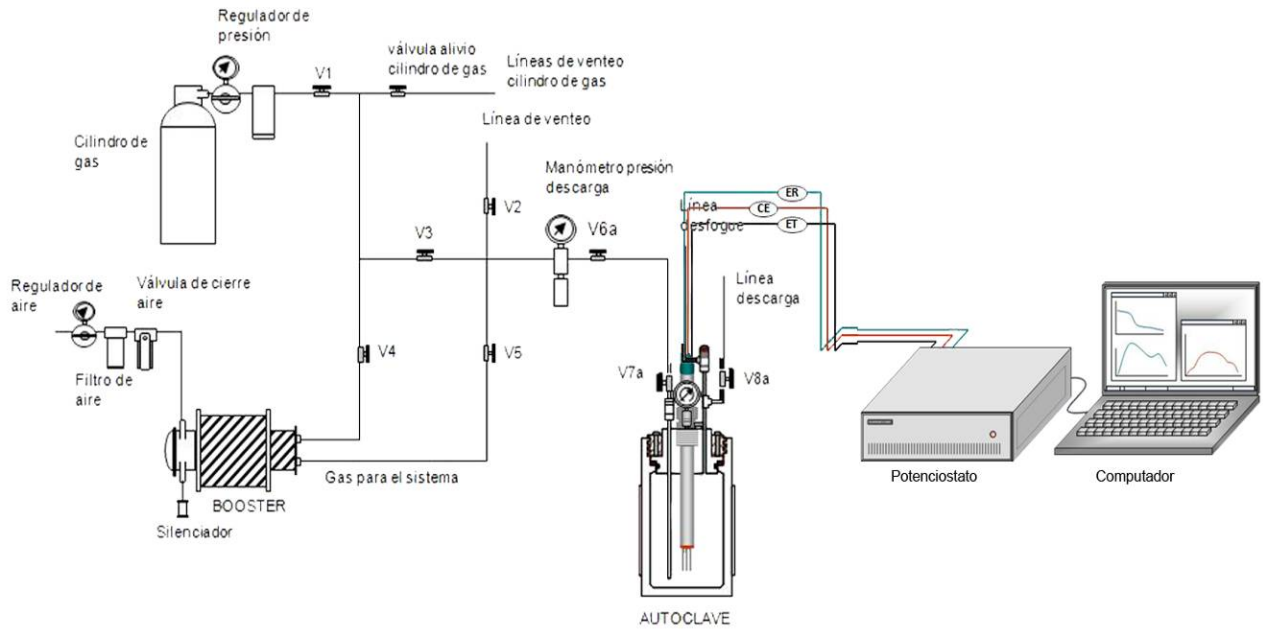


FIGURA 1. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados para técnica electroquímica.

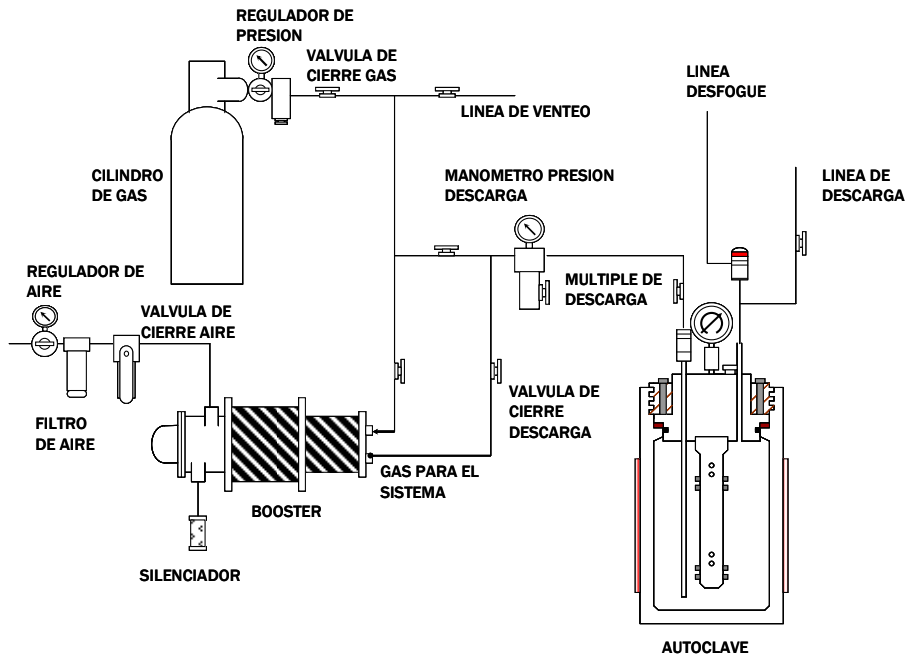
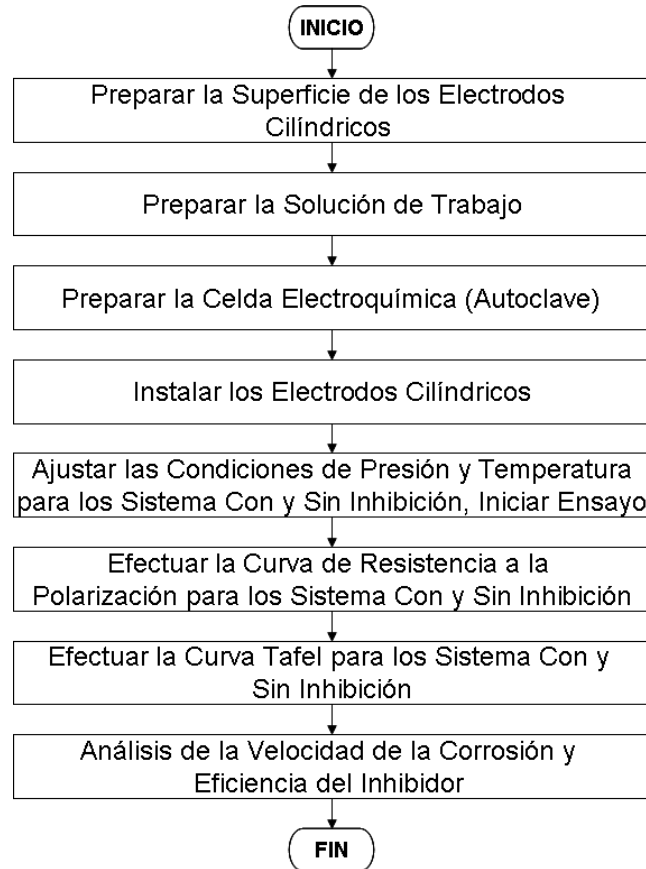


FIGURA 2. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados para técnica gravimétrica.

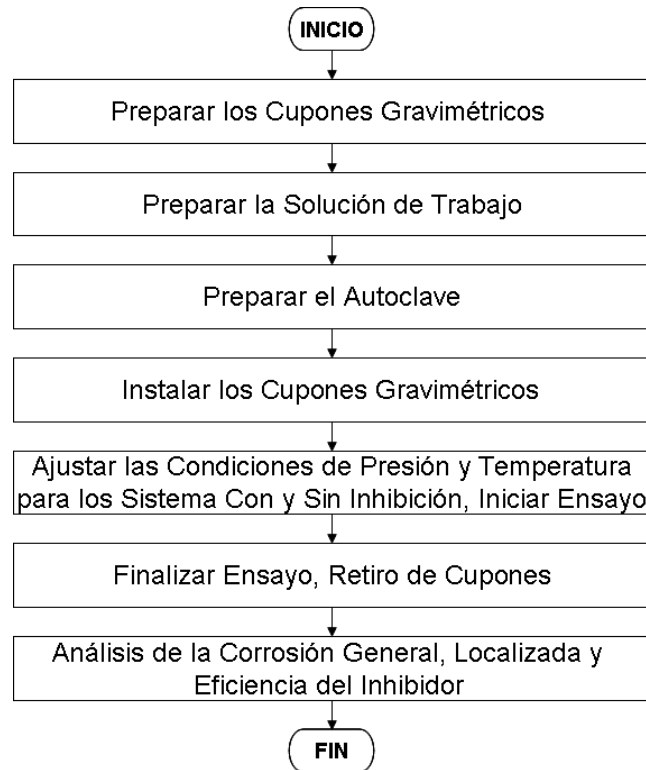
ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO


Determinación de la eficiencia del inhibidor por técnicas electroquímicas



Determinación de la eficiencia del inhibidor por técnica gravimétrica




**ANEXO 5. PROCEDIMIENTO GENERAL DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR
IMPEDANCIAS ELECTROQUÍMICAS**

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 9

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 08/10/09	Fecha: 09/10/09	Fecha: 12/10/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUÍMICAS			
MP/HTHP/GP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 9

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para realizar la evaluación del desempeño de recubrimientos por espectroscopia de impedancias electroquímicas en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para la evaluación del desempeño de recubrimientos por espectroscopia de impedancias electroquímica a altas presiones y altas temperaturas durante el desarrollo en el laboratorio de alta presión y alta temperatura de las actividades propuestas en este procedimiento para determinar la resistencia de poros (R_p), capacitancia del recubrimiento (C_c), resistencia de transferencia de carga (R_t), capacitancia de doble capa (C_{dl}).

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G106-01 *Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements*

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 9

- ASTM G111-97 *Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both*

4.1.2 ASME

- ASME Sección VIII Division 1

4.2 Procedimientos

- *Preparación De Elementos de Ensayo, MP/HPHT/RP01.*
- *Instalación Y Desmote De Cupones, MP/HPHT/RP02.*
- *Sellado y Apertura Del Autoclave, MP/HPHT/03*
- *Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave, MP/HPHT/RP04.*
- *Presurización y Despresurización Del Autoclave, MP/HPHT/RP05.*

5. INSTRUCTIVOS

- Manual de instrucciones del sistema de control de temperatura.
- Manual de instrucciones del elevador de presión Booster.

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del proceso.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS


8.1 EQUIPO

- Estación de Trabajo Electroquímica Zanker IM6 o la Unidad de Medida Electroquímica Solartron SI 1280B
- Sistema de control de temperatura
- Elevador de presión Booster
- Compresor
- Cámara fotográfica

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales

- Nitrógeno (N₂)
- Electrodos (Referencia y Contraelectrodo)
- Cupones gravimétricos
- 2 pares de guantes de látex desechables.
- Servilletas de papel.
- Lapicero.
- Mascarilla para vapores (Respiradores)
- Empaque plano de teflón
- Sello O-ring de Viton
- Bandas de calentamiento siliconadas.
- Termocuplas

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 9

- Bolsas ziploc
- Desecador o nevera de icopor
- Sílica gel
- Recipientes resistentes a solventes orgánicos

8.2.2 Herramientas

- Llaves de boca fija de 9/16, 5/16 y 3/4 (2)
- Llave Bristol 4 mm
- Prensa

8.2.3 Reactivos


- Alcohol etílico grado industrial.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

- No consumir alimentos y/o bebidas en el área de trabajo.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, máscara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos.
- Identificar todas las condiciones peligrosas del ensayo a realizar: utilización y/o producción de gases, manejo de productos químicos, manejo de equipos eléctricos y mecánicos, entre otros, con el fin de prevenirlas y/o mitigarlas.
- Verificar que el personal tenga la experiencia o haya sido capacitado para llevar a cabo la ejecución de este tipo de trabajo.
- La operación de los equipos (autoclave, booster, control de temperatura), herramientas, gases comprimidos, es exclusiva del personal autorizado.
- Conocer las instrucciones de operación por parte del fabricante, antes de utilizar cualquier equipo o instrumento de laboratorio. No se debe exceder los límites técnicos de operación del equipo.
- Operar los equipos en lugares apropiados, con buena iluminación, ventilación y los accesorios de seguridad correspondientes. No mover los equipos mientras se encuentren encendidos y en operación.
- No exponer los equipos, máquinas u otros elementos que puedan ser susceptibles a daños, bajo condiciones inadecuadas de operación y almacenamiento.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Garantizar el orden y el aseo en las zonas de trabajo, de tal manera que no se ubiquen elementos innecesarios y / o peligrosos que puedan ocasionar accidentes.

8.4 Precauciones de Medio Ambiente

- Depositar los residuos de las actividades derivadas del ensayo en los lugares dispuestos para ello, teniendo en cuenta el tipo de residuo y su peligrosidad.
- Marcar adecuadamente los recipientes de almacenamiento de residuos con el tipo de sustancia y su nivel de peligrosidad.
- Mantener los recipientes de almacenamiento de residuos en buenas condiciones, manejarlos con cuidado y reemplazar los que presentan filtraciones o escapes.
- No almacenar residuos peligrosos en recipientes con riesgo de ruptura, escape, corrosión u otra falla.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUÍMICAS			
MP/HTHP/GP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 9

- No almacenar en el mismo recipiente, residuos que son incompatibles, es decir, que puedan generar incendios o reacción química incontrolable, o que produzcan descargas nocivas al medio ambiente.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO


9.1 ACTIVIDADES

El desempeño de un recubrimiento en un ambiente de trabajo, se evalúa exponiendo este a determinado ambiente simulado por un lapso de tiempo definido, aplicando antes y después de exposición la técnica de espectroscopia de impedancias electroquímica (EIS). A continuación se describe el proceso a seguir para evaluar el desempeño de recubrimientos.

9.1.1 Determinación del Desempeño de Recubrimientos por Espectroscopia de Impedancias Electroquímicas a Altas Presiones y Altas Temperaturas.

9.1.1.1 Adecuación del sistema para la exposición de los cupones de recubrimiento

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Preparación de los Cupones y Aplicación del Recubrimiento</i>	1.1	Se emplea cupones laminares para aplicación del recubrimiento con las siguientes dimensiones: Largo 10cm y ancho 5cm.
		1.2	La aplicación del recubrimiento se realizara según las especificaciones del fabricante o el cliente.
2	<i>Preparación de la Solución de Trabajo</i>	2.1	Alistar el material del laboratorio necesario para llevar a cabo la preparación de la solución.
		2.2	Preparar el volumen de solución necesario para la prueba, siguiendo las especificaciones del proveedor o cliente. El volumen de solución requerido según el tipo de exposición es: <ul style="list-style-type: none"> Inmersión Total Tres (3) Litros Inmersión Parcial Dos (2) Litros Vapor Un (1) Litro
		2.3	Almacenar las soluciones en recipientes de plástico opaco u otro material específico para evitar alteraciones de las soluciones por efectos de la luz, rotular cada una de las soluciones con la fecha de preparación, concentración de reactivos y código de la muestra.
3	<i>Preparación del Autoclave</i>	3.1	Verificar la etiqueta y presión de calibración de las válvulas de seguridad y manómetros.
		3.2	Confirmar el certificado de la prueba hidrostática realizada al autoclave.
		3.3	Ejecutar y revisar el ajuste de los acoples, accesorios y racorería del cabezal.
		3.4	Confirmar que se tenga suministro de gas de purga y trabajo.
		3.5	Instalar el empaque plano de teflon y O-ring de Viton en el cabezal del autoclave.
4	<i>Instalación de los Cupones de Recubrimientos</i>	4.1	En un sitio apartado de los cupones recubiertos, colocarse los guantes de látex nuevos y límpielos con alcohol. Esperar a que todo el alcohol se haya evaporado para poder proceder con la instalación de los cupones.
		4.2	Colocar en el portacupones los cupones de recubrimientos y asegurarlos a este con los tornillos de sujeción, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
		4.3	Registrar la fecha y la hora de instalación y el código del autoclave donde se instalaron los cupones.
		4.4	Realizar el registro fotográfico del sistema portacupón.
5		5.1	Efectuar la purga de la cámara del autoclave con un poco de solución de trabajo.


LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 9

	<i>Montaje del Ensayo</i>	5.2	<p>Adicionar a la cámara del autoclave con la solución de trabajo. El volumen de solución requerido para el tipo de exposición es:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inmersión Total Dos (2) Litros. ▪ Inmersión Parcial Un (1) Litro. ▪ Vapor Quinientos (500) mL.
		5.3	Ajustar el cabezal del autoclave, instalar las líneas de suministro y descarga de gas, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .
		5.4	Instalar la banda de calentamiento, la termocupla e iniciar el proceso de calentamiento hasta la temperatura seleccionada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento De Las Autoclaves MP/HPHT/RP04</i> .
		5.5	Realizar la purga el sistema durante 15 minutos para eliminar el oxígeno (O ₂) del sistema y posteriormente efectuar la presurización del sistema hasta la presión especificada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .
		5.6	Realizar el registro de las condiciones del sistema durante el periodo del ensayo.
		6	<i>Desmonte del Ensayo</i>
6.2	Posterior al enfriamiento del sistema, efectuar la despresurización del sistema, dejar la válvula de despresurización abierta por un periodo de 10 minutos para garantizar la ausencia de presión en el sistema, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .		
6.3	Desmontar las líneas de suministro y descarga de gas del autoclave y retirar el cabezal del autoclave, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .		
6.4	Efectuar el registro fotográfico del sistema portacupón.		
6.5	Retirar los cupones y limpiarlos, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .		
7	<i>Análisis Visual del Recubrimiento Después de Exposición</i>	7.1	Efectuar el registro fotográfico de los cupones recubiertos.
		7.2	Realizar la inspección visual y registro de las condiciones del recubrimiento al momento del retiro del portacupón.

9.1.1.2 Evaluación del recubrimiento por EIS

9.1.1.2.1 Adecuación del sistema

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Adecuación de la Celda Electroquímica</i>	1.1	Preparar el electrolito conductor (Solución de NaCl al 1%).
		1.2	Limpiar la superficie a evaluar y lijar una esquina (libre elección) del respaldo del cupón de tal forma que permita asegurar el contacto eléctrico con el analizador automático de impedancias.
		1.3	Ubicar el cupón en la Celda Electroquímica, teniendo en cuenta que siempre se debe evaluar la misma zona del cupón para lo cual la celda posee dos guías.
		1.4	Colocar en los orificios de la Celda Electroquímica el Contra - Electrodo y el Electrodo de Referencia. (Ver anexo 1)
		1.5	Verter el electrolito conductor en la celda hasta cubrir toda el área expuesta.
		1.6	Ubicar la celda dentro de la Jaula de Faraday.
		1.7	Conectar correctamente los terminales del Analizador Automático de Impedancias, el cupón de evaluación, electrodo de referencia y contra electrodo.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE RECUBRIMIENTOS POR IMPEDANCIAS ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 7 de 9

9.1.1.2.2 Corrida de EIS para determinación de la Resistencia de Poro (Rp)

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Curvas Nyquist y Bode</i>	1.1	Registrar el potencial de corrosión E_{corr} después de 5 minutos de inmersión del cupón recubierto, ó hasta que el potencial se haya estabilizado.
		1.2	Colocar en el software del equipo las condiciones del ensayo, tales como: frecuencia inicial, frecuencia final, puntos por década y la amplitud.
		1.3	Iniciar la corrida de impedancia.
		1.4	Graficar la curva en el formato Nyquist (respuesta real vs el negativo de la respuesta imaginaria) y en el formato de BODE (módulo de impedancia-ángulo de fases vs frecuencia), de acuerdo con la norma ASTM G106-99.
		1.5	El recubrimiento será evaluado por EIS antes de la exposición ($t = 0$) y durante los periodos de exposición fijados previamente.
		1.6	Definir los parámetros del circuito equivalente.
		1.7	Determinar la Resistencia de Poro.
		1.8	Realizar Reporte.

10. CÁLCULO

- No aplica.

11. FORMATOS

- No aplica.

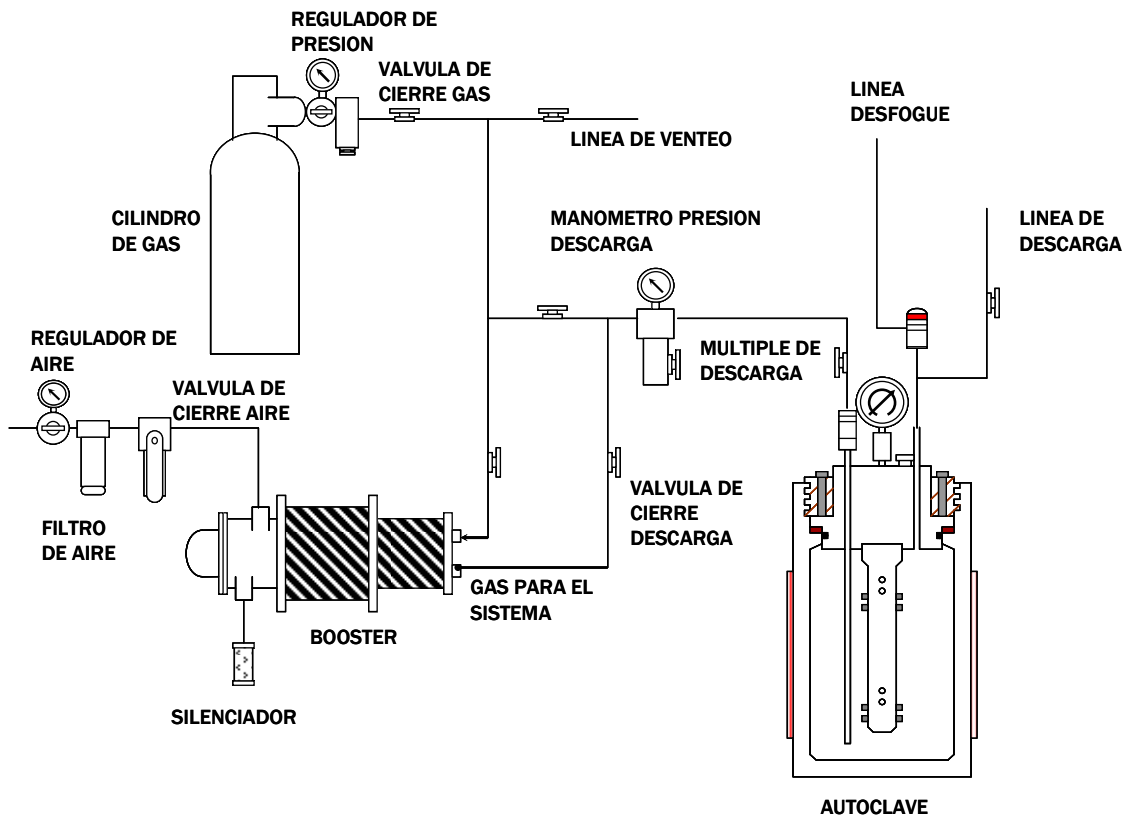
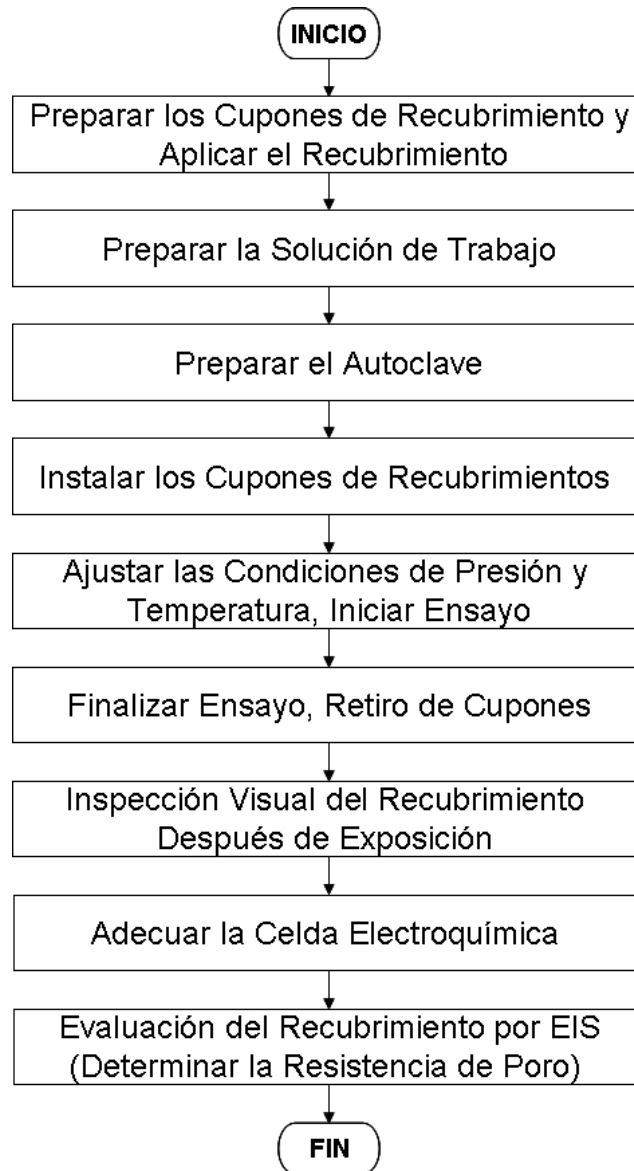



FIGURA 1. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados.

ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO




ANEXO 6. PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICA Y ELECTROQUÍMICAS

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICA Y ELECTROQUÍMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 11

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 16/10/09	Fecha: 20/10/09	Fecha: 23/10/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICA Y ELECTROQUÍMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 11

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para realizar la evaluación del desempeño de nuevos materiales por técnicas gravimétricas y electroquímicas a alta presión y alta temperatura.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para la evaluación del desempeño de nuevos materiales por técnicas gravimétricas y electroquímicas a altas presiones y altas temperaturas durante el desarrollo en el laboratorio de altas presiones y altas temperaturas de las actividades propuestas en este procedimiento.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 *Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.*
- ASTM G3-99 *Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing.*
- ASTM G5-99 *Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements.*

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 11

- ASTM G31-04 *Practice for Laboratory Immersion Corrosion testing of Metales.*
- ASTM G46-99 *Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.*
- ASTM G59-97 *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarización Resistance Measurements*
- ASTM G102-99 *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*
- ASTM G106-01 *Standard Practice for Verification of Algorithm and Equipment for Electrochemical Impedance Measurements*
- ASTM G111-97 *Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both*
- ASTM G 170-06. *Standard Guide for Evaluating and Qualifying Oilfield and Refinery Corrosion Inhibitors.*
- ASTM G 185- 06. *Standard Practice for Evaluating and Qualifying Oil Field and Refinery Corrosion Inhibitors Using the Rotating Cylinder Electrode.*

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775 *Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.*
- NACE RP 0497 *Field corrosion evaluation using metallic test coupons.*

4.1.3 ASME

- ASME Sección VIII Division 1

4.2 Procedimientos

- *Preparación De Elementos de Ensayo, MP/HPHT/RP01.*
- *Instalación Y Desmonte De Cupones, MP/HPHT/RP02.*
- *Sellado y Apertura Del Autoclave, MP/HPHT/03*
- *Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave, MP/HPHT/RP04.*
- *Presurización y Despresurización Del Autoclave, MP/HPHT/RP05.*
- *Determinación de Velocidad de Corrosión en Cupones Gravimetricos, MP-PTL-CF01.*

5. INSTRUCTIVOS

- Manual de instrucciones del sistema de control de temperatura.
- Manual de instrucciones del elevador de presión Booster.

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del proceso.
- Circuito de Instalación del Autoclave.


7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO

- Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6 o la Unidad de Medida Electroquímica Solartron SI 1280B

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 11

- Sistema de control de temperatura
- Elevador de presión Booster
- Compresor
- Cámara fotográfica

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales

- Nitrógeno (N₂)
- Electrodo (Trabajo, referencia y contraelectrodo)
- Cupones gravimetricos
- 2 pares de guantes de látex desechables.
- Servilletas de papel.
- Lapicero.
- Mascara para vapores (Respiradores)
- Empaque plano de teflón
- Sello O-ring de Viton
- Bandas de calentamiento siliconadas.
- Termocuplas
- [Dióxido de Carbono (CO₂), Acido Sulfhídrico (H₂S) ó Mezclas (CO₂/H₂S)] (Solo aplica cuando el ensayo lo requiere).
- Bolsas ziploc
- Desecador o nevera de icopor
- Sílica gel
- Recipientes resistentes a solventes orgánicos
- Lija # 80, 120, 240, 320, 400, 600 (como mínimo).

8.2.2 Herramientas


- Llaves de boca fija de 9/16, 5/16 y 3/4 (2)
- Llave Bristol 4 mm
- Prensa

8.2.3 Reactivos

- Alcohol etílico grado industrial.

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

- No consumir alimentos y/o bebidas en el área de trabajo.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, mascara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos.
- Identificar todas las condiciones peligrosas del ensayo a realizar: utilización y/o producción de gases, manejo de productos químicos, manejo de equipos eléctricos y mecánicos, entre otros, con el fin de prevenirlas y/o mitigarlas.
- Verificar que el personal tenga la experiencia o haya sido capacitado para llevar a cabo la ejecución de este tipo de trabajo.
- La operación de los equipos (autoclave, booster, control de temperatura), herramientas, gases comprimidos, es exclusiva del personal autorizado.
- Conocer las instrucciones de operación por parte del fabricante, antes de utilizar cualquier equipo o instrumento de laboratorio. No se debe exceder los límites técnicos de operación del equipo.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICA Y ELECTROQUÍMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 11

- Operar los equipos en lugares apropiados, con buena iluminación, ventilación y los accesorios de seguridad correspondientes. No mover los equipos mientras se encuentren encendidos y/o en operación.
- No exponer los equipos, máquinas u otros elementos que puedan ser susceptibles a daños, bajo condiciones inadecuadas de operación y almacenamiento.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Garantizar el orden y el aseo en las zonas de trabajo, de tal manera que no se ubiquen elementos innecesarios y / o peligrosos que puedan ocasionar accidentes.
- Precauciones de Medio Ambiente
- Depositar los residuos de las actividades derivadas del ensayo en los lugares dispuestos para ello, teniendo en cuenta el tipo de residuo y su peligrosidad.
- Marcar adecuadamente los recipientes de almacenamiento de residuos con el tipo de sustancia y su nivel de peligrosidad.
- Mantener los recipientes de almacenamiento de residuos en buenas condiciones, manejarlos con cuidado y reemplazar los que presentan filtraciones o escapes.
- No almacenar residuos peligrosos en recipientes con riesgo de ruptura, escape, corrosión u otra falla.
- No almacenar en el mismo recipiente, residuos que son incompatibles, es decir, que puedan generar incendios o reacción química incontrolable, o que produzcan descargas nocivas al medio ambiente.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 ACTIVIDADES


La selección de nuevos materiales se encuentra en función del desempeño mostrado en un ambiente de trabajo del material evaluado respecto al material de referencia. Se evalúa exponiendo este en un determinado ambiente por un periodo de tiempo definido, aplicando durante la exposición las técnicas electroquímicas de LPR y TAFEL y adicional se realiza determinación del desempeño por técnica gravimétrica. A continuación se describe el proceso a seguir para evaluar el desempeño de los nuevos materiales.

9.1.1 Determinación del desempeño de nuevos materiales por técnica electroquímica

9.1.1.1 Evaluación del desempeño de los nuevos materiales

a) *Adecuación del sistema*

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Preparación de la Superficie de los Electrodo Cilíndricos</i>	1.1	Realizar la preparación superficial manual mecánicamente utilizando las lijas correspondiente (120, 240, 320, 400 y 600) haciendo movimientos en una sola dirección con cada una de las lijas, hasta que al final la superficie de trabajo del material este totalmente uniforme, sin poros y rayones, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Preparación De Elementos de Ensayo MP/HPHT/RP01</i> .
2	<i>Preparación de la Solucion de Trabajo</i>	2.1	Alistar el material del laboratorio necesario para llevar a cabo la preparación de la solución.
		2.2	Preparar tres litros de solución por cada una de las muestras a ensayar, siguiendo las especificaciones del proveedor o cliente.
		2.3	Almacenar las soluciones en recipientes de plástico opaco u otro material específico para evitar alteraciones de las soluciones por efectos de la luz, rotular cada una de las soluciones con la fecha de preparación, concentración de reactivos y código de la muestra.
3	<i>Preparación de la</i>	3.1	Verificar el certificado de la prueba hidrostática realizada al autoclave.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TECNICAS GRAVIMETRICA Y ELECTROQUIMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 11


	<i>Celda Electroquímica (AUTOCLAVE)</i>	3.2	Ejecutar y revisar el ajuste de los acoples, accesorios y racorería del cabezal.
		3.3	Verificar la etiqueta y presión de calibración de las válvulas de seguridad.
		3.4	Confirmar que se tenga suministro de gas de purga y trabajo.
		3.5	Instalar el empaque plano de teflon y O-ring de Viton en el cabezal del autoclave.
4	<i>Instalación de los Electrodo Cilindricos</i>	4.1	En un sitio apartado de los cupones, colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol. Esperar a que todo el alcohol se haya evaporado para poder proceder con la instalación de los electrodos.
		4.2	Instalar los electrodos (referencia, contraelectrodo y trabajo) en los porta electrodos asignados para cada uno de ellos, asegurarlos y verificar la continuidad eléctrica entre el terminal y el electrodo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
		4.3	Registrar en la planilla la fecha y la hora de instalación y el código del autoclave donde se instalaron.
		4.4	Realizar el registro fotográfico del sistema portaeléctrodos.
5	<i>Montaje del Ensayo</i>	5.1	Efectuar la purga de la cámara del autoclave con un poco de solución de prueba.
		5.2	Adicionar a la cámara del autoclave dos (2) litros de la solución de prueba.
		5.3	Ajustar el cabezal del autoclave, instalar las líneas de suministro y descarga de gas, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .
		5.4	Instalar la banda de calentamiento, la termocupla e iniciar el proceso de calentamiento hasta la temperatura seleccionada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento De Las Autoclaves MP/HPHT/RP04</i> .
		5.5	Realizar la purga el sistema durante 15 minutos para eliminar el oxígeno (O ₂) del sistema y posteriormente efectuar la presurización del sistema hasta la presión especificada para el ensayo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .

b) Determinación de la resistencia a la polarización lineal Rp

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Curva de Resistencia a la Polarización)</i>	1.1	Verificar que se hayan alcanzado las condiciones de operación seleccionadas.
		1.2	Efectuar la conexión del equipo al terminal de los portaelectrodos.
		1.3	Verificar el procedimiento de operación del potencióstato.
		1.4	Registrar el potencial de corrosión después de 5 minutos.
		1.5	Antes de efectuar el ensayo, verificar que el potencial de corrosión (E _{corr}) se establezca con una variación no mayor a ± 1 mV.
		1.6	Efectuar el barrido de potencial de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM G59-97 para curvas de resistencia de polarización lineal LPR.
		1.7	Registrar los valores de Potencial aplicado corriente obtenida. Graficar la curva de polarización como E vs I.
		1.8	Determinar gráficamente la resistencia a la polarización (R _p) según norma ASTM G59-97.

c) Determinación de la tafel anódica (β_a) y tafel catódica (β_c)

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Curva Tafel</i>	1.1	Verificar que se hayan alcanzado las condiciones de operación seleccionadas.
		1.2	Efectuar la conexión del equipo al terminal de los portaelectrodos.
		1.3	Verificar el procedimiento de operación del potencióstato.
		1.4	Registrar el potencial de corrosión después de 5 minutos.
		1.5	Antes de efectuar el ensayo, verificar que el potencial de corrosión E _{corr} se establezca con una variación no mayor a ± 1 mV.
		1.6	Efectuar el barrido de potencial de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM G59-97 para curvas de polarización Tafel..

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICA Y ELECTROQUÍMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 7 de 11

		1.7	Registrar los valores de Potencial aplicado corriente obtenida; graficar la curva de polarización como E vs logl.
		1.8	Determinar gráficamente las pendientes tafel anódica y catódica de acuerdo a la norma ASTM G3-94 y ASTM G59-97.


d) Evaluación de la velocidad de la corrosión

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Análisis de la Velocidad de la Corrosión</i>	1.1	Calcular la velocidad de la corrosión para el sistema evaluado según lo establecido en la norma ASTM G102-99.
		1.2	Evaluar el desempeño de los nuevos materiales con respecto al material de referenciar.
		1.3	Realizar Reporte.

9.1.2 Determinación del desempeño de nuevos materiales por técnica gravimétrica

9.1.2.1 Evaluación del desempeño de los nuevos materiales

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Preparación de los Cupones Gravimétricos</i>	1.1	Realizar la rotulación de bajo relieve, y la preparación superficial de los cupones gravimétricos, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Preparación De Elementos de Ensayo MP/HPHT/RP01</i> .
		1.2	Pesar el cupón, ejecutar el registro fotográfico y almacenar. Comprobar que se haya realizado el registro del peso, número de lote, tipo de material y código del cupón.
2	<i>Preparación de la Solución de Trabajo</i>	2.1	Alistar el material del laboratorio necesario para llevar a cabo la preparación de la solución.
		2.2	Preparar tres litros de solución por cada una de las muestras a ensayar, siguiendo las especificaciones del proveedor o cliente.
		2.3	Almacenar las soluciones en recipientes de plástico opaco u otro material específico para evitar alteraciones de las soluciones por efectos de la luz, rotular cada una de las soluciones con la fecha de preparación, concentración de reactivos y código de la muestra.
3	<i>Preparación del Autoclave</i>	3.1	Realizar la preparación del autoclave según la actividad descrita en el ítem tres (3) del numeral a) de la sección 9.1.
4	<i>Instalación de los Cupones Gravimétricos</i>	4.1	En un sitio apartado de los cupones colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol; esperar a que todo el alcohol se haya evaporado para poder proceder con la instalación de los cupones.
		4.2	Colocar los cupones gravimétricos en el portacupones y asegúrelos a este con los tornillos de sujeción, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
		4.3	Registrar en la planilla y en el empaque del cupón gravimétrico, la fecha y la hora de instalación y el código del autoclave donde se instalaron.
		4.4	Realizar el registro fotográfico del sistema portacupón.
5	<i>Montaje del Ensayo</i>	5.1	Efectuar el montaje del ensayo según la actividad descrita en el ítem cinco (5) del numeral a) de la sección 9.1.
6	<i>Desmonte del Ensayo</i>	6.1	Apagar el sistema de calentamiento, realizar el enfriamiento del sistema y retirar las bandas de calentamiento, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Calentamiento y Enfriamiento Del Autoclave MP/HPHT/RP04</i> .
		6.2	Posterior al enfriamiento del sistema, efectuar la despresurización del sistema, dejar la válvula de despresurización abierta por un periodo de 10 minutos para garantizar la ausencia de presión en el sistema, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Presurización y Despresurización DeL Autoclave MP/HPHT/RP05</i> .

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO GENERAL EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE NUEVOS MATERIALES POR TÉCNICAS GRAVIMÉTRICA Y ELECTROQUÍMICAS			
MP/HTHP/GP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 8 de 11

7	<i>Análisis de la Corrosión General y Localizada</i>	6.3	Desmontar las líneas de suministro y descarga de gas del autoclave y retirar el cabezal del autoclave, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Sellado y Apertura Del Autoclave MP/HPHT/RP03</i> .
		6.4	Registrar la inspección visual del cupón al momento del retiro del portacupón.
		6.5	Retirar los cupones gravimétricos, limpiarlos, introducirlos en los empaques de embalaje y almacenarlos en un desecador, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Instalación y Desmonte De Cupones MP/HPHT/RP02</i> .
		7.1	Efectuar el registro fotográfico de los cupones antes de efectuar el decapado.
		7.2	Ejecutar el decapado y efectuar el registro fotográfico de los cupones después del decapado. Efectuar la pesada de los cupones y registrar los valores de la masa de los cupones decapados como las observaciones del estado superficial de los mismos.
		7.3	Realizar el cálculo de velocidad de la corrosión, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento <i>Determinación de Velocidad de Corrosión en Cupones Gravimétricos MP-PTL-CF01 y la Norma NACE RP-0775</i> .
		7.4	Realizar la inspección visual de la superficie de los cupones con la lupa estereoscópica a aumentos de 20x y 40X para identificar defectos en la superficie. Registrar observaciones, según la Norma ASTM G46-05.
		7.5	Realizar la microscopia cofocal 3D de la superficie de los cupones para identificar pitting, caracterizar y calcular la velocidad de picado si existe, según la Norma ASTM G46-05.
		7.6	Evaluar el desempeño de los nuevos materiales con respecto al material de referenciar.
		7.7	Realizar Reporte.

10. CÁLCULO

Ecuaciones para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnicas Electroquímicas	
$B = \frac{b_a b_c}{2.303(b_a + b_c)}$	Donde: B = Constante de Stern-Geary (V) b_a = Pendiente Tafel Anódica (V/decade) b_c = Pendiente Tafel Catódica (V/decade)
$i_{corr} = 10^6 \frac{B}{R_p}$	Donde: i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión (μA/cm ²) B = Constante de Stern-Geary (V) R_p = Resistencia a la polarización (ohm.cm ²)
$CR = 3.27 \times 10^{-3} \frac{i_{corr} EW}{\rho}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) i_{corr} = Densidad de corriente de corrosión (μA/cm ²) EW = Peso equivalente (g) ρ = Densidad del material (g/cm ³)

Ecuación para Calcular la Velocidad de Corrosión por Técnica Gravimetría	
$CR = \frac{(W_1 - W_2) * 365 * 10}{A * \rho * D}$	Donde: CR = Rata de corrosión (mm/año) W₁ = Peso inicial del cupón (g) W₂ = Peso final del cupón (g) A = Área del cupón (cm ²) ρ = Densidad del metal o aleación (g/cm ³) D = Días de exposición (días)

11. FORMATOS

- No aplica.

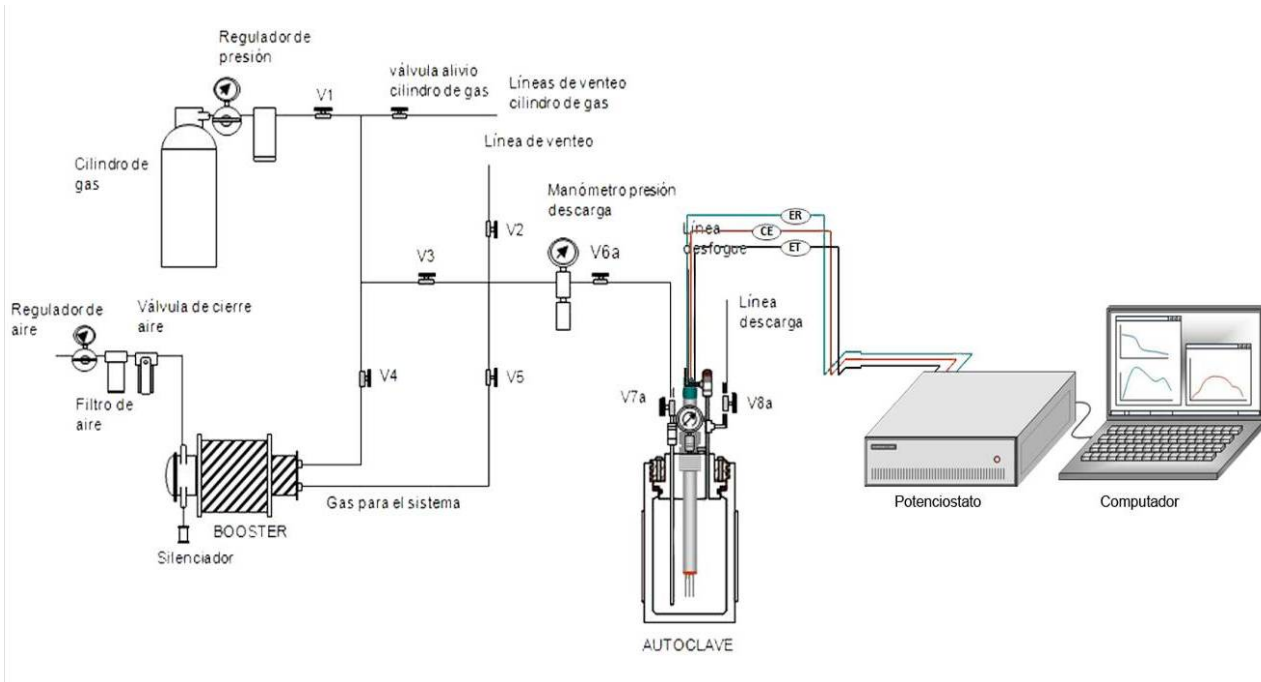


FIGURA 1. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados para técnica electroquímica.

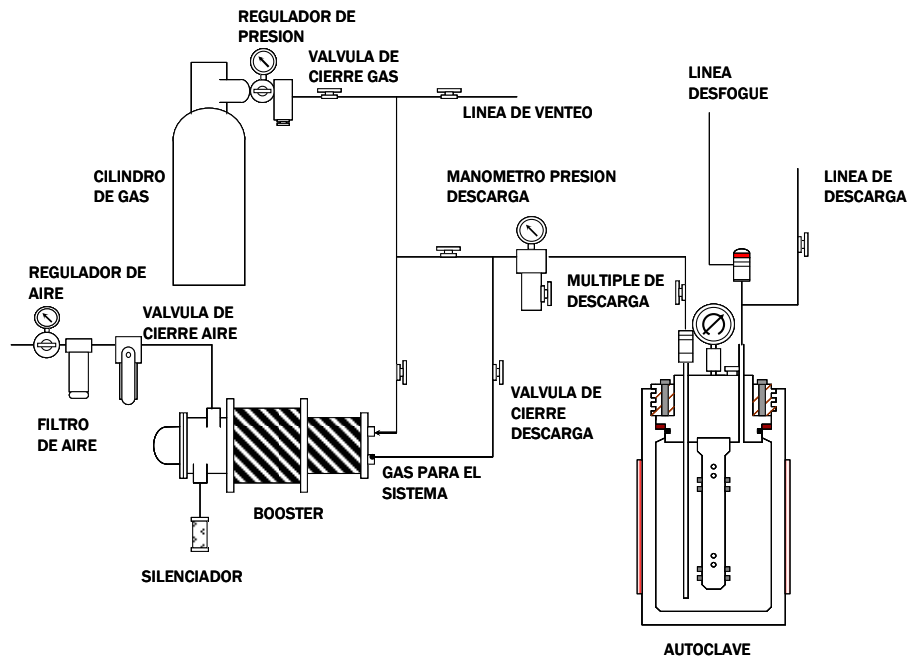
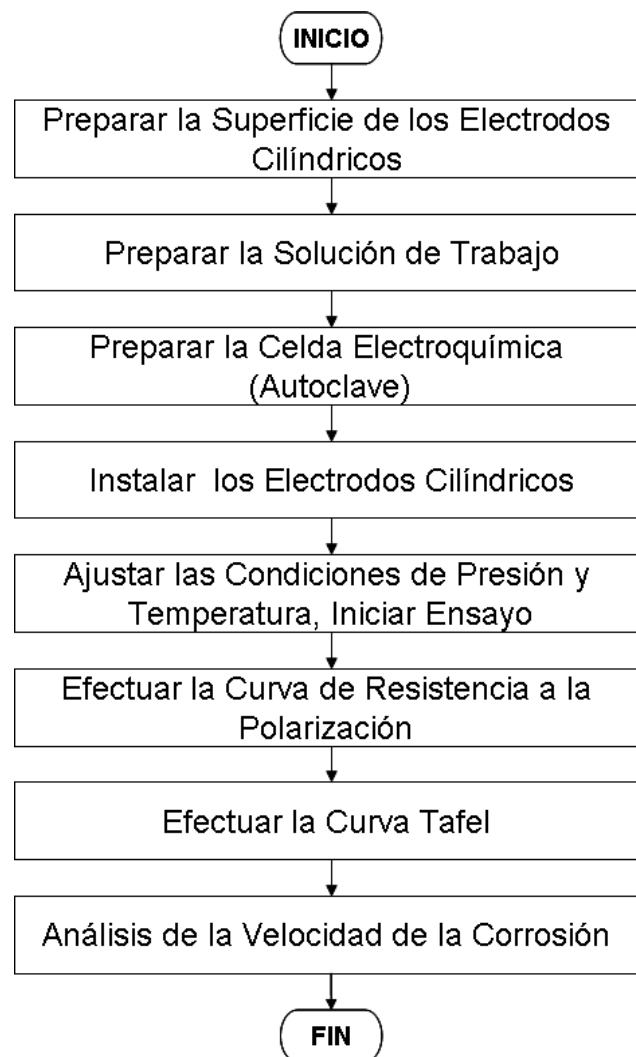


FIGURA 2. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados para técnica gravimétrica.

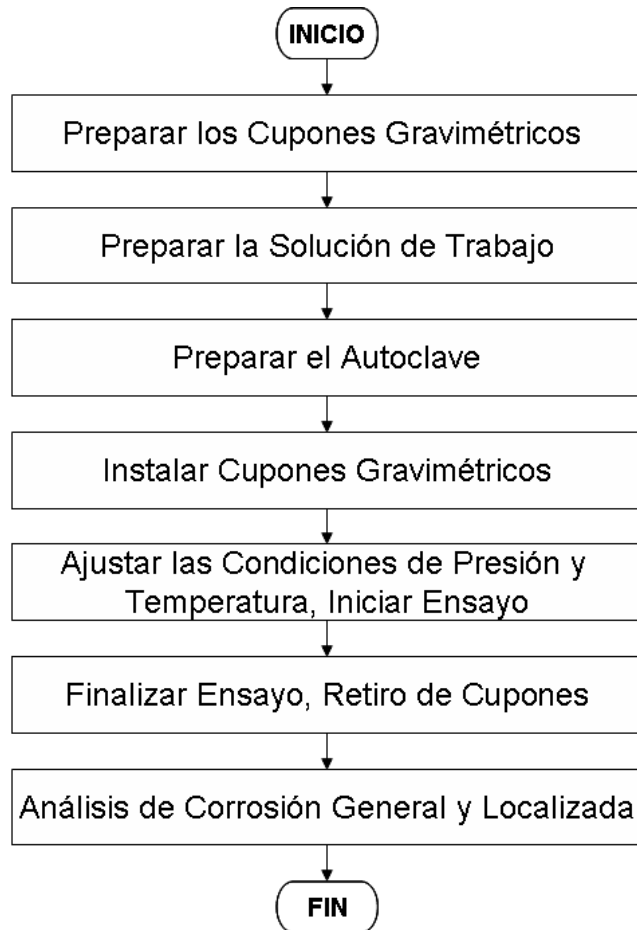
ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO


Determinación del desempeño de nuevos materiales por técnica electroquímica



Determinación del desempeño de nuevos materiales por técnica gravimétrica




ANEXO 7. PREPARACIÓN DE ELEMENTOS DE ENSAYO

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 1 de 12

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V Fecha: 03/06/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 05/06/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 09/06/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 2 de 12

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para la preparación de cupones gravimétricos, electroquímicos y de recubrimientos que serán evaluados en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.

Aplica para la preparación de los cupones gravimétricos, electroquímicos y de recubrimientos durante la ejecución de las actividades establecidas en este procedimiento. Incluye las actividades de preparación de superficie, inspección, pesaje, inhibición, empaque, almacenamiento y la aplicación de recubrimientos.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y cálculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.


La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable de los ensayos del Laboratorio de alta presión y alta temperatura.	Coordinador Técnico

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G111-97 Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 3 de 12

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775-05 Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.

5. INSTRUCTIVOS

-
- No aplica.

6.

7. ANEXOS

-
- Diagrama de flujo del proceso.

8. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

9. RECURSOS

CUPONES GRAVIMETRICOS

8.1 EQUIPO

- Balanza Electrónica Analítica Estándar, Ohaus.
- Cámara Fotográfica.
- Bomba de vacío.
- Sonicador.
-

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS


8.2.1 Materiales

Inspección y Pesaje

- Papel filtro cualitativo.
- Cupones gravimétricos.
- Servilletas.
- Bolsas ziploc.
- Nevera de icopor.
- Sílica gel.
- Desecador.
- Alcohol.
- Tapabocas.
- Guantes.

Inhibición de Cupones

- Vaso de precipitado de 500ml.
- Vaso de precipitado de 50ml.
- Vidrios de reloj.
- Espátulas.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/FP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 4 de 12

- Balón aforado de 250ml.
- Sistema de venoclisis.
- Frasco Schott tapa azul cierre hermético de 250ml.
- Ganchos.
- Frascos de vidrio.
- Papel aluminio.
- Servilletas.
- Bolsas ziploc.
- Frasco lavador de 500ml.
- Probeta de 500ml.
- Rejilla de plástico.
- Soportes universales.
- Pinzas metálicas.
- Ventilador.
- Nevera de icopor.

Empaque de Cupones:

- Papel parafinado.
- Bolsas de papel parafinado.
- Aislantes.
- Servilletas.
- Pegastic.
- Bolsas ziploc.
- Sílica gel.
- Bisturí.
- Martillo de caucho.
- Nevera de icopor.

8.2.2 Reactivos

Inspección y Pesaje

- Alcohol.


Inhibición de Cupones

- Nitrito de Sodio (NaNO_2).
- Hexametilentetramina.
- Agua desionizada.
- Nitrógeno gaseoso.
- Alcohol.

Empaque de Cupones

- Alcohol.

CUPONES ELECTROQUIMICOS

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 5 de 12

8.1 EQUIPO

- Taladro de mesa Alzmetal

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales

- Probeta, cupón ó electrodo de trabajo del material a pulir

8.2.2 Herramientas

- Lija # 80, 120, 240, 320, 400, 600 (como mínimo).
- Agua potable
- Etanol
- Algodón
- Vidrio grueso para pulir a mano (1 cm espesor x 50 cm alto x 50 cm ancho)

CUPONES RECUBRIMIENTOS

8.1 EQUIPO


Los equipos necesarios para realizar la preparación de los cupones de recubrimientos, dependerán del tipo de recubrimiento a aplicar. En cualquier caso, estos equipos deberán encontrarse calibrados (si es el caso) y en buenas condiciones de funcionamiento.

- Termohigrómetro
- Medidor de perfil de anclaje
- Termómetro de superficies
- Galga de espesores húmedos
- Copas de viscosidad
- Equipo para medición de espesores secos
- Detector de holiday
- Medidor de dureza
- Medidor de adherencia
- Compresor
- Equipo de sandblasting
- Equipos de aplicación convencional
- Airless
- Cámara fotográfica

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Los materiales y herramientas necesarios para la aplicación del recubrimiento a evaluar en los cupones dependerán de las condiciones particulares de los mismos. En cualquier caso, todos estos deben ser los apropiados y a su vez deben encontrarse en condiciones adecuadas para el uso propuesto.

- Cupón
- Recubrimiento a aplicar
- Agua
- Lijas 80, 240, 320
- Etanol

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 6 de 12

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

8.3.1 Precauciones de Seguridad y Salud

- Utilice elementos de protección personal según el tipo de actividades que se vayan a realizar. El personal debe tener como mínimo las siguientes prendas para protección: pantalón largo u overol, bata manga larga y hasta la rodilla, zapatos cerrados, gafas o protector facial, máscara de vapores con filtro para polvos y guantes.
- Asegúrese que los elementos que se van a preparar, cumplen con los requerimientos de dureza y resistencia del material, con el fin de evitar accidentes por desprendimiento de partículas ó ruptura de la pieza.
- No se deben realizar procedimientos y/o tareas para los que no está entrenado o autorizado.
- Garantice las condiciones mínimas de seguridad, con base a los riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de la prueba.
- Identifique las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos.
- No consuma alimentos y/o bebidas mientras se realizan actividades en el laboratorio.
- Tome las medidas de precaución necesarias para la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, teniendo en cuenta su grado de peligrosidad.

8.3.2 Precauciones de Medio Ambiente

- Deposite los residuos generados durante la preparación de los elementos de ensayo en los lugares dispuestos para ello, teniendo en cuenta el tipo de residuo y su peligrosidad.
- Marque adecuadamente los recipientes de almacenamiento de residuos con el tipo de sustancia y su nivel de peligrosidad.
- Mantenga los recipientes de almacenamiento de residuos en buenas condiciones, manejarlos con cuidado y reemplazar los que presentan filtraciones o escapes.
- No almacene residuos peligrosos en recipientes con riesgo de ruptura, escape, corrosión u otra falla.
- No almacene en el mismo recipiente, residuos que son incompatibles, es decir, que puedan generar incendios o reacción química incontrolable, o que produzcan descargas nocivas al medio ambiente.


9 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES

CUPONES GRAVIMETRICOS

9.1.1 Preparación de la solución inhibidora

- En una probeta de 500ml medir 400ml de agua desionizada y depositarlos en un vaso de precipitado de 500ml.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 7 de 12

- Empleando un sistema nuevo de venocllisis, burbujear el agua desionizada con nitrógeno gaseoso durante 30sg e inmediatamente tapar el recipiente de tal forma que mantenga las condiciones de anoxigenia.
- Adicionar en un vaso de precipitado, 50ml de agua del punto anterior.
- Pesar el Nitrito de Sodio (6g por 300ml de agua) usando la balanza analítica, y disolver en los 50ml de agua. Agitar suavemente.
- Pesar la Hexametilentetramina (3g por 300ml de agua) y disolver en el vaso de precipitado que contiene el nitrito de sodio. Agitar suavemente.
- En un balón aforado de 250ml, adicionar aproximadamente 100ml de agua desionizada (paso 1), transferir la solución de Nitrito de sodio y Hexametilentetramina, y aforar hasta 250ml.
- Empleando el sistema de venocllisis, burbujear la solución del balón con Nitrógeno gaseoso durante 1min.
- Transferir la solución a un frasco Schott tapa azul de cierre hermético, el cual previamente se ha envuelto en papel aluminio garantizando que la luz no afecte la solución. A su vez, burbujear la solución por 30sg antes de almacenar.
- Rotular la solución indicando las condiciones de preparación y el responsable.


9.1.2 Montaje para el proceso de inhibición

- Antes de iniciar la fase de inhibición de los cupones gravimétricos, es necesario realizar un montaje sobre el cual los cupones se insertarán durante el proceso de secado. Este montaje requiere de los siguientes elementos:
 - Una rejilla.
 - Un ventilador.
 - Soportes universales.
 - Pinzas metálicas.
 - Ganchos plásticos.
- Tomar dos soportes universales cada uno con una pinza metálica. Sujetar la rejilla con las pinzas hasta que ésta se encuentre completamente fija.
- Ubicar el ventilador hacia un lado del montaje, permitiendo que el aire suministrado por éste sea dirigido hacia una misma dirección.

9.1.3 Empaque de los cupones

- Posterior al pesaje de cupones, las bolsas de papel parafinado deben ser rotuladas con el número, peso, fecha de pesaje, empresa y material de los cupones.
- Por otra parte, el papel parafinado debe ser fragmentado en rectángulos de aproximadamente 14cm de largo y 8cm de ancho.
- Los aislantes deben ser lavados previamente con agua desionizada dejándolos 15min en el sonicador. Transcurrido el tiempo, éstos se lavan nuevamente con agua desionizada y se dejan sobre servilletas para secarlos.

CUPONES ELECTROQUIMICOS

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 8 de 12

- Preparar la probeta ó cupón con el material metálico (si aplica), con el fin de facilitar la manipulación del material durante la preparación de su superficie y el montaje del sistema de evaluación electroquímica.
- Planificar las actividades, teniendo en cuenta los recursos necesarios para su ejecución (por ejemplo los diferentes tamaños de grano del papel lija necesarios para la preparación de la superficie del material).
- Preparar los elementos de ensayo, materiales, herramientas y demás requerimientos para la preparación de la superficie de los electrodos antes de iniciar las actividades.
- Después de utilizar algún equipo, se debe dejar limpio, protegido y ubicado en el lugar de almacenamiento asignado.
- Cuando se detecte una anomalía durante el manejo de alguno de los equipos, se debe suspender la actividad e informar al Coordinador Técnico del Laboratorio, el cual tomará las medidas correctivas necesarias.


CUPONES RECUBRIMIENTOS

- Conocer las condiciones en las que operara el recubrimiento y en las que será aplicado.
- Acordar con el cliente el grado de exigencia de la preparación de superficie del sustrato (cupón).
- Leer la ficha técnica del recubrimiento a aplicar.
- Disponer del elemento de limpieza recomendado por la ficha técnica del recubrimiento, por ejemplo: solución química o abrasivos. Además disponer de la dicha técnica del elemento de limpieza.
- Disponer del número de probetas representativas para el ensayo.
- Disponer de los equipos para la preparación de la superficie.
- Disponer de los patrones visuales para verificar que la preparación de la superficie es la requerida.

9.2 ACTIVIDADES

PREPARACIÓN CUPONES GRAVIMETRICOS


ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Preparación de la Superficie de los Cupones Gravimetrico Rectangulares</i>	1.1	Para la fabricación de los cupones gravimetricos se debe realizar el corte y el mecanizado del material a evaluar, las dimensiones son las siguientes: Largo: 3" pulgadas, Ancho: 3/4" pulgadas y Espesor: 1/8" pulgadas.
		1.2	Efectuar la rotulación de bajo relieve de los cupones gravimétricos mediante dados.
		1.3	Ejecutar la preparación superficial de los cupones hasta grado SSPC-SP5 (Metal Blanco) mediante: Chorro abrasivo, rectificado con piedra o preparación manual mecánica según sea el caso.
2	<i>Inspección y Pesaje de los Cupones Gravimetrico Rectangulares</i>	2.1	Se debe disponer de tapabocas, guantes y bata de laboratorio para garantizar las condiciones óptimas del proceso.
		2.2	Humedecer los guantes con alcohol y dejar secar por unos minutos, con el fin de retirar partículas de polvo que puedan afectar el proceso de pesaje de los cupones.
		2.3	Tomar un papel filtro cualitativo y colocarlo en el platillo de la balanza analítica llevando a cero (tarar).

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 9 de 12

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
		2.4	Tomar un cupón retirando parcialmente la servilleta. Observar si hay presencia de manchas, puntos, líneas de mecanizado, hendiduras u otras irregularidades sobre toda la superficie
		2.5	Limpiar el cupón empleando servilletas limpias para retirar el polvo y la arena producto del proceso de sandblasting.
		2.6	Si el cupón no presenta irregularidades, se procede a pesar hasta que el valor arrojado se estabilice. De lo contrario, el cupón debe volver al proceso de sandblasting.
		2.7	Registrar el número del cupón y su respectivo peso. A su vez, el material de éste, la empresa, el responsable y la fecha de pesaje.
		2.8	Retirar el cupón de la balanza empleando una servilleta limpia y envuelvalo.
		2.9	Depositar el cupón en una bolsa ziploc contenida en una nevera de icopor. Esta contiene una bolsa con sílica gel la cual mantiene condiciones mínimas de humedad.
		2.10	Finalmente, almacenar los cupones en un desecador.
3	<i>Inhibición de los Cupones Gravimetricos Rectangulares</i>	3.1	Lavar con agua desionizada y dejar secar los ganchos plásticos a emplear en el proceso de inhibición.
		3.2	Transferir una fracción de solución inhibidora, en un recipiente de vidrio previamente envuelto en papel aluminio.
		3.3	Tomar con una servilleta el cupón para no tener contacto con éste e inserte el gancho plástico en el orificio superior.
		3.4	Sumergir el cupón en la solución inhibidora durante 15 – 20 segundos.
		3.5	Posteriormente, tomar el cupón del gancho, depositarlo sobre una servilleta completamente limpia y retirar el gancho del orificio superior.
		3.6	Limpiar con una servilleta los excesos de humedad hasta que la superficie del cupón se observe seca.
		3.7	Con una nueva servilleta, tomar el cupón e insertar un gancho seco en el orificio superior.
		3.8	Insertar el gancho en la rejilla y Dejar secar por 1h.
		3.9	Después tomar el cupón con una nueva servilleta, retirar el gancho y envolverlo en la servilleta.
		3.10	En una bolsa ziploc, almacenar los cupones cubiertos con servilleta y dejar en el desecador hasta el momento de empaque.
4	<i>Empaque de los Cupones Gravimetricos Rectangulares</i>	4.1	Retirar los cupones del desecador y depositarlos en una nevera de icopor que contenga sílica gel regenerada.
		4.2	Tomar el cupón envuelto en una servilleta y retirarla dejando descubierto solo la parte superior del cupón.
		4.3	Observar si hay presencia de manchas, puntos y otras irregularidades sobre la superficie.
		4.4	Si el cupón no presenta irregularidades, colocarlo sobre una hoja blanca para realizar el registro fotográfico por los dos lados del cupón.
		4.5	Retirar el cupón con una servilleta limpia y ajustar los aislantes empleando el martillo, teniendo en cuenta que el aislante macho se inserte en la cara superior del cupón sobre la cual se encuentra el número de éste, y la arandela en la cara inferior.
		4.6	Tome el cupón con una servilleta nueva y ponerlo sobre un fragmento de papel parafinado envolviéndolo cuidadosamente.
		4.7	Introducir el cupón en una bolsa de papel que previamente ha sido rotulada con la información del cupón.
		4.8	Finalmente, depositar la bolsa con el cupón en una bolsa ziploc mediana y hacer vacío en ella empleando la bomba de vacío.

PREPARACIÓN CUPONES ELECTROQUIMICOS

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Preparación de Superficies de Electroodos</i>	1.1	Para la preparación superficial de los cupones electroquímicos se debe emplear un motor-tool ó taladro de mesa; se debe remitir al procedimiento <i>Uso del Taladro de Mesa Alzmetal, MEER/EQ/16-15.</i>

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
PREPARACION DE ELEMENTOS DE ENSAYO			
MP/HTHP/RP01	REV:00	ORIGINAL CONTROLADO	Página 10 de 12

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
	<i>Cilíndricos</i>	1.2	Al efectuar la preparación de la superficie del cupón se debe humedecer constantemente para evitar alteraciones de la superficie por excesiva abrasión y calentamiento.
		1.3	Inicialmente pulir con lija #120 (ó una de grano más grueso, según el estado de la superficie del material) haciendo movimientos en una sola dirección, hasta que en la superficie de trabajo del material se observen marcas en forma de líneas paralelas.
		1.4	Cambiar a lija #240 y lijar haciendo el movimiento en la misma dirección del paso anterior. Debe lijarse hasta eliminar todas líneas que se marcaron con la lija #120 y solo sean visibles las marcas de la lija #240.
		1.5	Repetir nuevamente el paso 1.2 y 1.3 con las lijas #320 y #400.
		1.6	Pulir con la lija #600 y eliminar todas las marcas de las lijas anteriores. Si la superficie ha sido pulida con la lija cuyo tamaño de grano es el requerido por el ensayo, se da por terminada la preparación de la superficie, teniendo en cuenta que ésta debe quedar totalmente uniforme, sin poros ni rayones.

PREPARACIÓN CUPONES RECUBRIMIENTOS

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Aplicación del Recubrimiento</i>	1.1	Se emplearan cupones laminares para aplicación del recubrimiento con las siguientes dimensiones: Largo 10cm y ancho 5cm.
		1.2	La aplicación del recubrimiento se realizara según las especificaciones del fabricante o el cliente.
		1.3	Inspección visual, registro fotográfico y rotulado o identificación de los cupones de recubrimiento.
		1.4	Almacenamiento de los cupones de recubrimientos.

10 CALCULOS

- No aplica.

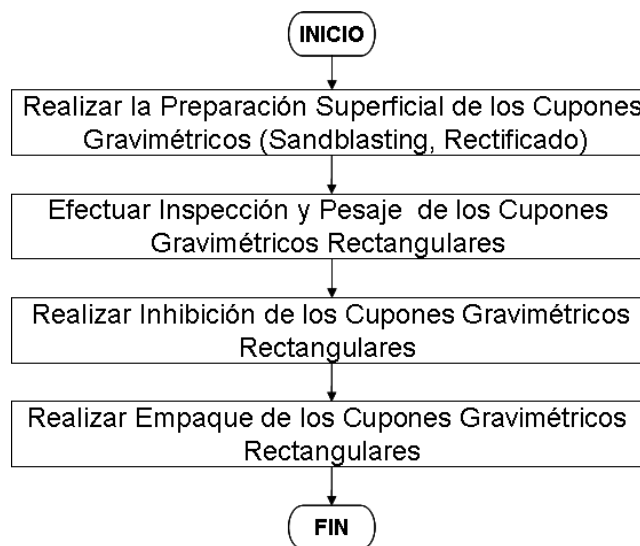
11 FORMATOS

- No aplica.

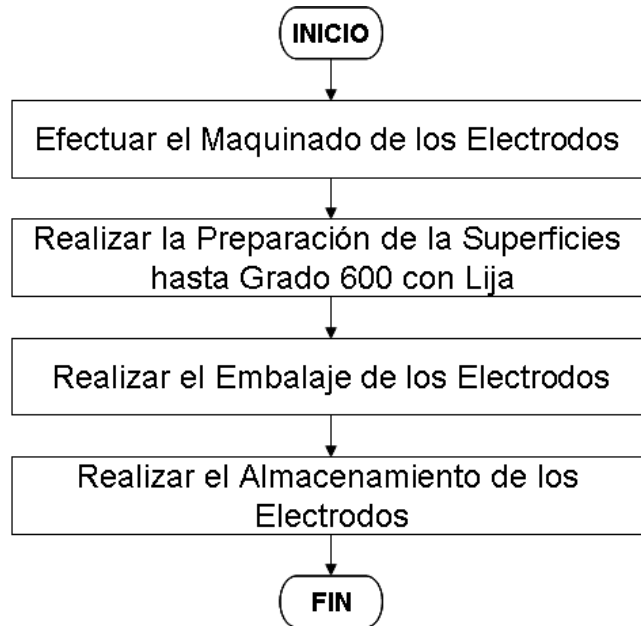
ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Preparación cupones gravimétricos




Preparación cupones electroquímicos



Preparación cupones recubrimientos




**ANEXO 8. PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES
GRAVIMÉTRICOS, ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS**

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMETRICOS ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS			
MP/HTHP/RP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 9

REVISIÓN N°	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 11/06/09	Fecha: 15/06/09	Fecha: 17/06/09

REVISIÓN N°	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN N°	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMÉTRICOS ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS			
MP/HTHP/RP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 9

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para fijar y retirar de manera adecuada cupones gravimétricos, electroquímicos (electrodos) y de recubrimientos del portacupones del autoclave.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica durante la ejecución de la instalación y desinstalación de cupones gravimétricos, electroquímicos (electrodos) y de recubrimientos del portacupones del autoclave en los ensayos que se realizan en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento Instalación de cupones gravimétricos.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.2 Normas

4.2.1 ASTM

- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G111-97 Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
- ASTM G46-05 Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 Corporación para la Investigación de la Corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMÉTRICOS ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS			
MP/HTHP/RP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 9

4.2.2 NACE

- NACE RP 0775-05 Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.

4.2.3 ASME

- ASME Sección VIII Division 1.

5. INSTRUCTIVOS

- No aplica

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del procedimiento.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS

8.1 EQUIPOS

- Cámara fotográfica

8.2 MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales


- Cupones gravimétricos, electrodos y de recubrimientos
- 2 pares de guantes de látex desechables.
- Algodón.
- Servilletas de papel.
- Estuches de cupones instalados.
- Lapicero.
- Tapabocas.
- Sellos o-ring
- Bolsas ziploc.

8.2.2 Reactivos

- Alcohol etílico grado industrial.

8.2.3 Herramientas

- Llaves de boca fija de 5/16 (2)
- Llave Bristol 4 mm

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMETRICOS ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS			
MP/HTHP/RP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 9

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE


8.3.1 Precauciones de Seguridad y Salud

- Por higiene y seguridad, está prohibido fumar, comer, beber o masticar chicle en el laboratorio. No lleve a la boca objetos o mastique alimentos que han estado sobre la mesa. Lávese las manos después de cada práctica. Estas medidas de higiene evitarán la ingestión accidental de sustancias perjudiciales. Tenga en cuenta que sobre la mesa se ha podido trabajar con productos químicos o material biológico.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, máscara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos para su utilización inmediata.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- Utiliza la herramienta adecuada y empléala para la función para la que fue diseñada.
- En caso de duda sobre la utilización correcta de una determinada herramienta, pide aclaraciones a la persona encargada del laboratorio antes de utilizarla. Manténgalas siempre limpias y sin grasa.
- Si las herramientas presentan defectos deben ser manifestados al personal encargado del laboratorio para que este las sustituya si aprecia que la anomalía lo amerita. Tenga en cuenta que el no reportar esta anomalía de la herramienta de trabajo puede provocar un accidente ya sea al material de estudio, personal o a otra persona que la utilice a continuación, y que desconozca su estado.
- Cuando se dejen de utilizar las herramientas, déjelas en lugares donde no puedan producir accidentes. Evite dejarlas en lugares donde puedan deslizarse y rodar, sobre todo en estantes o superficies que estén por encima de la cabeza. Nunca deben ser trasladadas en los bolsillos.
- No utilice herramientas con mangos flojos, mal ajustados o astillados. En destornilladores y llaves emplea el tamaño adecuado en cada caso, para que se ajuste al tornillo o la tuerca.
- Cerciórese del espacio que necesita para manipular una herramienta. Si hay personas próximas, advierta del trabajo que se va a realizar y recomendar que tomen distancia o se protejan.
- Atienda y obedezca todas las instrucciones y los requerimientos del personal encargado del laboratorio.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES

- Asegúrese que los cupones entregados por el personal del laboratorio de fisicoquímica hayan sido previamente preparados y estén protegidos de la humedad con silica gel en una nevera de icopor o bolsa ziploc, además deben estar en su respectivo empaque, donde figure la siguiente información: número, masa antes de instalación, fecha de pesada, material y empresa.
- La manipulación de los cupones antes y durante la instalación debe efectuarse utilizando guantes de nitrilo o látex, para evitar contaminarlos.
- El mesón donde se realizara la instalación de los cupones debe estar totalmente limpio y debe ponerse sobre el papel industrial.
- Registre en el cuaderno del laboratorio los datos correspondientes a la tabla 1: Puntos de instalación y especificaciones de cupones gravimetricos, que se muestra a continuación:

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMETRICOS ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS			
MP/HTHP/RP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 9

Sistema	Fecha de Instalación	Hora Instalación	Cupón N°	Masa Cupón (g)*	Autoclave Localización

Tabla 1: Puntos de instalación y especificaciones de cupones gravimétricos

9.2 ACTIVIDADES

a) Cupones Gravimétricos

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Instalación</i>	1.1	En un sitio apartado de los cupones colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol; esperar que se haya evaporado todo el alcohol para poder proceder con la instalación de los cupones.
		1.2	Instalar y sujetar los cupones gravimetricos al sistema portacupon como se muestra en la Figura 1 b), teniendo en cuenta que el número de serie quede visible.
		1.3	Apretar los tornillos para asegurar los cupones gravimetricos ajustando primero el tornillo inferior y luego el superior.
		1.4	Realizar el registro fotográfico, registrar en la planilla y en el empaque del cupón la fecha y la hora.
2	<i>Desmonte</i>	2.1	Utilizar guantes de nitrilo durante la operación de desmonte y retiro de cupones para evitar contacto con el fluido de evaluación.
		2.2	Retirar la tapa de ajuste junto con el cabezal del cuerpo del autoclave; teniendo en cuenta de no golpear los cupones, y posteriormente colocarlos sobre la superficie de trabajo.
		2.3	Realizar el registro fotográfico del desmonte de cupones de acuerdo al montaje o el ensayo.
		2.4	Quitar las arandelas de los tornillos de sujeción de cupones.
		2.5	Retirar los cupones gravimetricos del portacupón.
		2.6	Tomar el cuerpo de la autoclave y depositar la solución de trabajo en el recipiente de almacenamiento de residuos asignado.
3	<i>Almacenamiento</i>	3.1	Limpiar los cupones con servilletas.
		3.2	Envolver individualmente los cupones en servilletas limpias.
		3.3	Introducir los cupones en el empaque correspondiente a cada uno de ellos y posteriormente en la bolsa ziploc.
		3.4	Registrar en la planilla y en el empaque del cupón la fecha y la hora. Además en la bolsa ziploc registrar el nombre del cliente o empresa, el número de la formulación y el número del autoclave.
		3.5	Almacenar los cupones en un desecador o en una nevera de icopor con sílica gel para su posterior inspección y evaluación.

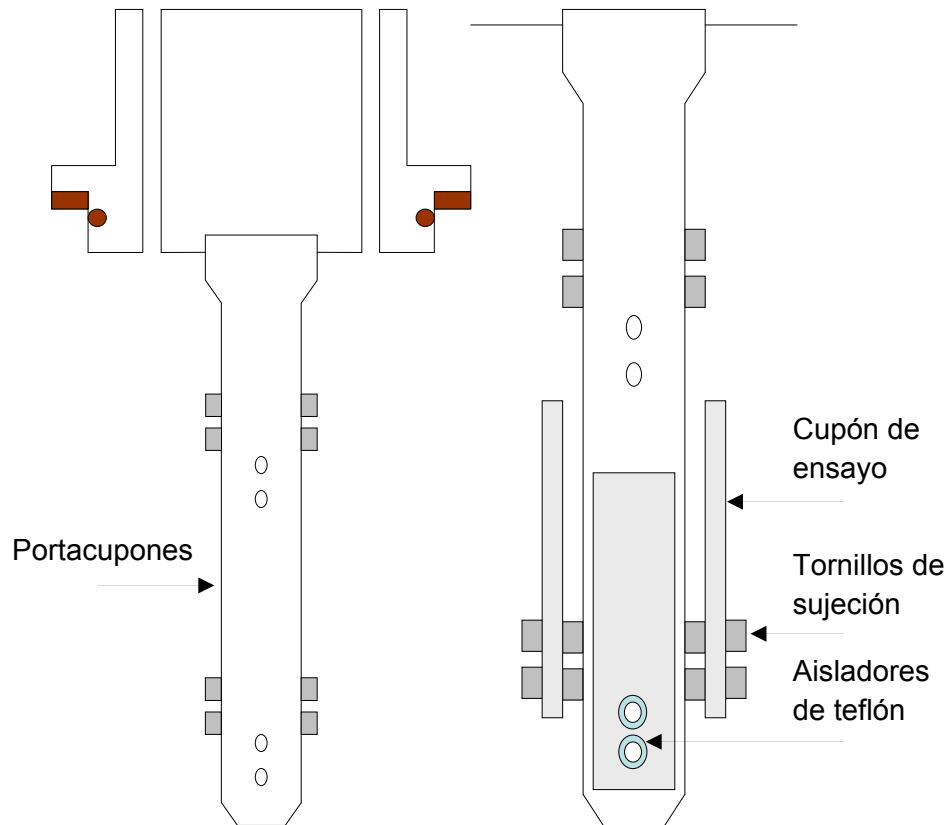



Figura 1. a) Portacupones, b) Instalación de los cupones.

b) Cupones Electroquímicos (Electrodos)

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Instalación</i>	1.1	En un sitio apartado de los cupones colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol; esperar que se haya evaporado todo el alcohol para poder proceder con la instalación de los electrodos.
		1.2	Colocar el sello oring de Viton en cada uno de los portaeléctrodos con el fin de asegurar hermeticidad.
		1.3	Instalar y ajustar en el portaelectrodos los electrodos de trabajo (material a evaluar), de referencia y contraelectrodo asegurando un buen ajuste. Verificar continuidad eléctrica entre el electrodo y el terminal de conexión al potenciostato.
2	<i>Desmonte</i>	2.1	Utilizar guantes de nitrilo durante la operación de desmonte y retiro de electrodos para evitar contacto con el fluido de evaluación.
		2.2	Realizar el registro fotográfico del desmonte de los electrodos de acuerdo al montaje o el ensayo.
		2.3	Retirar del portaeléctrodos el electrodo de trabajo (material a evaluar), el electrodo de referencia, contraelectrodo y el sello oring.
3	<i>Almacenamiento</i>	3.1	Limpiar los electrodos con servilletas.
		3.2	Envolver individualmente los electrodos en servilletas limpias.
		3.3	Introducir los electrodos en la bolsa ziploc.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMETRICOS ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS			
MP/HTHP/RP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 7 de 9

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
		3.4	Almacenar los electrodos en un desecador o en una nevera de icopor con sílica gel.

c) Cupones de Recubrimientos

Para cada periodo de evaluación del recubrimiento se debe efectuar las actividades a continuación descritas para la instalación y desmonte de los cupones con recubrimiento.

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Instalación</i>	1.1	En un sitio apartado de los cupones colocarse los guantes de látex nuevos y limpiarlos con alcohol; esperar que se haya evaporado todo el alcohol para poder proceder con la instalación de los cupones.
		1.2	Instalar y sujetar los cupones de recubrimientos al sistema portacupon como se muestra en la Figura 1 b), teniendo en cuenta que el número de serie quede visible.
		1.3	Apretar los tornillos para asegurar los cupones de recubrimientos ajustando primero el tornillo inferior y luego el superior.
		1.4	Realizar el registro fotográfico, registrar en la planilla y en el empaque del cupón la fecha y la hora.
2	<i>Desmonte</i>	2.1	Utilizar guantes de nitrilo durante la operación de desmonte y retiro de cupones para evitar contacto con el fluido de evaluación.
		2.2	Retirar la tapa de ajuste junto con el cabezal del cuerpo del autoclave; teniendo en cuenta de no golpear los cupones, y posteriormente colocarlos sobre la superficie de trabajo.
		2.3	Realizar el registro fotográfico del desmonte de cupones de acuerdo al montaje o el ensayo.
		2.4	Quitar las arandelas de los tornillos de sujeción de cupones.
		2.5	Retirar los cupones de recubrimientos del portacupón.
		2.6	Tomar el cuerpo de la autoclave y depositar la solución de trabajo en el recipiente de almacenamiento de residuos asignado cuando se ha finalizado la exposición.

10. CÁLCULO

- No aplica

11. FORMATOS

- No aplica

ANEXO 1.


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Cupones Gravimétricos



Cupones Electroquímicos (Electrodos)




LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la Investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN Y DESMONTE DE CUPONES GRAVIMETRICOS ELECTRODOS Y RECUBRIMIENTOS			
MP/HTHP/RP02	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 9 de 9

Cupones de Recubrimientos




ANEXO 9. PROCEDIMIENTO SELLADO Y APERTURA DEL AUTOCLAVE

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO SELLADO Y APERTURA DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 6

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 19/06/09	Fecha: 22/06/09	Fecha: 25/06/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO SELLADO Y APERTURA DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 6

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para realizar de manera apropiada el sellado y la apertura del autoclave.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para el sellado y la apertura del autoclave, durante el ajuste y retiro del cabezal en el montaje y desmontaje de los ensayos que se realizan en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento de sellado de la autoclave.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G111-97 Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
- ASTM G46-05 Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO SELLADO Y APERTURA DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 6

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775-05 Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.

4.1.3 ASME

- ASME Sección VIII Division 1.

5. INSTRUCTIVOS

- No aplica.

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del procedimiento.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS

8.1 EQUIPOS

- Cámara fotográfica

8.2 MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

8.2.1 Materiales

- Grasa
- Mascara para vapores (Respiradores)
- Empaque plano de teflón
- Sello O-ring de Viton


8.2.2 Herramientas

- Llaves de 9/16 (2)
- Llaves de 3/4 (2)
- Llaves de 5/16 (2)
- Prensa

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

8.3.1 Precauciones de Seguridad y Salud

- Por higiene y seguridad, está prohibido fumar, comer, beber o masticar chicle en el laboratorio. No lleve a la boca objetos o mastique alimentos que han estado sobre la mesa. Lávese las manos después de cada práctica. Estas medidas de higiene evitarán la ingestión accidental de sustancias perjudiciales. Tenga en cuenta que sobre la mesa se ha podido trabajar con productos químicos o material biológico.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, mascara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO SELLADO Y APERTURA DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP03	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 6

- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos para su utilización inmediata.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- Verificar antes de efectuar cualquier operación de sellado o apertura que el sistema (Autoclave), como líneas de gases estén despresurizados.
- Al manipular el autoclave asegúrese de no tener los guantes húmedos; para evitar la caída del autoclave en sus extremidades inferiores, la pérdida del fluido y el material a evaluar.
- Utiliza la herramienta adecuada y empléala para la función para la que fue diseñada
- En caso de duda sobre la utilización correcta de una determinada herramienta, pide aclaraciones a la persona encargada del laboratorio antes de utilizarla. Manténgalas siempre limpias y sin grasa.
- Si las herramientas presentan defectos deben ser manifestados al personal encargado del laboratorio para que este las sustituya si aprecia que la anomalía lo amerita. Tenga en cuenta que el no reportar esta anomalía de la herramienta de trabajo puede provocar un accidente ya sea al material de estudio, personal o a otra persona que la utilice a continuación, y que desconozca su estado.
- Cuando se dejen de utilizar las herramientas, déjelas en lugares donde no puedan producir accidentes. Evite dejarlas en lugares donde puedan deslizarse y rodar, sobre todo en estantes o superficies que estén por encima de la cabeza. Nunca deben ser trasladadas en los bolsillos.
- No utilice herramientas con mangos flojos, mal ajustados o astillados. En destornilladores y llaves emplea el tamaño adecuado en cada caso, para que se ajuste al tornillo o la tuerca.
- Cerciórese del espacio que necesita para manipular una herramienta. Si hay personas próximas, advierta del trabajo que se va a realizar y recomendar que tomen distancia o se protejan.
- Atienda y obedezca todas las instrucciones y los requerimientos del personal encargado del laboratorio.

9. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

9.1 ACTIVIDADES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Sellado Del Autoclave</i>	1.1	Colocar el cabezal con la tapa de ajuste en el cuerpo del autoclave teniendo cuidado de no golpear los cupones. Nota: Si los tornillos de ajuste de la tapa de la autoclave están revestidos con un lubricante, se debe tomar un cuidado extremo durante el ensamble del cabezal y la tapa para impedir que el lubricante se introduzca en la cámara de la autoclave.
		1.2	Nivelar el cabezal del autoclave y ajustar la tapa del autoclave girándola en el sentido de las manecillas del reloj. Nota: Tenga cuidado que los tornillos de ajuste de la tapa no se encuentren roscados totalmente para evitar un cierre inadecuado y posteriores fugas, observe la Figura 1. b).
		1.3	Ajustar los tornillos de la tapa de forma manual.
		1.4	Para ajustar el cabezal al cuerpo del autoclave se debe ubicar este en una prensa.
		1.5	Tomar la llave fija de 3/4 o el ratches con copa de 3/4.
		1.6	Tener en cuenta la distribución de los tornillos de ajuste de la tapa del autoclave como se ilustran en la Figura 1a).

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
		1.7	Ajustar los tornillos de la siguiente manera: Primero seleccionar el tornillo número 1 y ajustar ligeramente girando en el sentido de las manecillas del reloj, luego elegir el tornillo ubicado a 180° tornillo número 5 y efectué el mismo procedimiento de ajuste. El proceso de ajuste se realiza de igual manera con los tornillos 3 y 7, 2 y 6, 4 y 8.
		1.8	Repetir nuevamente el procedimiento de ajuste desde el tornillo número 1 hasta el 8, con giros de 1/4 de vuelta para cada tornillo hasta efectuar un buen ajuste.
2	<i>Apertura Del Autoclave</i>	2.1	Ubicar y ajustar el autoclave en la prensa.
		2.2	Tomar la llave fija de 3/4 o l ratches con copa de 3/4.
		2.3	Tener en cuenta la distribución de los tornillos de ajuste de la tapa del autoclave como se ilustran en la Figura 1. a).
		2.4	Aflojar los tornillos de la siguiente manera: Primero seleccionar el tornillo número 1 y desajustar ligeramente girando en sentido contrario a las manecillas del reloj, luego elegir el tornillo ubicado a 180° tornillo número 5 y efectuar el mismo procedimiento de desajuste. El proceso de desajuste se realiza de igual manera con los tornillos 3 y 7, 2 y 6, 4 y 8.
		2.5	Repetir nuevamente el procedimiento de afloje desde el tornillo número 1 hasta el 8, con giros de 1/4 de vuelta para cada tornillo hasta garantizar que se ha liberado la tapa.
		2.6	Girar la tapa en sentido contrario a las manecillas del reloj, hasta que la tapa se libere de la autoclave, retire la tapa junto con el cabezal de la autoclave.

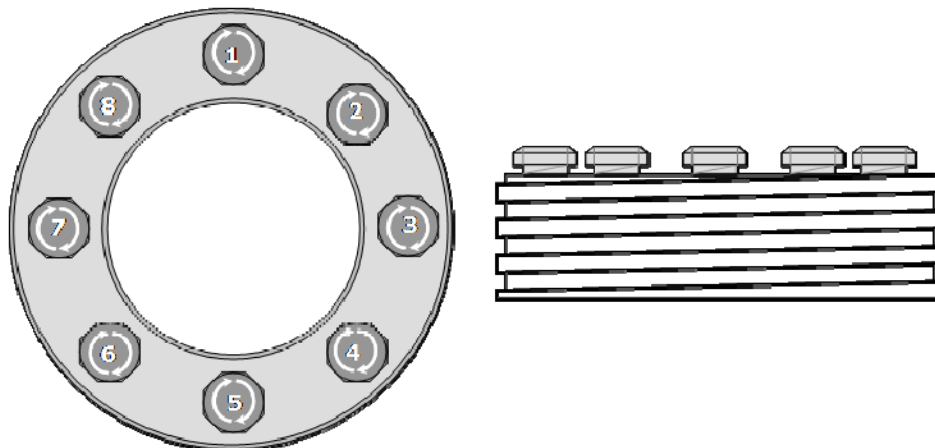


FIGURA 1. Detalle de la tapa de ajuste del autoclave. a) parte izquierda: corresponde a la distribución de los tornillos de ajuste. b) parte derecha: posición adecuada de los tornillos para ajuste de la tapa.

10. CÁLCULO

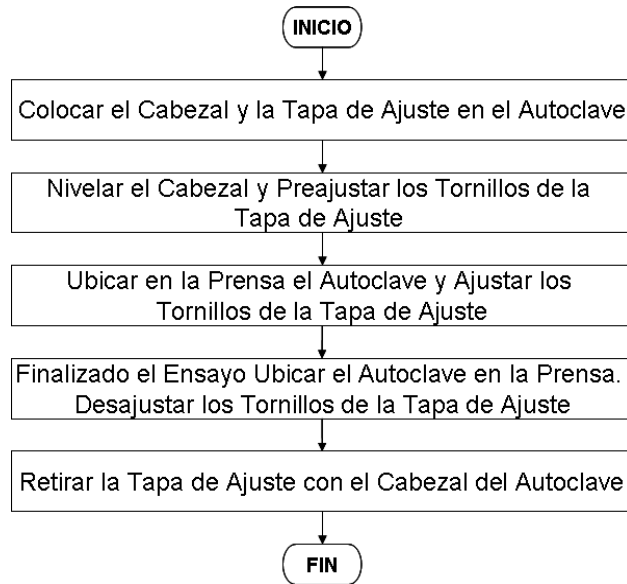
- No aplica

11. FORMATOS


- No aplica

ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO




ANEXO 10. PROCEDIMIENTO CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL AUTOCLAVE

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 6

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 26/06/09	Fecha: 30/06/09	Fecha: 02/07/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 6

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para calentar y enfriar de manera correcta y segura el autoclave en los ensayos que se efectúan en el laboratorio.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para el calentamiento y el enfriamiento del autoclave durante el montaje y desmontaje respectivamente; de los ensayos que se realizan en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento calentamiento y enfriamiento de las autoclaves	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G111-97 Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
- ASTM G46-05 Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 6

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775-05 Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.

4.1.3 ASME

- ASME Sección VIII Division 1.

5. INSTRUCTIVOS

- Manual de instrucciones del sistema de control de temperatura.

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del procedimiento.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO


- Sistema de control de temperatura
- Extractores ó Ventiladores

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Bandas de calentamiento siliconadas.
- Termocuplas

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

- Por higiene y seguridad, está prohibido fumar, comer, beber o masticar chicle en el laboratorio. No lleve a la boca objetos o mastique alimentos que han estado sobre la mesa. Lávese las manos después de cada práctica. Estas medidas de higiene evitarán la ingestión accidental de sustancias perjudiciales. Tenga en cuenta que sobre la mesa se ha podido trabajar con productos químicos o material biológico.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, máscara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos para su utilización inmediata.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- No se debe trabajar con las bandas de calentamiento siliconadas, el control de temperatura y ventiladores si la zona donde estos se encuentran esta mojada o húmeda. No conectar a la corriente estos equipos con las manos húmedas.
- No introducir objetos en los agujeros de los enchufes y conectores.


LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 6

- Se recomienda que se utilice zapatos con suela de goma.
- Las reparaciones y modificaciones de instalaciones y equipos eléctricos es única y exclusivamente del personal especializado y autorizado.
- Si detecta cualquier anomalía, se debe avisar al personal encargado del laboratorio y, en caso de duda o accidente, se debe interrumpir inmediatamente el suministro de corriente.
- Compruebe que los interruptores de alimentación son accesibles y conozca cómo utilizarlos en caso de emergencia.
- Si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos no los toque, notifíquelo inmediatamente. Al notar el menor chispazo utilizando las bandas de calentamiento siliconadas, el control de temperatura o ventiladores se debe proceder a su inmediata desconexión y posterior notificación.
- Preste atención a los calentamientos anormales de las bandas de calentamiento siliconadas. Comuníquelo para su inmediata revisión.
- Siempre que se este realizando el montaje o el desmontaje de las bandas de calentamiento siliconadas, los interruptores del control de temperatura deben estar apagados y las fuentes deberán estar desconectadas es decir no puede haber corriente eléctrica.
- Nunca desenchufe tirando del cable. Siempre se debe desenchufar cogiendo el conector y tirando de el.
- No olvide desconectar las herramientas eléctricas y los equipos cuando se terminen de utilizar.

9. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

9.1 ACTIVIDADES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Calentamiento del Autoclave</i>	1.1	Colocar la banda de calentamiento alrededor de la autoclave y conectarla al toma corriente.
		1.2	Introducir la termocupla en el termoposo del autoclave.
		1.3	Activar el totalizador del laboratorio localizado en el tablero de interruptores o breakers, identificado con el nombre TOTALIZADOR LABORATORIO.
		1.4	Activar los tres interruptores o breakers que tienen como nombre AUTOCLAVE.
		1.5	Energizar el sistema de calentamiento (bandas de calentamiento siliconadas) accionando el interruptor de alimentación del sistema de control de temperatura del autoclave. Cada sistema de calentamiento se encuentra identificado acorde al autoclave. A1 será el sistema de calentamiento del autoclave 1 del mismo modo para cada autoclave.
2	<i>Ajuste de la Temperatura de Calentamiento</i>	2.1	Encender la unidad accionando el interruptor que se encuentra en la parte inferior del controlador de temperatura. Todos los Display se deben encender.
		2.2	Se visualizara en el display la señal de entrada y los valores de VP y VS.
		2.3	Ingresar el valor de la temperatura de operación de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oprimir la tecla "SET". ▪ Seleccionar el parámetro SV (Variable Seleccionada). ▪ Presionar la tecla "AT". Hasta que parpadee el Display. ▪ Presionar la tecla "▲" o "▼". Para aumentar o disminuir el valor ▪ Presionar la tecla "AT". Para cambiar de posición el dígito ▪ Oprimir la tecla "SET" para confirmar el valor ingresado.
3	<i>Enfriamiento del Autoclave</i>	3.1	Apagar el sistema de calentamiento (bandas de calentamiento siliconadas) apagando el interruptor de alimentación del sistema de control de temperatura del autoclave. Cada sistema de calentamiento se encuentra identificado acorde al autoclave. A1 será el sistema de calentamiento del autoclave 1 del mismo modo para cada autoclave.
		3.2	Desconectar la banda de calentamiento y retirarla del autoclave.
		3.3	Colocar y conectar ventilador para realizar el enfriamiento del autoclave.
Elaborado Por: Rafael E Fragozo V			\\CORROSION\UENS\LABHHP\PROCEDIMIENTOS

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN			
PROCEDIMIENTO CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP04	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 6

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
		3.4	Realizar seguimiento de la temperatura del autoclave hasta alcanzar la temperatura ambiente.

10. CÁLCULO

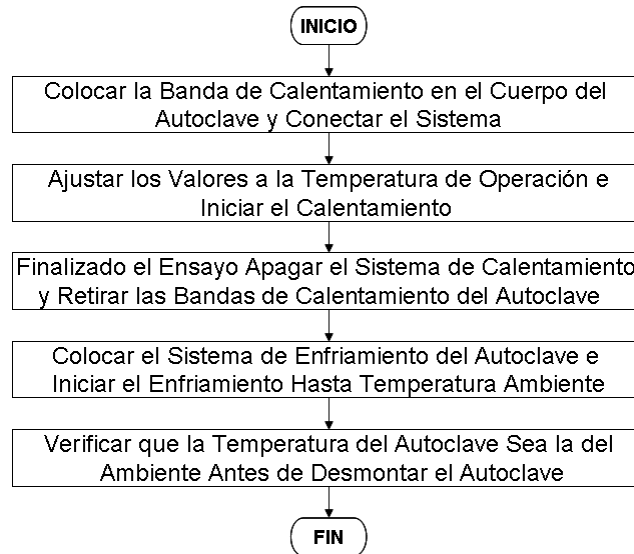
- No aplica.

11. FORMATOS


- No aplica.

ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO




ANEXO 11. PROCEDIMIENTO PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 8

REVISIÓN N°	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 07/07/09	Fecha: 10/07/09	Fecha: 12/07/09

REVISIÓN N°	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN N°	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 8

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para realizar la presurización y despresurización de manera correcta y segura de los autoclaves en los ensayos que se efectúan en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para la presurización y la despresurización del autoclave durante el montaje y desmontaje de los ensayos que se realizan en el laboratorio de alta presión y alta temperatura.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El personal que inspecciona y supervisa los trabajos en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, debe tener experiencia y competencia en la ejecución de este tipo de trabajos, debe conocer las normas de seguridad, documentos referenciados, líneas de gas de alta presión, equipos, materiales de estudio y calculo de los resultados de las respectivas evaluaciones que se llevan a cabo en cada ensayo.

Antes de realizar cualquier actividad, la responsabilidad del coordinador de esta actividad es hacer cumplir, cada uno de los requerimientos de este procedimiento y garantizar la ejecución de ningún trabajo sin previa autorización.

El personal debe estar previamente capacitado en el manejo de equipos sometidos a alta presión y temperatura (AUTOCLAVE) y en los equipos auxiliares utilizados para alcanzar dichas condiciones (BOOSTER y CONTROL DE TEMPERATURA) así como en la operación de la estación de trabajo electroquímica (Zanher IM6) y el manejo de herramientas y materiales que se utilizan en el montaje de cada ensayo en particular.

La operación y manipulación de dichos equipos, materiales y herramientas debe ejecutarse de tal forma que la operación no afecte la integridad del personal y del laboratorio.


ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Asegurar que las actividades relacionadas en el procedimiento sean comprendidas y desarrolladas por el personal encargado.	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento presurización y despresurización de las autoclaves.	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Normas

4.1.1 ASTM

- ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens.
- ASTM G111-97 Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both.
- ASTM G46-05 Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 8

4.1.2 NACE

- NACE RP 0775-05 Preparation, Installation, Analysis and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.

4.1.3 ASME

- ASME Sección VIII Division 1.

5. INSTRUCTIVOS

- Manual de instrucciones Elevador de presión Booster

6. ANEXOS

- Diagrama de flujo del procedimiento.
- Diagrama de conexiones y línea de gases.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO


- Autoclave
- Elevador de presión Booster
- Compresor

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Nitrógeno (N₂)
- [Dióxido de Carbono (CO₂), Acido Sulfhídrico (H₂S) ó Mezclas (CO₂/H₂S)] (Solo aplica cuando el ensayo lo requiere).
- Aire presurizado

8.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

- Por higiene y seguridad, está prohibido fumar, comer, beber o masticar chicle en el laboratorio. No lleve a la boca objetos o mastique alimentos que han estado sobre la mesa. Lávese las manos después de cada práctica. Estas medidas de higiene evitarán la ingestión accidental de sustancias perjudiciales. Tenga en cuenta que sobre la mesa se ha podido trabajar con productos químicos o material biológico.
- Todo el personal que realice ensayos en el laboratorio, debe contar con los elementos básicos de protección personal (gafas, mascara de gases, bata manga larga, pantalón largo, botas de seguridad, y guantes).
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área de trabajo, así como los extintores más cercanos para su utilización inmediata.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 8

- Contar con un plan de contingencia para los eventos que se pueden presentar durante el trabajo, en este se asignan las responsabilidades y la autoridad para la toma de acciones correctivas como: Protección contra incendios, Evacuación, Aislamiento del área de trabajo, etc.
- Está prohibido acercarse con una llama, producir chispas o fumar en las cercanías del área de trabajo donde puede encontrarse normal o accidentalmente presencia de gas en la atmósfera.
- Está prohibido localizar fugas de gas en las líneas de gases con una llama; para esta operación se debe aplicar la prueba neumática.
- No se debe realizar ningún trabajo que conlleve a una posible fuente de ignición, si no se han realizado las debidas pruebas previas en la atmósfera del laboratorio.
- El personal que trabajando inconscientemente en presencia de gas, muestre síntomas de intoxicación o asfixia (zumbido en los oídos, mareos, etc.) debe suspender su trabajo y trasladarse al aire libre.
- No se debe maniobrar válvulas de las que se desconozca los circuitos que alimentan y las consecuencias que pudiera provocar su manipulación.


9. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

9.1 PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES

- Antes de efectuar la presurización del autoclave, este debe encontrarse a la temperatura de operación. Confirme que la temperatura de operación sea la deseada para el ensayo, en el panel del sistema de control de temperatura.
- Verifique que las condiciones para la presurización de la autoclave sean las siguientes:
 - La presión del cilindro de gas se encuentre en 500 psi.
 - Se haya realizado la prueba neumática a las conexiones y líneas de presurización (remítase a la guía de mantenimiento).
 - El elevador de presión (Booster) se encuentre conectado y en buenas condiciones para su operación (para efectuar la operación del elevador de presión Booster, remítase a la guía de operación y mantenimiento).
 - Los sistemas de seguridad (Válvula de alivio, checker) operen adecuadamente (remítase a la guía de mantenimiento).
- Verifique que los operarios tengan puestos los elementos de protección personal para la maniobra.

9.2 ACTIVIDADES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Purga de la Cámara del Autoclave</i>	1.1	Revisar que todas las válvulas de la red de gas se encuentren cerradas.
		1.2	Abrir la válvula del cilindro de gas y regular la presión a 500 psi.
		1.3	Abrir la válvula V1 de la salida del cilindro (Ver Figura 1).
		1.4	Abrir la válvula V3 de la línea de gas al manifold de distribución de gas de alta presión de los autoclaves (Ver Figura 1).
		1.5	Verificar que la presión en el manifold de distribución sea la misma que a la salida del cilindro.
		1.6	Para realizar la purga del autoclave se debe abrir la válvula V6 de la línea de carga correspondiente al autoclave, ubicada a la salida del manifold de distribución de gas de alta presión de los autoclaves (Ver Figura 2). Al purga el autoclave se debe abrir la válvula V6 que corresponda a este y las demás deben permanecer cerradas, ya que se debe purgar de forma individual. Para el caso del autoclave A1 se debe abrir la válvula V6a.

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 8

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
		1.7	Abrir la válvula V8 de la línea de descarga que posee el autoclave (Ver figura 1). Para el caso del autoclave A1 abrir la válvula V8a (Ver Figura 1).
		1.8	Abrir la válvula V7 de la línea de carga que posee el autoclave, suministrando cargas de gas en ciclos cortos abriendo y cerrando la válvula V7 moderadamente. Para el caso del autoclave A1 abrir la válvula V7a (Ver Figura 1).
		1.9	Cuando haya culminado el tiempo de la purga del sistema, se debe cerrar la válvula V8 de la línea de descarga y luego la válvula V7 de la línea de carga que posee el autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe cerrar la válvula V8a y V7a (Ver figura 1).
		1.10	Cerrar la válvula V6 de la línea de carga correspondiente al autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe cerrar la válvula V6a.
2	Presurización	2.1	Si la presión de operación requerida por el ensayo es menor a 1000 PSI y la presión del cilindro de suministro de gas es mayor a 1000 PSI; el proceso de presurización se efectúa directamente con la presión del cilindro. Para ello se debe efectuar las acciones 2.2 a la 2.18 omitiendo las acciones 2.7 a la 2.12. Si la presión de operación requerida por el ensayo supera los 1000 PSI, el proceso de presurización se efectúa utilizando el elevador de presión Booster. Para ello se debe efectuar los acciones 2.2 a la 2.18.
		2.2	Abrir la válvula V6 de la línea de carga correspondiente al autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe abrir la válvula V6a.
		2.3	Abrir la válvula V7 de la línea de carga que posee el autoclave. Para el caso del autoclave A1 abrir la válvula V7a (Ver Figura 1).
		2.4	Una vez alcanzada la presión de operación deseada. Cerrar la válvula V7 de la línea de carga que posee el autoclave. Para el caso del autoclave A1 cerrar la válvula V7a (Ver Figura 1).
		2.5	Cerrar la válvula V6 de la línea de carga correspondiente al autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe cerrar la válvula V6a.
		2.6	Cerrar la válvula V3 de la línea de gas al manifold de distribución de gas de alta presión de autoclaves (Ver Figura 1).
		2.7	Abrir la válvula de control de gas de precarga o suministro V4 (Ver Figura 1), luego abrir la válvula de suministro de aire de servicio (Ver Figura 1). Para accionar el elevador de presión Booster y por ultimo abrir la válvula de control de descarga de gas del elevador de presión Booster V5 (Ver figura 1). Remitirse al <i>procedimiento de operación del elevador de presión Booster ME/HPHT/01</i> para verificar las acciones a seguir para efectuar la puesta en marcha del elevador de presión Booster.
		2.8	Abrir la válvula V6 de la línea de carga correspondiente al autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe abrir la válvula V6a.
		2.9	Abrir la válvula V7 de la línea de carga que posee el autoclave. Para el caso del autoclave A1 abrir la válvula V7a (Ver Figura 1).
		2.10	Cuando se alcanza la presión de operación deseada. Cerrar la válvula V7 de la línea de carga que posee el autoclave. Para el caso del autoclave A1 abrir la válvula V7a (Ver Figura 1).
		2.11	Cerrar la válvula V6 de la línea de carga correspondiente al autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe cerrar la válvula V6a.

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
		2.12	Cerrar la válvula de suministro de aire (Ver figura 1) para detener la acción de la Booster. Remitirse al <i>procedimiento de operación del elevador de presión Booster ME/HPHT/01</i> para verificar las acciones a seguir para efectuar la parada del elevador de presión Booster.
		2.13	Cerrar la válvula del cilindro de gas (Ver Figura 1).
		2.14	Abrir la válvula de alivio del cilindro de gas (Ver Figura 1) y después que se haya despresurizado la línea cerrarla.
		2.15	Cerrar la válvula V1 de la salida del cilindro (Ver Figura 1).
		2.16	Abrir la válvula de alivio V2 de la línea de venteo (Ver Figura 1).
		2.17	Abrir la válvula V6 de la línea de carga correspondiente al autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe abrir la válvula V6a.
		2.18	Recuerde que después de alcanzadas las condiciones de operación se debe efectuar un seguimiento de la operación y no descuidar el sistema por periodos prolongados.
3	<i>Des presurización</i>	3.1	Para realizar la despresurización se debe esperar a que el sistema de calentamiento se encuentre a temperatura ambiente.
		3.2	Abrir lentamente la válvula V8 de la línea de descarga que posee el autoclave (Ver figura 1). Para el caso del autoclave A1 abrir lentamente la válvula V8a. El proceso de despresurización debe ser controlado y efectuado por etapas.
		3.3	Cuando se haya despresurizado el autoclave. Cerrar la válvula V8 de la línea de descarga que posee el autoclave. Para el caso del autoclave A1 se debe cerrar la válvula V8a (Ver figura 1).

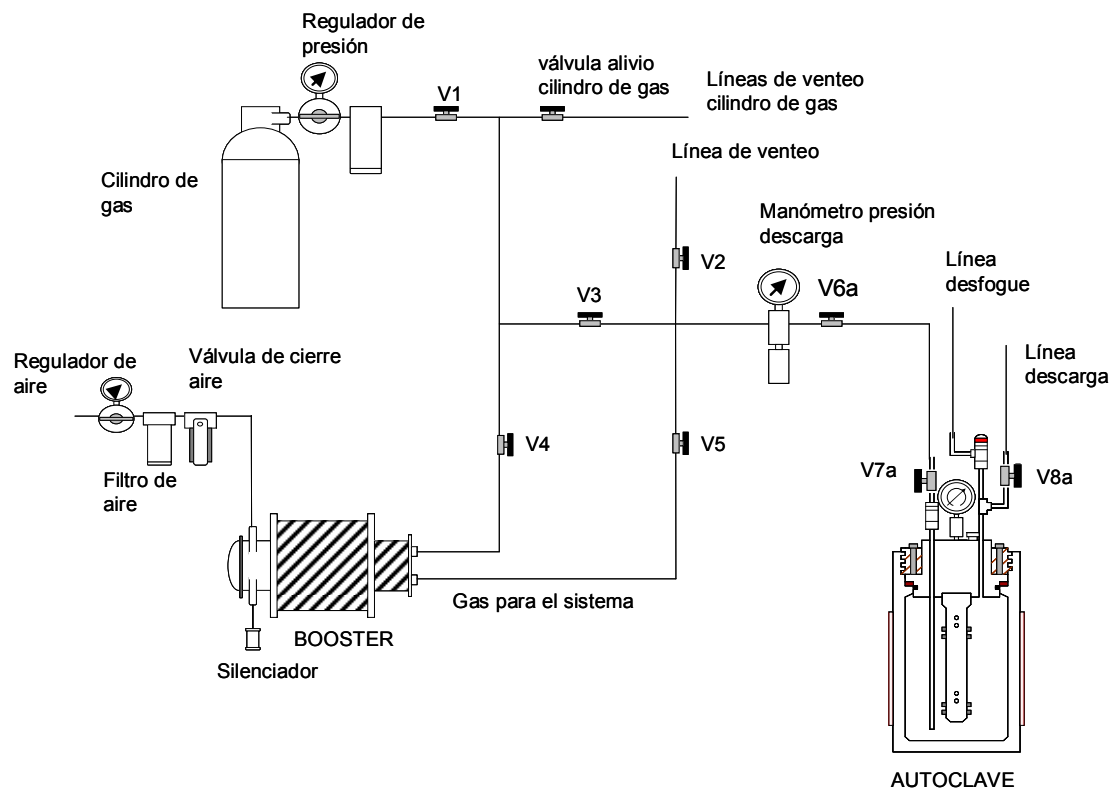


FIGURA 1. Esquema de válvulas de control del sistema de autoclaves.

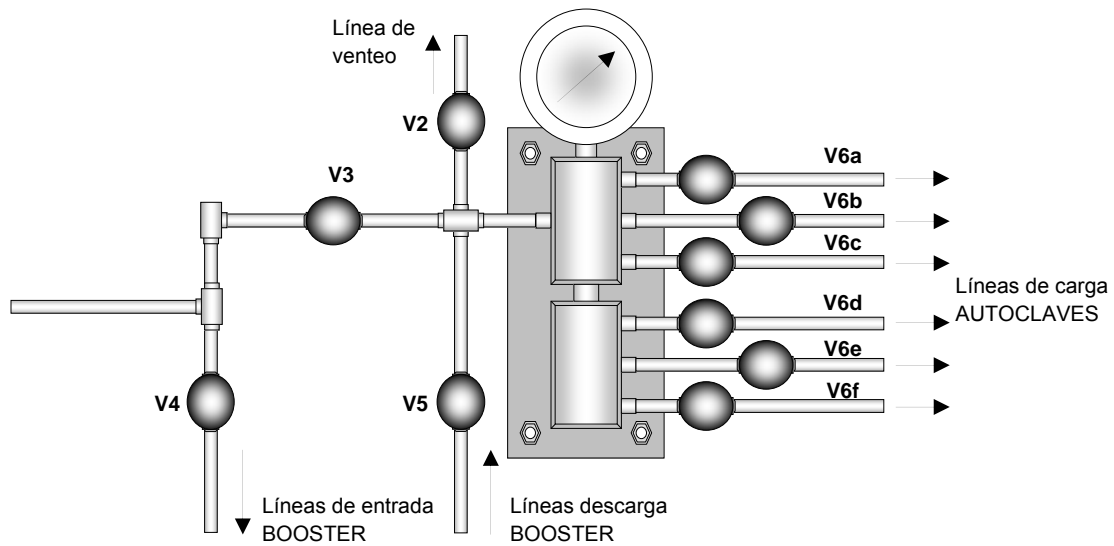



FIGURA 2. Manifold de gas de alta presión.

10. CÁLCULO

- No aplica.

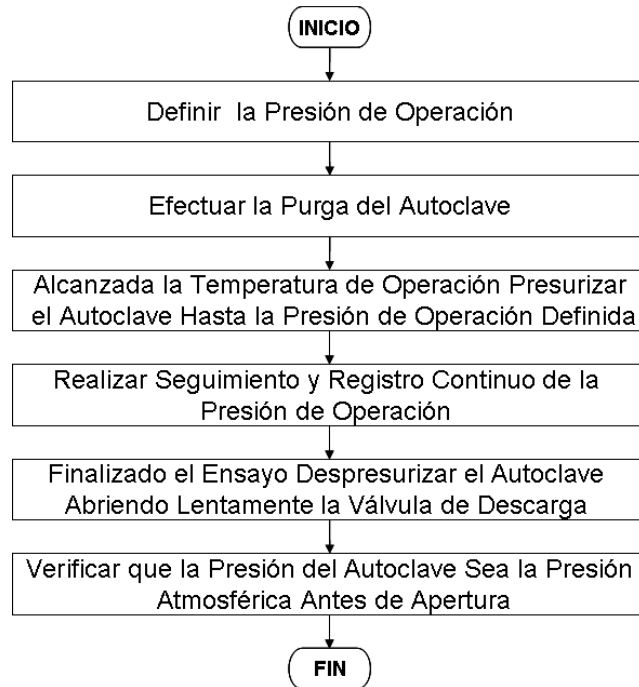
11. FORMATOS

- No aplica.


LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS			
PROCEDIMIENTO PRESURIZACIÓN Y DESPRESURIZACIÓN DEL AUTOCLAVE			
MP/HTHP/RP05	REV: 0	COPIA CONTROLADA	Página 8 de 8

ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO




ANEXO 12. OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERATURA

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERTURA			
ME/HTHP/01	REV:0	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 5

REVISIÓN N°	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V Fecha: 15/07/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 16/07/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 20/07/09

REVISIÓN N°	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN N°	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERTURA			
ME/HTHP/01	REV:0	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 5

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para la operación del controlador de temperatura del Laboratorio de altas presiones y altas temperaturas de la C.I.C., con el fin de asegurar su correcto funcionamiento.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para la operación del controlador de temperatura durante el calentamiento del autoclave, el tiempo de exposición de la muestra motivo de estudio y el enfriamiento del autoclave en los ensayos que se realizan en el laboratorio.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable del elevador de presión Booster	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento de operación del elevador de presión Booster	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Equipos y Elementos de Referencia, ME.
- Listado Maestro de Documentos, MP/HTHP/12-01-C.

5. INSTRUCTIVOS

- No aplica.

6. ANEXOS

- No aplica.


7. CONTROL DE DOCUMENTOS

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

8. RECURSOS

8.1 EQUIPO

- Controlador de temperatura

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERTURA			
ME/HTHP/01	REV:0	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 5

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.2.1 Accesorios

- Banda de calentamiento siliconada
- termocupla tipo J

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, ME/HTHP/16-03” y “MANEJO SEGURO DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA, ME/HTHP/16-18”,, sin embargo, estas dependerán del tipo de ensayos que se lleven a cabo.

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, ME/HTHP/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 el reporte correspondiente en el Formato “HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS, ME/HTHP/16-03-A”.

Condiciones para el uso del equipo


- Verifique que el sistema se encuentra energizado.
- Revise que se encuentre conectada al sistema eléctrico.
- Verifique que los relevos se encuentren operando, si existe un daño remplace.



















9.2 ACTIVIDADES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	Selección de temperatura y parámetros PID	1.1	Encienda la unidad accionando el interruptor que se encuentra en la parte inferior del controlador de temperatura. Todos los Display se encenderán.
		1.2	Visualizara la señal de entrada. Por ajuste de fabrica se visualiza “Termocupla tipo K”

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERTURA			
ME/HTHP/01	REV:0	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 5

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN										
		1.3	Visualizara el valor VP y VS.										
		1.4	<p>Ingrese el valor de la temperatura de operación de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oprima la tecla "SET" ▪ Seleccione el parámetro SV ▪ Presione la tecla "AT", el LED parpadeara ▪ Presione la tecla "AT" otra vez para cambiar de posición el digito ▪ Presionar la tecla "▲" o "▼" para aumentar o disminuir el valor ▪ Oprima la tecla "SET" para confirmar el valor. 										
		Selección de los parámetros PID.											
		1.5	Presione SET ≥ 3 Seg. Banda Proporcional (P = 0, el control es On/Off)										
		1.6	Presione SET. Tiempo Integral I = 0 la función de integración es cancelada.										
		1.7	Presione SET. Tiempo Derivativo D = 0 la función Derivativa es cancelada.										
		1.8	Presione SET. P = 0, el control es On/Off por aumento HY. P≠ 0 este parámetro no funciona										
		1.9	Presione SET. Tipo señal de salida. 1 a 250 el control de salida es por relevo										
		1.10	Presione SET. Seleccione el valor de alarma. Para valores de -199 a 999 con saltos de 1°C.										
		1.11	<p>Presione SET. Seleccione el modo salida para la alarma.</p> <p>El controlador ofrece cuatro modos de selección de alarma:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>Señal de Alarma</th> <th>Rango de Operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>dH: Alarma Alta.</td> <td>PV > SV + AL = Alarma Activada PV < SV + AL -1 = Alarma no Activada</td> </tr> <tr> <td>dL: Alarma Baja</td> <td>PV < SV + AL = Alarma Activada PV > SV + AL +1 = Alarma no Activada</td> </tr> <tr> <td>HH: Valor Absoluto de alarma Alta.</td> <td>PV > AL = Alarma Activada PV < AL -1 = Alarma no Activada</td> </tr> <tr> <td>LL: Valor Absoluto de Alarma Baja.</td> <td>PV < AL = Alarma Activada PV > AL -1 = Alarma no Activada</td> </tr> </tbody> </table>	Señal de Alarma	Rango de Operación	dH: Alarma Alta.	PV > SV + AL = Alarma Activada PV < SV + AL -1 = Alarma no Activada	dL: Alarma Baja	PV < SV + AL = Alarma Activada PV > SV + AL +1 = Alarma no Activada	HH: Valor Absoluto de alarma Alta.	PV > AL = Alarma Activada PV < AL -1 = Alarma no Activada	LL: Valor Absoluto de Alarma Baja.	PV < AL = Alarma Activada PV > AL -1 = Alarma no Activada
Señal de Alarma	Rango de Operación												
dH: Alarma Alta.	PV > SV + AL = Alarma Activada PV < SV + AL -1 = Alarma no Activada												
dL: Alarma Baja	PV < SV + AL = Alarma Activada PV > SV + AL +1 = Alarma no Activada												
HH: Valor Absoluto de alarma Alta.	PV > AL = Alarma Activada PV < AL -1 = Alarma no Activada												
LL: Valor Absoluto de Alarma Baja.	PV < AL = Alarma Activada PV > AL -1 = Alarma no Activada												

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERTURA			
ME/HTHP/01	REV:0	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 5

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN												
		1.12	<p>Presione SET. Ajuste el valor de compensación para la desviación del censored**</p> <p>El controlador puede operar con diversos sensores, acorde al rango de operación del sistema a controlar y la sensibilidad requerida en la medición de la variable de proceso. A continuación se describe los tipos de sensores que pueden ser empleados por el controlador.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td><i>K = Termocupla tipo K</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td><i>E = Termocupla tipo E</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td><i>J = Termocupla tipo J</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td><i>T = termocupla tipo T</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td><i>Pt =Termocupla tipo Pt 100</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td><i>CUO= Termocupla tipo Cu 100.</i></td> </tr> </table>		<i>K = Termocupla tipo K</i>		<i>E = Termocupla tipo E</i>		<i>J = Termocupla tipo J</i>		<i>T = termocupla tipo T</i>		<i>Pt =Termocupla tipo Pt 100</i>		<i>CUO= Termocupla tipo Cu 100.</i>
	<i>K = Termocupla tipo K</i>														
	<i>E = Termocupla tipo E</i>														
	<i>J = Termocupla tipo J</i>														
	<i>T = termocupla tipo T</i>														
	<i>Pt =Termocupla tipo Pt 100</i>														
	<i>CUO= Termocupla tipo Cu 100.</i>														
		1.13	Presione SET. Seleccione el tipo de señal de entrada. K, E, J, T, Pt100, Cu100.												
		1.14	Presione SET. Clave de bloqueo: LCK = 010, los parámetros únicamente pueden ser leídos. LCK entre 000 – 250, los parámetros pueden ser leídos y escritos.												


10. CALCULOS

- No aplica.

11. FORMATOS

- Formato Ficha técnica de equipos, ME/HTHP/16-01-C.
- Formato Historial de operación de equipos, ME/HTHP/16-03-A.


ANEXO 13. OPERACIÓN DEL ELEVADOR DE PRESIÓN BOOSTER

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL ELEVADOR DE PRESIÓN BOOSTER			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 5

REVISIÓN Nº	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V Fecha: 22/07/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 25/07/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 27/07/09

REVISIÓN Nº	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN Nº	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL ELEVADOR DE PRESIÓN BOOSTER			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 5

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y los lineamientos para la operación del elevador de presión Booster del Laboratorio de altas presiones y altas temperaturas de la C.I.C., con el fin de asegurar su correcto funcionamiento.

2. ALCANCE

Este documento rige a partir de la fecha de su publicación.

Aplica para la operación del elevador de presión Booster durante la presurización del autoclave en el montaje de los ensayos que se realizan en el laboratorio.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable del elevador de presión Booster	Coordinador Técnico
Ejecutar el procedimiento de operación del elevador de presión Booster	Asistente de laboratorio

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Equipos, ME.
- Manual del elevador de presión Booster.
- Listado Maestro de Documentos, MP/HTHP/12-01-C.

5. INSTRUCTIVOS

- No aplica

6. ANEXOS

- No aplica.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS


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

8. RECURSOS

8.1 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

8.1.1 EQUIPO

- Elevador de presión Booster
- Compresor

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL ELEVADOR DE PRESIÓN BOOSTER			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 5

8.1.2 MATERIALES

- Nitrógeno (N₂)
- Aire Comprimido

8.2 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, ME/HHTP/16-03” y “MANEJO SEGURO DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA, ME/HHTP/16-18”, sin embargo, estas dependerán del tipo de ensayos que se lleven a cabo.

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, ME/HHTP/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 el reporte correspondiente en el Formato “HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS, ME/HHTP/16-03-A”.

Verifique que las condiciones para el uso del elevador de presión sean las siguientes:

- Estén instalados los componentes y accesorios en el suministro de aire de servicio, la precarga, y los sistemas de alta presión de acuerdo con la red en la cual el elevador de presión (Booster) está siendo utilizado.
- Este conectado el suministro de aire de servicio.
- Este conectado el suministro de gas de precarga al conector de entrada de 1/4 NPT.
- Este acoplada la conexión de salida de alta presión del elevador de presión (Booster) hacia la zona de trabajo (Manifold). Asegúrese de disponer de las condiciones de seguridad para el alivio del gas a alta presión, como una válvula de purga, si el elevador de presión (Booster) va a ser desconectado.
- La presión del cilindro de gas debe ser igual o superior a 500 PSI.
- Se disponga de servicio de aire comprimido.
- Las líneas y conexiones no presenten fugas.

9.2 ACTIVIDADES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Puesta en marcha del elevador de presión Booster</i>	1.1	Revisar los registros del equipo, con el fin de conocer su estado antes de operarlo.
		1.2	Abra la válvula V4 (Ver figura 1). Nota: la válvula V4 controla el gas de precarga o suministro.
		1.3	Abra la válvula de cierre del aire de servicio. Nota: El elevador de presión (Booster) comenzará a funcionar y continuará hasta que se logre la presión de salida requerida. El elevador de presión (Booster) entonces entrará en una condición de balance de presión y funcionara intermitentemente para compensar la pérdida de presión debida a fugas.
		1.4	Abra lentamente la válvula V5 (Ver figura 1). Nota: La válvula V5 controla la descarga de gas del elevador de presión Booster hacia el manifold de distribución.
2	<i>Parada del elevador de presión booster</i>	2.1	Cierre la válvula de cierre del aire de servicio (Ver figura 1).
		2.2	Cierre la válvula V4 (Ver figura 1).
		2.3	Abra la válvula de purga del múltiple o venteo V2 (Ver figura 1). Nota: Por seguridad esta debe quedar abierta.
		2.4	Cierre la válvula de V5 (Ver Figura 1).
		2.5	Desconectar de trabajo y finalizar la operación.

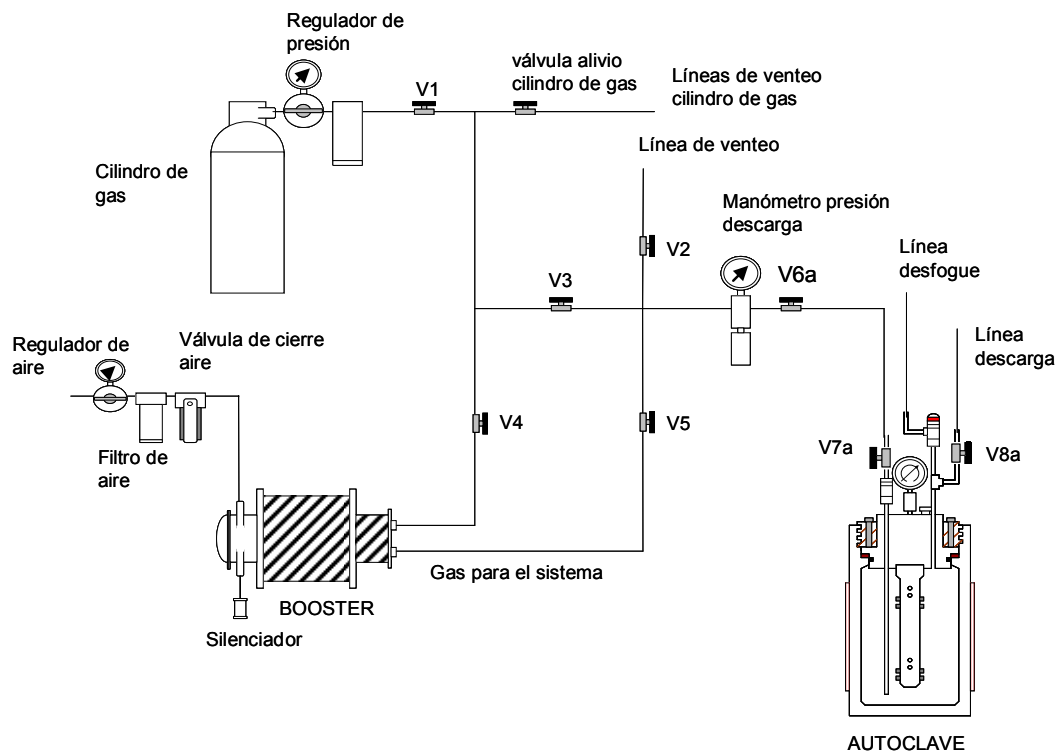



FIGURA 1. Esquema de válvulas de control del sistema de autoclaves.

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DEL ELEVADOR DE PRESIÓN BOOSTER			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 5


10. CALCULOS

- No aplica.

11. FORMATOS

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


**ANEXO 14. OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUÍMICA ZANHER
IM6**

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DE LA ESTACION DE TRABAJO ELECTROQUIMICA ZAHNERIM6			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 6

REVISIÓN N°	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V Fecha: 04/07/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 06/08/09	Nombre: Fecha: 09/08/09

REVISIÓN N°	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN N°	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DE LA ESTACION DE TRABAJO ELECTROQUIMICA ZAHNERIM6			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 6

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, ME.
- Listado Maestro de Documentos, MP/HHTP/12-01-C.
- THALES Software Guide, DEM27.
- THALES IM6 Owner's Manual Impedance Spectrum Analyzer Universal Electrochemical Interface, DEM32

5. INSTRUCTIVOS

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

6. ANEXOS

- No aplica.

7. CONTROL DE DOCUMENTOS


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

8. RECURSOS

EQUIPO

- Estación de Trabajo Electroquímica Zanher IM6.⁶

⁶ Con el fin de simplificar el nombre del equipo, en adelante se utilizará el nombre "IM6".

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DE LA ESTACION DE TRABAJO ELECTROQUIMICA ZAHNERIM6			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 6

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

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.

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, ME/HTHP/16-03" y "MANEJO SEGURO DE MATERIALES Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/HTHP/16-18", sin embargo, estas dependerán del tipo de ensayos que se lleven a cabo.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

PRERREQUISITOS Y/O CONDICIONES

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

- Conocer la "FICHA TÉCNICA, ME/HTHP/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

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DE LA ESTACION DE TRABAJO ELECTROQUIMICA ZAHNERIM6			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 6


mismo, se debe hacer la anotación correspondiente en el Formato "HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y PATRONES DE REFERENCIA, ME/HTHP/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.
- 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.

ACTIVIDADES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Operación del IM6</i>	1.1	Revisar los registros del equipo, con el fin de conocer su estado antes de operarlo.
		1.2	Verificar la conexión eléctrica del computador y del IM6. (Toma corriente regulado de 120 V)
		1.3	Verificar que el IM6 se encuentre conectado al computador.
		1.4	Verificar que los switches 1 y 2 (ubicados en el panel frontal del equipo) se encuentren en la posición GO.
		1.5	Verificar que las conexiones del Electrodo de Trabajo (WE), Contraelectrodo (CE), Referencia 1 (R1) y Referencia 2 (R2), se encuentren conectadas en circuito cerrado.
		1.6	Encender el computador.
		1.7	Encender el IM6, oprimiendo el botón negro (POWER) ubicado en la parte posterior del equipo.
		1.8	Ejecutar el software THALES para correr los ensayos.
		1.9	Seleccionar los parámetros del software de acuerdo al tipo de ensayo (ver procedimientos de ensayo).
		1.10	Conectar la celda de calibración del IM6 a los terminales del equipo, teniendo en cuenta la correcta distribución del WE, CE, R1 y R2.
		1.11	Ajustar los parámetros del software, según el tipo de revisión que el operario desee realizar (corriente directa ó alterna).
		1.12	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.
		1.13	Desmontar la celda de calibración y guardar en su lugar de almacenamiento.
		1.14	Montar el sistema evaluación (celda electroquímica) en la Jaula de Faraday (si aplica).

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DE LA ESTACION DE TRABAJO ELECTROQUIMICA ZAHNERIM6			
ME/HPHT/02	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 6


ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
		1.15	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.
		1.16	Realizar el ensayo correspondiente (ver procedimientos de ensayo).
		1.17	Desconectar el sistema del IM6.
		1.18	Cerrar el circuito de los terminales del IM6.
		1.19	Cerrar el software THALES.
		1.20	Apagar el IM6 oprimiendo el botón negro (Power) ubicado en la parte posterior del equipo.

12. CALCULOS

- No aplica.

13. FORMATOS

- Formato Ficha técnica de equipos, ME/HTHP/16-01-C.
- Formato Historial de operación de equipos, ME/HTHP/16-03-A.

LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE EQUIPOS			
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO ELECTROQUIMICA ZAHNERIM6			
ME/HPHT/02	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


ANEXO 15. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES			
MM/ HTHP /17-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 6

REVISIÓN N°	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V Fecha: 29/07/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 31/07/09	Nombre: Daniel Martínez Fecha: 04/08/09

REVISIÓN N°	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0		

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN N°	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE MANTENIMIENTO			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES			
MM/ HTHP /17-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 6

1. OBJETIVO

Establecer la metodología y lineamientos generales para el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, a fin de reducir eventuales fallas y averías.

2. ALCANCE

El procedimiento rige a partir de su fecha de publicación.

Aplica para el mantenimiento preventivo de equipos durante las actividades de mantenimiento preventivo planificadas para los equipos bajo responsabilidad del Laboratorio de Electroquímica.

3. PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Responsable de garantizar la implementación, actualización y seguimiento del presente documento.	Coordinador de Calidad
Responsable del mantenimiento de los equipos del Laboratorio de Electroquímica.	Coordinador Técnico

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Calidad, MC.
- Manual de Mantenimiento y Calibración, MMC.
- Listado Maestro de Documentos, MP/HTHP/12-01-C.

5. INSTRUCTIVOS

- No aplica.

6. ANEXOS

- No aplica.


7. CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS, MP/HPHT/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

Los equipos de medición y soporte necesarios para la realización de las actividades de mantenimiento, dependerán de las condiciones particulares del equipo. Estos equipos deben ser los adecuados para las operaciones y a su vez deben encontrarse en óptimas condiciones.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE MANTENIMIENTO			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES			
MM/ HTHP /17-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 6

8.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Los materiales y herramientas necesarias para la realización de las actividades de mantenimiento, dependerán de las condiciones particulares del equipo. Estos elementos deben ser los adecuados para las operaciones y a su vez deben encontrarse en óptimas condiciones.


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/HTHP/16-03", sin embargo, estas dependerán del tipo mantenimiento que se realice al equipo. Este procedimiento se encuentra en el Laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura en la carpeta rotulada con el nombre de "MANUAL DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA", y ubicado en la red, en la dirección CORROSIÓN/UENS\LABHTHP/PROCEDIMIENTOS/.

A continuación se presentan algunas recomendaciones de seguridad para tener en cuenta en la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Precauciones Generales

- La operación del equipo es de uso exclusivo del personal autorizado. No se deben realizar procedimientos y/o tareas para los que no está entrenado o autorizado.
- Garantizar el orden y el aseo en las zonas de trabajo, de tal manera que no se ubiquen elementos innecesarios y / o peligrosos que puedan ocasionar accidentes.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas u otros elementos que entorpezcan la correcta circulación.
- Utilizar los elementos de protección personal apropiados para el tipo de actividades que se vayan a realizar. El personal debe tener como mínimo las siguientes prendas de protección: bata para laboratorio abotonada, pantalón largo, zapatos cerrados.
- Identificar las rutas de evacuación y salidas de emergencia del área, así como los extintores más cercanos.
- No consumir alimentos y/o bebidas en el lugar de ejecución de las actividades.
- Operar el equipo en lugares apropiados, con buena iluminación y con los accesorios de seguridad correspondientes. No mover el equipo cuando se encuentre encendido y en operación.
- Identificar todas las condiciones peligrosas de las actividades a realizar: utilización y/o producción de gases, manejo de productos químicos, manejo de equipos eléctricos y mecánicos, entre otros, con el fin de prevenirlas y/o mitigarlas.
- Identificar todas las condiciones peligrosas del área de trabajo tales como: cables con aislamientos dañados, conexiones sin polo a tierra, elementos estáticamente cargados, fusibles con puentes, y todos aquellos elementos que generen el riesgo potencial de transportar electricidad y descargarla en seres humanos o materiales con los que puedan hacer contacto.
- Conocer las instrucciones de operación por parte del fabricante, antes de utilizar cualquier equipo o instrumento de laboratorio. No se debe exceder los límites técnicos de operación del equipo.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE MANTENIMIENTO			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES			
MM/ HTHP /17-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 6

- No golpee su equipo. Los equipos electrónicos de hoy en día son delicados, debido a que muchos de ellos incorporan circuitos de microelectrónica y/o partes mecánicas muy delicadas y de gran precisión.
- Si usted no tiene el entrenamiento y conocimientos necesarios, no destape ni intente ningún tipo de reparación. Lleve el equipo a un técnico calificado.

Precauciones de Medio Ambiente

- Depositar los residuos de las actividades en los lugares dispuestos para ello, teniendo en cuenta el tipo de residuo y su peligrosidad.
- Marcar adecuadamente los recipientes de almacenamiento de residuos con el tipo de sustancia y su nivel de peligrosidad.
- Mantener los recipientes de almacenamiento de residuos en buenas condiciones, manejarlos con cuidado y reemplazar los que presentan filtraciones o escapes.
- No almacenar basura residuos peligrosos en recipientes en que exista riesgo de ruptura, escape, corrosión u otra falla.
- No almacenar en el mismo recipiente residuos que son incompatibles, esto es, que puedan generar incendios o reacción química incontrolable, o que produzcan descargas nocivas al medio ambiente.

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/HTHP/16-01-C" del equipo, para determinar las condiciones de operación, almacenamiento, condiciones ambientales, precauciones de seguridad, frecuencias de mantenimiento, calibración y verificación, así como otros datos particulares del equipo.
- Revisar los registros del equipo, correspondientes al formato "HISTORIAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS Y PATRONES DE REFERENCIA, MEER/HTHP/16-03-A", para conocer las últimas actividades realizadas por equipo y las observaciones realizadas por el personal a cargo.
- Después de utilizar los equipos del Laboratorio, se deben dejar protegidos y ubicados en el lugar de almacenamiento asignado.

9.2 ACTIVIDADES

9.2.1 AUTOCLAVE

El autoclave es un equipo que demanda su previsión y mantenimiento preventivo permanente, debido a la gran cantidad de componentes y tecnologías que lo integra. Se enfoca en el mantenimiento hacia aquellas rutinas básicas que pueden realizar los operadores del equipo. Para realizar el mantenimiento detallado, deberán seguirse las instrucciones definidas en los manuales de servicio de los fabricantes.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MANUAL DE MANTENIMIENTO			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES			
MM/ HTHP /17-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 6


ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Mantenimiento semanal</i>	1.1	Limpiar y retirar cualquier residuo contenido en el autoclave y accesorios..
		1.2	Limpiar internamente la cámara del autoclave, utilizando productos de limpieza que no contengan cloro, incluir en la limpieza los portacupones, tapa y cabezal del autoclave.
		1.3	Limpiar con una solución acetificada, si se utilizan soluciones con cloro para el ensayo. El cloro causa corrosión incluso en implementos de acero inoxidable. Lavar a continuación con agua abundante.
		1.4	Limpiar las superficies inoxidables externas con un detergente suave. Eventualmente podría utilizarse un solvente como el cloro etileno, procurando que este no entre en contacto con superficies que tengan recubrimientos con pintura, señalizaciones o cubiertas plásticas.
		1.5	Verificar que los mecanismos de sello ajusten bien y que su operación es suave. (tornillos, sellos)
		1.6	No utilizar lana de acero para limpiar internamente la cámara de esterilización.
2	<i>Mantenimiento semestral</i>	2.1	Accionar manualmente las válvulas de seguridad para verificar que se encuentren operando bien. Utilizar un destornillador largo para mover la palanca de accionamiento, ubicada normalmente en la parte superior de la válvula. Advertencia: Si se permite que en la válvula de seguridad queden escapes de gas, estos deterioran rápidamente el sello y se tendrá que sustituir toda la válvula.
		2.2	Realizar pruebas hidrostáticas para verificar la hermeticidad del autoclave.
3	<i>Mantenimiento Anual</i>	3.1	Realizar calibración de manómetros.
		3.2	Realizar pruebas de disparo de válvulas de seguridad.

9.2.2 ELEVADOR DE PRESION (BOOSTER)

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Antes y Después de cada uso.</i>	1.1	Realice una inspección visual general del sistema.
		1.2	Drene y limpie el vaso del filtro de aire.
2	<i>Mantenimiento Cada 3-6 meses.</i>	2.1	Inspeccione y engrase las juntas de la válvula de corredera
		2.2	Compruebe si existen fugas de gas en los puertos de venteo, fugas externas, y rendimiento general del Booster.
		2.3	Compruebe el ajuste de los vástagos roscados de unión de las tapas de las secciones neumática y de gas, reajuste si es necesario.
3	<i>Mantenimiento Cada 6 meses.</i>	3.1	Compruebe todos los manómetros
		3.2	Revise, limpie o cambie los filtros de gas y de aire.
4	<i>Mantenimiento Cada 12 meses.</i>	4.1	Revise los tubos a la máxima presión del sistema.
5	<i>Mantenimiento De 12 a 18 meses.</i>	5.1	Cambie las juntas y/o sellos al Booster, y a todos los componentes del sistema.

9.2.3 SISTEMA DE CALENTAMIENTO

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Mantenimiento semanal</i>	1.1	Revisión de conexiones eléctricas.
		1.2	Verificación de termocuplas.
		1.3	Cambio de relees.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE MANTENIMIENTO			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AUTOCLAVES			
MM/ HTHP /17-01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 6

9.2.4 ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE GASES

ITEM	ACTIVIDAD	No.	ACCIÓN
1	<i>Mantenimiento Semestral</i>	1.1	Realizar calibración de manómetros.
		1.2	Realizar prueba neumática para verificar la existencia de fugas en la línea de gases.


10. CALCULOS

- No aplica.

11. FORMATOS

- Programa de mantenimiento, MMC/HTHP/17-01-A.
- Plan de mantenimiento, MMC/EQ/17-01-B.
- Reporte de mantenimiento, MMC/HTHP/17-01-C.
- Ficha técnica de equipos, MEER/HTHP/16-01-C.
- Historial de operación de equipos y patrones de referencia, MEER/HTHP/16-03-A.


**ANEXO 16. GUÍA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO
ESPECIALIZADO EN ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA.**

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 1 de 34

REVISIÓN N°	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	Nombre: Rafael E Fragozo V	Nombre: Daniel Martínez	Nombre: Daniel Martínez
	Fecha: 20/08/09	Fecha: 23/08/09	Fecha: 28/08/09

REVISIÓN N°	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

PUBLICACIÓN		
REVISIÓN N°	FECHA DE PUBLICACIÓN	RESPONSABLE
0		

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 Corporación para la Investigación de la Corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 2 de 34

1 OBJETIVO

Establecer los requerimientos obligatorios para el trabajo del personal, dar a conocer la planta física del laboratorio, equipos y sistemas de seguridad que estos poseen para su autoprotección y la protección del personal con el fin de mitigar riesgos de accidentes en el laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura.

2 ALCANCE

Estas normas rigen a partir de su fecha de publicación.

Aplica para la instalación de equipos y actividades a desarrollar en el laboratorio de alta presión y alta temperatura por parte de los funcionarios y estudiantes residentes.

3 PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

El responsable de hacer cumplir la presente norma es el funcionario que tiene a su cargo la dirección del Laboratorio de alta presión y alta temperatura.

4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Programas (C.I.C)

- Programa de Salud Ocupacional y Gestión Ambiental de la Corporación para la Investigación de la Corrosión, *MSSOMA HSE Pg 0201*.
- Subprograma de Seguridad Industrial C.I.C. (Remitirse al Programa de Salud Ocupacional y Gestión Ambiental de la Corporación para la Investigación de la Corrosión *MSSOMA HSE Pg 0201*).

4.2 Normas

4.2.1 ASME

- ASME Sección VIII División 1.

4.2.2 ICONTEC

- NTC 4140 *Accesibilidad de las Personas al Medio Físico, Edificios. Pasillos y Corredores.*
- NTC 2050 *Código Eléctrico Colombiano.*
- NTC 4595 *Ingeniería Civil y Arquitectura Planeación y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares.*
- NTC 1700 *Higiene y Seguridad. Medidas de Seguridad en Edificaciones. Medios de Evacuación.*
- NTC 1461 *Colores y Señales de Seguridad.*

5 INSTRUCTIVOS


- No aplica.

6 ANEXOS

- No aplica.

7 CONTROL DE DOCUMENTOS

El control de documentos se realiza de acuerdo con el Procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS,

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 3 de 34

MP/HPHT/12-01". Las modificaciones a este documento se deben realizar de acuerdo con el "INSTRUCTIVO PARA ELABORAR DOCUMENTOS, MP/HPHT/I01/12".

8 NORMATIVIDAD

Dado que el laboratorio de alta presión y alta temperatura debe ser un sitio seguro para laborar, es necesario considerar los posibles factores de riesgos que pueden generarse por las actividades que se realizan en el laboratorio, asociados a la manipulación de equipos y materiales peligrosos. Estos factores de riesgo pueden ser prevenidos y controlados si se dispone de los elementos de protección personal adecuados, así como de los dispositivos de seguridad requeridos en los equipos y de la aplicación correcta de las medidas de acción ante una situación específica.

En el presente documento se dan a conocer una serie de normas de seguridad y recomendaciones que deben seguirse para el uso de las instalaciones, equipos y sustancias en el Laboratorio de Alta presión y Alta Temperatura. Por tal motivo, se debe transmitir de forma efectiva a cada uno de los funcionarios responsables del laboratorio, estudiantes en práctica y/o visitantes, la importancia de la toma de conciencia, compromiso y convicción respecto de las normas del presente documento.

8.1 Requerimientos del laboratorio de alta presión y alta temperatura

8.1.1 PLANTA FISICA

La infraestructura del Laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura cuenta con tres secciones. La primera sección es el *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura*, la segunda sección es la de *Instalaciones Generales* y la tercera sección es el *Cuarto o caseta de Cilindros* las cuales se encuentra dotadas con: instalaciones eléctricas, iluminación natural y artificial, ventilación, corredores, área de mesones y lavado, de igual manera cuenta con señalización de cada área y equipo, una ruta de evacuación y alertas luminosas y sonoras.

A continuación se describe en detalle las especificaciones y características de cada una de las partes que conforman las secciones de la infraestructura del Laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura.

8.1.1.1 Aula de Equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura


a) Techo

El objetivo principal del aula de equipos y aparatos sometidos a alta presión y alta temperatura es brindar seguridad a los funcionarios residentes en el laboratorio, personal, oficinas e instalaciones que se encuentran en los alrededores del mismo, en caso de explosión, fugas en equipos sometidos a presión, escape de gases o vapores producidos por los fluidos en evaluación.

Por esta razón el techo del aula de equipos y aparatos sometidos a alta presión y alta temperatura se construyó en hormigón armado diseñado para soportar impactos superiores a 5000 psi (350 Kg/cm²) pues se utilizó como material para su construcción concreto reforzado de alta resistencia. El techo se construyó teniendo en cuenta que este no tuviera apoyo con paredes o techos de otros laboratorios u oficinas vecinas, para no ocasionar derrumbes o debilitamiento en las estructuras por motivo de explosión o fugas de los equipos sometidos a altas presiones y altas temperaturas.

b) Muro de Contención

Acorde con el objetivo descrito en el ítem anterior, los muros del aula de equipos y aparatos sometidos a alta presión y alta temperatura se construyó en hormigón armado con la solidez y la resistencia apropiada para

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 4 de 34

soportar impactos superiores a 5000 psi (350 Kg/cm²) ya que también se utilizó como material para su construcción concreto reforzado de alta resistencia.

c) Puertas

La puerta que posee el *Aula de Equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* tiene las siguientes características: Perfilaría de 2 mm de espesor y plancha de Acero de 2 mm de espesor en toda su superficie, bisagras que permiten el movimiento de la puerta para abrirla o cerrarla y cerradura para bloquear la puerta cuando se encuentre una prueba en marcha.

Por seguridad se recomienda mantener la puerta del *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* cerrada. Además en todo tiempo se debe mantener libre de obstáculos que puedan impedir el paso por ella.

d) Mesón

El *Aula de Equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* cuenta con un mesón sobre el cual está la batería de autoclaves. Se encuentra ubicado en el centro del aula y tiene dimensiones de 5,4 m de largo, 1,4 m de ancho y 0,88 m de alto. Adicional cuenta con un segundo mesón ubicado en la parte lateral izquierda del laboratorio con dimensiones 6,8 m de largo, 0,78 m de ancho y 0,88 m de alto, en el cual se encuentran los equipos y elementos utilizados para llevar a cabo los respectivos montajes realizados en el laboratorio. La parte inferior de los mesones fue adecuada con gabinetes y gavetas para el almacenamiento de productos y sustancias químicas.

e) Corredores


Los corredores del laboratorio de alta presión y alta temperatura cumplen con las especificaciones contenidas en la Norma Técnica "NTC 4140 *Accesibilidad de las Personas al Medio Físico, Edificios. Pasillos y Corredores.*"

Debido a que el *Aula de Equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* no es un lugar donde transitan personas periódicamente los corredores pueden tener anchos mayores a 1,20 m, y menores a 1,80 m, por tal razón los corredores tienen 1,20 m de ancho. El piso de los corredores del *Aula de Equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* es fijo, está construido con material antideslizante, no presenta irregularidades, ni pendientes peligrosas que causen algún incidente al momento de manipular los Equipos y aparatos que se encuentran en el aula.

f) Instalaciones Eléctricas

El cálculo, el diseño, y la construcción de las instalaciones eléctricas para las instalaciones del Laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura se rigen por lo dispuesto en la norma "NTC 2050 *Código Eléctrico Colombiano.*"

Las instalaciones eléctricas en el interior del *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* se encuentran alejadas de las líneas de gases de alta presión, fueron instaladas teniendo en cuenta las propiedades de los gases (N₂, CO₂, H₂S) que se utilizan en los ensayos que se realizan en el laboratorio de alta presión y alta temperatura, ya que el nitrógeno (N₂) y el dióxido de carbono (CO₂) son gases no inflamables se tomó como referencia el ácido sulfhídrico (H₂S) debido a que si lo es y por poseer una densidad mayor que la del aire; por tal razón se tomó la decisión de llevar las instalaciones eléctricas por la parte alta de la sala y por encima de la ventilación inferior.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 5 de 34

g) Iluminación Natural y Artificial

Para atender los requerimientos de iluminación para comodidad visual durante el día o en jornadas nocturnas debido a la prolongación de los ensayos, el laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura cuenta con iluminación natural y artificial.


El *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* posee un ventanal la cual se encuentran ubicada en la parte posterior con dimensiones de 1.37 m de alto y 1.96 m de ancho; la cual proporciona un área efectiva total del área del piso servido superando el requerimiento 7.2.2 de comodidad de luz de la norma "NTC 4595 *Ingeniería Civil y Arquitectura Planeación y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares*" que menciona que las ventanas de acceso de luz para clima cálido húmedo (el cual se presenta en Piedecuesta) deben totalizar una área efectiva equivalente a 1/5 del área del piso del espacio servido como mínimo para garantizar una buena comodidad visual en la realización de las actividades que requieren los ensayos. De igual manera posee luminarias (Lámparas) de tubos fluorescentes las cuales producen una iluminancia de 300 Luxes. El interruptor se encuentra ubicado en las cercanías de la puerta del laboratorio.

h) Ventilación

La ventilación en el *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* proporciona la renovación del aire eliminando vapores producidos por los fluidos manipulados en los ensayos o la presencia de gases (N₂, CO₂ y H₂S) producto de fugas, que pudieran comprometer la salud de las personas. Además se busca mantener en el laboratorio una temperatura aceptable.

La ventilación en el *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* es de manera forzada, mediante ventiladores que impulsan el aire al interior y al exterior de esta y se encuentran situados en paredes opuestas. El aire del Laboratorio no se transmitirá a otras oficinas o laboratorios, ya que el aire se tomara de la sección general del laboratorio y se expulsara a la zona verde continua al laboratorio. De esta manera se aislaran las oficinas que se encuentran alrededor del laboratorio de vapores producto de los fluidos manipulados y de los gases producto de fugas.

Se utilizarán orificios superiores e inferiores debido a que el N₂ es más ligeros que el aire y el H₂S junto con el CO₂ son más denso que el aire, de esta manera se podrá eliminar de forma segura estos gases en caso de posibles fugas. La parte inferior de los orificios superiores para la entrada y la salida de aire están situados a 30 cm del techo y la parte superior de los orificios inferiores para la entrada y la salida de aire están situados a 50 cm del piso. En la Figura 1, se ilustra el circuito típico del sistema de ventilación recomendado para el *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura*.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 6 de 34

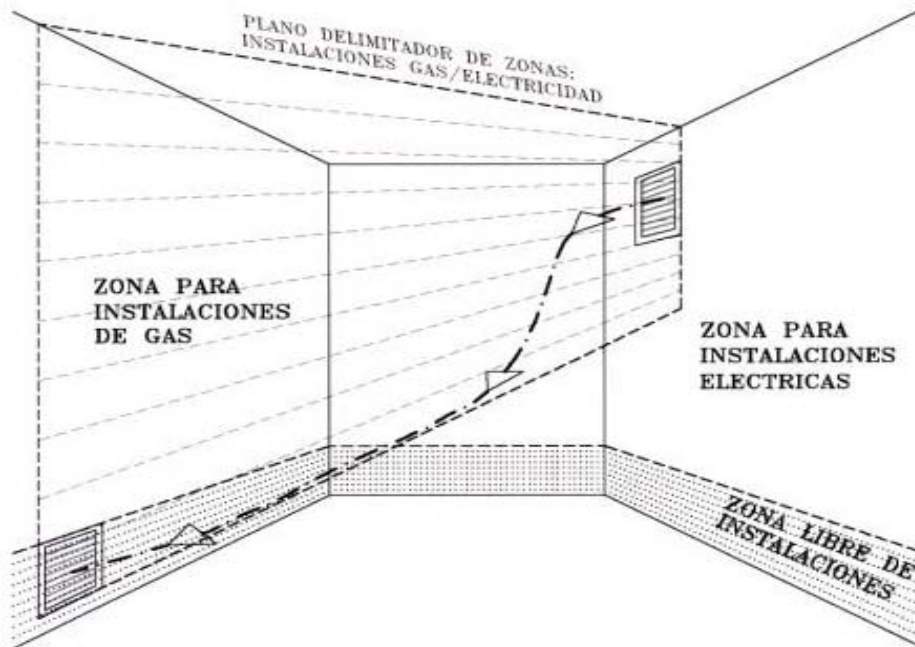


Figura 1. Circuito típico del sistema de ventilación recomendado.

8.1.1.2 Instalaciones Generales

a) Techo

El techo de la sección de *Instalaciones Generales* es de teja tipo canaleta 90 fabricada en fibrocemento el cual es un material liviano y no necesita de apoyos intermedios para su instalación.

b) Puertas


La puerta que posee la sección de *Instalaciones Generales* son de Batiente, las hojas tienen de ancho de 0,72 m y de alto 2,12 m. Para su uso adecuado tienen un espacio libre a ambos lados de las puertas equivalente al ancho de las hojas, no abren hacia zonas donde circulan personas, se encuentran a 13 metros del lugar más apartado del laboratorio y comunica directamente con la ruta principal de evacuación de la corporación.

Por seguridad se recomienda mantener la puerta del laboratorio cerrada y la puerta que se encuentra continua a esta debe permanecer abierta mientras se encuentren operando los autoclaves. Además en todo tiempo se deben mantener libres de obstáculos que puedan impedir el paso por ellas.

c) Corredores

Los corredores de la sección de *Instalaciones Generales* de alta presión y alta temperatura cumplen con las especificaciones contenidas en la Norma Técnica "NTC 4140 *Accesibilidad de las Personas al Medio Físico, Edificios. Pasillos y Corredores.*"

Debido a que la sección de *Instalaciones Generales* no es un lugar donde transitan personas periódicamente los corredores pueden tener anchos mayores a 1,20 m, y menores a 1,80 m, por tal razón los corredores tienen 1,20 m, y 1,50 m de ancho. El piso de los corredores del laboratorio de alta presión y alta temperatura es fijo,

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 7 de 34

está construido con material antideslizante, no presenta irregularidades, ni pendientes peligrosas que causen algún incidente al momento de manipular los autoclaves o implementos del laboratorio.

d) Instalaciones Eléctricas

El cálculo, el diseño, y la construcción de las instalaciones eléctricas para las instalaciones de la sección de *Instalaciones Generales* se rigen por lo dispuesto en la norma “NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano.”

Se instalaron toma corrientes dobles de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared esté a más de 1,80 m de un toma corriente en ese espacio, medidos horizontalmente.

El interruptor general del laboratorio, el interruptor del sistema de control de los autoclaves y el interruptor del sistema de ventilación se encuentran en el tablero de interruptores situado a un costado de la puerta de acceso al laboratorio. Por motivo de seguridad el interruptor general del laboratorio no corta la alimentación al sistema de ventilación del *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura*.

e) Iluminación Natural y Artificial

Para atender los requerimientos de iluminación para comodidad visual durante el día o en jornadas nocturnas debido a la prolongación de los ensayos, la sección de *Instalaciones Generales* cuenta con iluminación natural y artificial.

La sección de *Instalaciones Generales* posee tres ventanales las cuales se encuentran ubicadas dos en la parte frontal con dimensiones de 1.20 m de alto y 1.14 m de ancho y una en la parte lateral derecha con dimensiones de 1 m de alto y 4 m de ancho; las cuales proporcionan un área efectiva de 1/3 del área del piso servido superando el requerimiento 7.2.2 de comodidad de luz de la norma “NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeación y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares” que menciona que las ventanas de acceso de luz para clima cálido húmedo (el cual se presenta en Piedecuesta) deben totalizar una área efectiva equivalente a 1/5 del área del piso del espacio servido como mínimo para garantizar una buena comodidad visual en la realización de las actividades que requieren los ensayos.


La sección de *Instalaciones Generales* posee luminarias (Lámparas) de tubos fluorescentes las cuales producen una iluminancia de 300 Luxes. Los interruptores se encuentran ubicados en las cercanías de la puerta del laboratorio y controlan en forma sectorizada el funcionamiento de las lámparas, de tal forma que se pueden activar de manera independiente las zonas más alejadas de las ventanas para la iluminación natural.

f) Área de Mesones y Lavado

La sección de *Instalaciones Generales* cuenta con dos mesones. Uno se encuentra ubicado en el centro del laboratorio con dimensiones de 5,4 m de largo, 1,4 m de ancho y 0.88 m de alto, con secciones de lavado para herramientas y materiales del laboratorio y es utilizado para realizar los montajes de los ensayos. El segundo se encuentra ubicado en la parte lateral izquierda del laboratorio con dimensiones 6,8 m de largo, 0,78 m de ancho y 0,88 m de alto, en el cual se encuentran los equipos y elementos utilizados para llevar a cabo los respectivos análisis de los ensayos realizados en el laboratorio. La parte inferior de los mesones fue adecuada con gabinetes y gavetas para el almacenamiento de productos y sustancias químicas.

g) Ventilación

La ventilación en la sección de *Instalaciones Generales* del laboratorio es natural.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 8 de 34

h) Ruta de Evacuación

La ruta de evacuación de la sección de *Instalaciones Generales* establecida según las disposiciones contenidas en las norma NTC 1700 *Higiene y Seguridad. Medidas de Seguridad en Edificaciones. Medios de Evacuación* y “NTC 1461 *Colores y Señales de Seguridad.*”

Las señales de evacuación fueron ubicadas alrededor de las paredes la sección de *Instalaciones Generales* y en la parte superior de la salida de emergencia de tal manera que fueran visibles a las personas residentes. Las señales ubicadas en las paredes del laboratorio indican hacia la salida de emergencia de este. Además dentro del laboratorio se encuentran diagrama del laboratorio donde se da a conocer la ruta de evacuación.

i) Señalización

La señalización del laboratorio fue establecida según las condiciones contenidas en la norma “NTC 1461 *Colores y Señales de Seguridad.*”

Las señales se instalaron a una altura y en una posición apropiada en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que debe señalizarse. Los lugares donde se ubicaron las señales se encuentran bien iluminados, son accesibles y fácilmente visibles. No se utilizaron señales muy cercanas entre sí con el fin de no disminuir la eficiencia de cada una de ellas.


De acuerdo a lo descrito anteriormente las aéreas que hacen parte del *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* fueron evaluadas y se asignaron las siguientes señales:

Señales de Obligación

				
Protección Ocular	Calzado	Guantes	Mandil	Mascara Antigases

Señales de Advertencia

						
Superficie Caliente	Peligro de Explosión	Riesgos Inflamables	Alta Tensión Eléctrica	Alta Temperatura	Riesgo de corrosión	Línea de Alta Presión

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 9 de 34

Señales de Prohibición

			
Prohibido Encender Fuego	Alto Accesible Sólo a Personal Autorizado	Prohibido Retirar Protecciones	Prohibido Comer y Beber

De acuerdo a lo descrito anteriormente las aéreas que hacen parte de la sección de *Instalaciones Generales* fueron evaluadas y se asignaron las siguientes señales:

Señales de Extinción o de Equipos Contra Incendios




Señales de Evacuación o de Salvamento

		
Flecha Derecha o Izquierda	Salida	Botiquín

j) Alertas Luminosas y Sonoras

La sección de *Instalaciones Generales* posee una señal luminosa ubicada al ingreso de esta, visible a cualquier persona que desee ingresar al laboratorio; este dispositivo emite una señal continua indicando al personal: "Prueba en Proceso No Ingresar". La luz emitida por la señal lumínica provoca un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas, su intensidad asegura su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos y la superficie luminosa que emite la señal es de color rojo uniforme.

La sección de *Instalaciones Generales* además posee una sirena luminosa ubicada también al ingreso de este, visible a cualquier persona que desee ingresar al laboratorio, este dispositivo está conectado a un detector de gases que se encuentra en el *Aula de equipos y Aparatos Sometidos a Alta Presión y Alta Temperatura* el cual lo acciona indicando al personal: "Atmosfera Peligrosa Evacuar". La luz emitida por la sirena cumple con los requisitos expuestos en el párrafo anterior. El sonido emitido por la sirena tiene un nivel sonoro superior al nivel

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 10 de 34

de ruido del lugar donde se encuentra, de forma que es claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. El tono de la señal acústica es continuo debido a que se trata de una acción de evacuación.

8.1.1.3 Cuarto de Cilindros

La caseta de cilindros está provista de un techo para proteger los cilindros de los rayos del sol, sus paredes son resistentes al fuego, soportan impactos superiores a 2000 psi (140 Kg/cm²) ya que se utilizó como material para su construcción concreto reforzado de alta resistencia y se encuentran impermeabilizadas para proteger los cilindros de humedad intensa y continua. La caseta de gases tiene la ventilación suficiente para evitar concentración de gases que puedan originar explosión, asfixia o envenenamiento. Además esta dividida en tres cubículos, dos para gases de servicios para los ensayos del laboratorio y uno para el almacenamiento de cilindros vacíos, los cuales tienen las siguientes dimensiones Alto: 1.9 m, Ancho: 0.71 m y Profundidad: 0.72 m.

Los cubículos para los gases de servicio para los ensayos del laboratorio individualmente poseen abrazaderas para asegurar los cilindros, reguladores de gas compatibles con el tipo de gas, identificación con el nombre del cilindro de gas que contienen y rejillas para evitar el acceso de personas ajenas al Laboratorio

La caseta de cilindros posee la señalización “Peligro De Explosión” claramente visible la cual cumple con los requisitos establecidos por la norma NTC 1461 *Colores y Señales de Seguridad*.

De acuerdo a lo descrito anteriormente se asignó la siguiente señal:



8.1.2 REQUERIMIENTOS PARA LA UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS

8.1.2.1 AUTOCLAVE

Es un equipo que se emplea para efectuar ensayos a condiciones de presión superiores a la atmosférica, y de temperatura mayor a la ambiente. Opera en conjunto con una serie de equipos para aumento y control de temperatura, al igual que un sistema de elevación de presión (Booster) que garantice las condiciones de operación requerida. Del mismo modo posee los mecanismos y accesorios de seguridad necesarios para efectuar una operación confiable.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: Acero inoxidable 316 Ti. ▪ Presión de operación: 5000 psi. ▪ Temperatura de operación: 150 °C. 	
---	---

Se debe disponer de una superficie nivelada para la ubicación de los autoclaves y de la estructura de soporte de los mismos, adicional el material de construcción debe estar en capacidad de resistir el calor generado por los autoclaves.

La estructura para soporte de los autoclaves debe disponer de buena ventilación, para remover el calor que generan los equipos mientras se encuentran en operación. Asimismo debe tener facilidades para asegurar los autoclaves y accesorios de estos con el objeto de evitar que se deslicen durante la operación. Además requiere de espacios libres en la parte posterior y lateral, para que se puedan prestar los servicios técnicos que requieran a lo largo de su vida útil. En la Figura 2, se ilustra el requerimiento de espacio alrededor de los autoclaves.

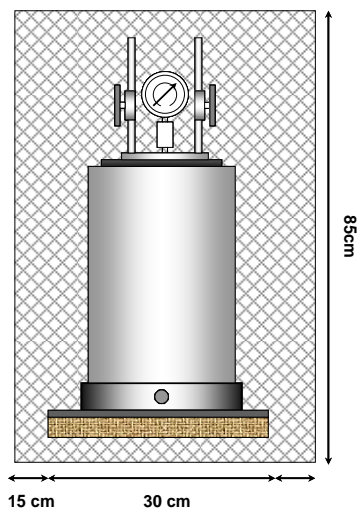


Figura 2. Esquema de ubicación del autoclave recomendado.

En la Figura 3, se observa el esquema de instalación requerido por el autoclave, junto con los accesorios necesarios para su operación.

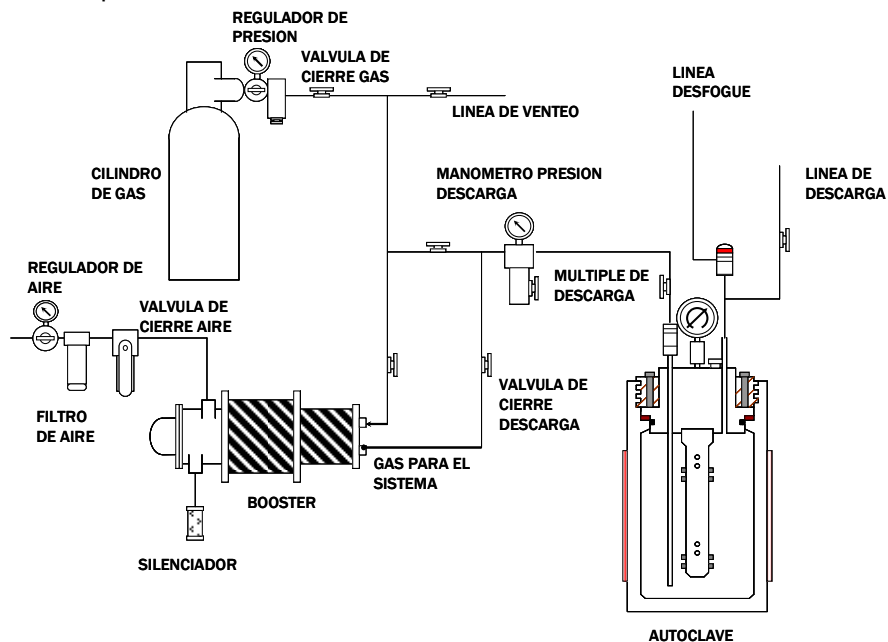




Figura 3. Circuito típico de instalación del Autoclave con los accesorios recomendados.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 12 de 34


- **Accesorios**

Los Autoclaves cuentan con los siguientes accesorios:


- a) **Manómetro:** Dispositivo mecánico que indica cual es la presión del sistema en la cámara de la autoclave. El *manómetro* debe cumplir las siguientes características y requerimientos:

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: Acero inoxidable. ▪ Temperatura Máxima de operación : 150 °C ▪ Presión Máxima: Debe ser el doble de la presión del ensayo (10000 psi). ▪ Escala de Presión: En kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) o pulgadas cuadradas (psi) y debe ser visible. ▪ Calibración: Debe ser calibrado para seis puntos y a la presión máxima de operación. ▪ Lugar de Instalación: En el cabezal del Autoclave 	
--	---


- b) **Válvulas:** Dispositivo mecánico que controlan el paso de gas en el autoclave. Las *válvulas* deben cumplir las siguientes características:

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipo: Aguja ▪ Material: Acero inoxidable 316. ▪ Temperatura Máxima de operación: 37 °C (100 °F). ▪ Presión Máxima operación: 7500 psi. ▪ Instalación: En las líneas de carga y descarga de gas del Autoclave. 	
--	---

- c) **Unión Te:** Es una pieza metálica con tres terminaciones que sirve para unir la cámara del Autoclave con la válvula de seguridad y la Válvula de Regulación de la línea de descarga de gas. La *Unión Te* deben cumplir las siguientes características:


<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: Acero inoxidable 316. ▪ Temperatura Máxima de operación: 37 °C (100 °F). ▪ Presión Máxima operación: 7500 psi. ▪ Instalación: En la línea descarga de gas del Autoclave. 	
---	---

- **Elementos de Seguridad**


LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 13 de 34

Los Autoclaves cuentan con los siguientes elementos de seguridad:

- a) **Válvula de seguridad:** Dispositivo que impide que la presión de la autoclave aumente por encima de determinado valor de operación. La *Válvula de Seguridad* debe cumplir las siguientes características y requisitos:

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: Acero inoxidable 316. ▪ Temperatura Máxima Operación: 25 °C. ▪ Presión Máxima de Descarga: 7500 psi. ▪ Calibración: Debe estar calibrada a la presión del ensayo. ▪ Instalación: En el Cabezal del Autoclave. 	
--	---

- b) **Checker:** Dispositivo que permite que el gas a alta presión que ingresa el autoclave, no retorne nuevamente por la línea de alimentación. El Checker deben cumplir las siguientes características:

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: Acero inoxidable 316. ▪ Temperatura Máxima Operación: -23 °C a 37 °C. ▪ Presión Máxima: 6000 psi. ▪ Instalación: En la línea de carga de gas del Autoclave. 	
--	---

8.1.2.2 Elevador De Presión (BOOSTER)

El *elevador de Presión (Booster)* es un intercambio, de acción simple tipo pistón diseñado para operar con aire. Utiliza una acción de operación mecánica, junto con cierres de acción por presión y válvula de selección de aire para completar un ciclo de elevación de presión. Emplea el principio de pistón de área diferencial. Un pistón de impulsión de área grande es desplazado por la presión del aire de baja (o de servicio), impulsando un pistón de compresión de área menor, el cual eleva la presión de un pequeño volumen de gas de precarga o suministro.

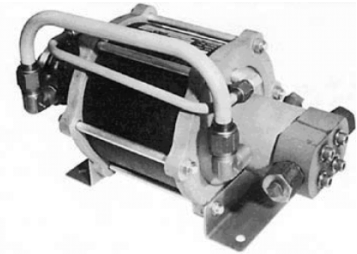
El *Elevador de Presión (Booster)* requiere de los siguientes accesorios para su instalación:

Característica Técnica

- **Presión aire de suministro:** 25 -100 PSI.
- **Presión gas de precarga:** 500 -1000 PSI.
- **Presión de salida:** 2500 -10300 PSI.

Accesorios:

- Válvula de cierre de aire.
- Regulador de presión de aire.
- Filtro de aire.
- Manómetro.
- Válvula de cierre de la descarga.



El esquema adjunto (Figura 4) muestra la instalación del *Elevador de Presión* con sus accesorios.

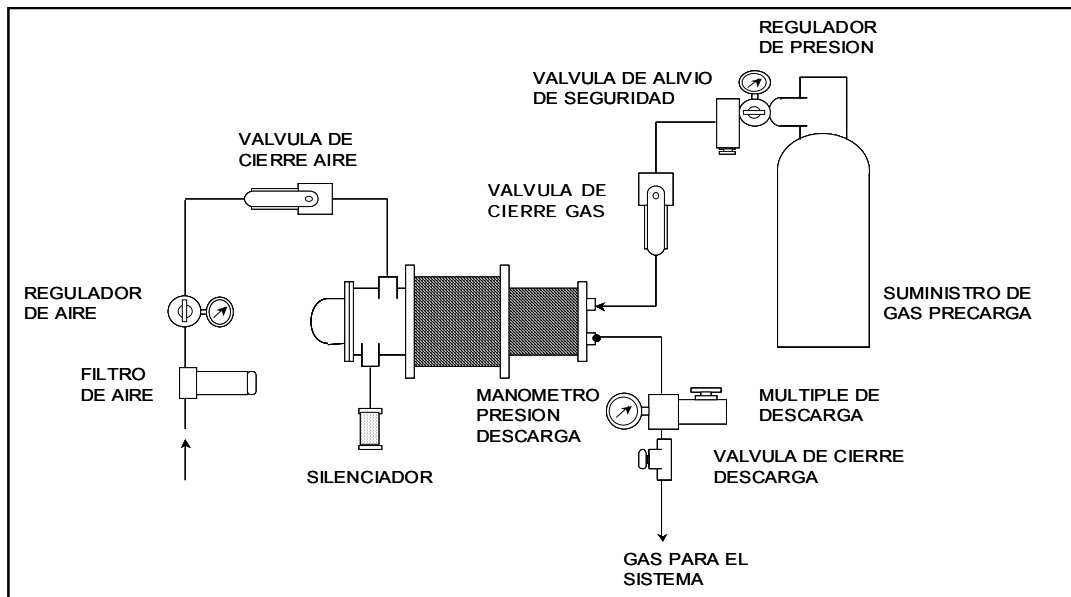



Figura 4. Circuito típico de instalación del elevador de presión con los accesorios recomendados.

El elevador de presión (BOOSTER) se encuentra instalado con tornillos de ½ pulgada sobre una base de apoyo la cual se encuentra sujeta a la pared asignada para las instalaciones de la línea de gases de alta presión, al igual sus accesorios se encuentran sujetos a esta.

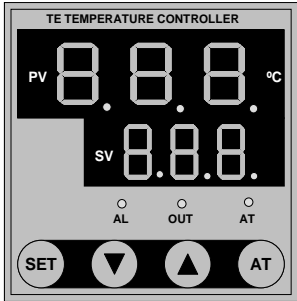
8.1.2.3 Controlador De Temperatura

Un controlador de temperatura es, básicamente, un medidor al que se le agrega la posibilidad de fijar un "set" (temperatura deseada) y un circuito que compara la diferencia entre la temperatura real y la deseada, actuando en consecuencia para habilitar o no la calefacción o refrigeración que llevará la temperatura hasta niveles iguales al deseado de tal forma que, al hacerse cero la diferencia entre ambas temperaturas, la calefacción o refrigeración cese.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 Corporación para la Investigación de la Corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 15 de 34

Para su instalación el *Controlador de Temperatura* requiere de una acometida eléctrica con voltaje típico de 120 V, 60 Hz, además debe contar con las seguridades y protecciones requeridas.

El controlador de temperatura se encuentra empotrado a la pared asignada para las instalaciones eléctricas. A continuación se muestra un esquema del controlador de temperatura.

<p>Característica Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de Salida: Relay. • Potencia: 85-260V AC/DC, 50-60HZ, consumo <5VA. • Exactitud: ±0.5%F.S. <p>Accesorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termocupla • Relés • Banda de Calentamiento 	
---	---

Termocupla



Banda de Calentamiento



8.1.2.4 Línea De Gases De Alta Presión


Conjunto de tuberías y accesorios que conducen el gas a alta presión hacia el autoclave.


La *Línea De Gases De Alta Presión* esta conformada por los siguientes accesorios:

- a) **Válvulas tipo aguja.**
- b) **Manómetros de 5000 y 10000 psi.**
- c) **Unión te.**


Las características de estos accesorios son similares a los que poseen los autoclaves.

- d) **Unión cruz:** Es una pieza metálica con cuatro terminaciones que sirve para comunicar la línea de venteo, el cilindro de gas y el elevador de presión (Booster) con el manifold de distribución. La *Unión Cruz* deben cumplir las siguientes características:

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: Acero inoxidable 316. ▪ Temperatura Máxima Operación: 25 °C. ▪ Presión Máxima Operación: 5000 psi. 	
---	---

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 16 de 34

e) **Tubería de Alta Presión:** Es un conducto metálico que cumple la función de transportar el gas. La *Tubería de Alta Presión* debe cumplir con las siguientes características:

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: Acero inoxidable 316. ▪ Diámetro externo: ¼ de pulgada. ▪ Temperatura Máxima Operación: 25 °C. ▪ Presión Máxima Operación: 7500 psi. 	
---	---

La *Línea de Gases de Alta Presión* esta fijada a la pared por medio de grapas de acero al carbono ajustadas con tornillos en chazos incrustados en la pared.

8.2 REQUERIMIENTOS PARA EL TRABAJO DEL PERSONAL DENTRO DEL LABORATORIO DE ALTA PRESIÓN Y ALTA TEMPERATURA


8.2.1 ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP'S)

Es de uso obligatorio el uso de la bata de laboratorio, la cual debe ser preferiblemente de algodón y no de poliéster, de manga larga y de largo hasta debajo de la rodilla; la bata debe llevarse abotonada todo el tiempo, pues su función es proteger el cuerpo y la ropa del funcionario ante cualquier posible accidente. También es obligatorio utilizar gafas, protector facial, máscara de vapores, protector de oídos y guantes de baqueta cuando el trabajo que se esté ejecutando requiera su uso. Además para el trabajo en caliente se debe usar guantes para alta temperatura y delantal de cuero para alta temperatura.

Cuando se va a efectuar la manipulación de equipos sometidos a alta temperatura en el laboratorio, debe ser efectuada exclusivamente por el personal capacitado y definido previamente por el responsable del laboratorio.


8.2.1.1 Protección De Los Ojos

- Los ojos deben estar protegidos por las gafas de seguridad cuando se manipula sustancias cáusticas, sustancias irritantes o corrosivas, sustancias químicas tóxicas, materiales inflamables y sistemas sometidos a presión y temperatura elevada para evitar lesiones ocasionadas por fugas imprevistas en estos sistemas.
- Las gafas protectoras deben ser cómodas, ajustándose a la nariz y la cara y no interferir en los movimientos del usuario.
- Está restringido el uso de lentes de contacto en el laboratorio, debido a que ante la presencia de vapores irritantes en el medio, estos se pueden acumular entre la lente y el ojo ocasionando lesiones importantes en éste.
- Nunca frote los ojos con las manos impregnadas de sustancias químicas o con los guantes puestos.
- Ante cualquier accidente debe utilizarse el lavaojos. En el numeral 8.2.2 *Elementos De Control De Riesgo* se describe el procedimiento para el uso del *Lavaojos*.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 17 de 34

8.2.1.2 Protección Respiratoria

- Las sustancias que liberan gases tóxicos tales como benceno, ácidos concentrados, bromo; sustancias inflamables tales como: éter, cloroformo, benceno, alcohol, etc, o toda reacción donde se produzcan olores irritantes o se generen vapores peligrosos o desagradables, deben ser manipuladas exclusivamente en la cámara de extracción del Laboratorio de Fisicoquímica. En el numeral 8.2.2 *Elementos De Control De Riesgo* se describe el procedimiento para el uso de la *Cámara Extractora*.
- Los recipientes que contienen sustancias tóxicas deben cerrarse inmediatamente después de su uso y mantenerse bien tapadas para evitar que los vapores se difundan por el laboratorio.
- Si es estrictamente necesario percibir el olor de una sustancia, nunca coloque la nariz directamente sobre la boca del recipiente que lo contiene, sino que se debe “abanicar” con la mano dirigiendo el vapor suavemente hacia la nariz.
- Informe a los funcionarios o personal que se encuentren en el laboratorio sobre el manejo que va a realizar con sustancias tóxicas o desagradables, para que éstos se retiren del laboratorio o hagan uso de las máscaras para vapores (Respiradores).
- Durante la manipulación de sustancias tóxicas es obligatorio el uso de la máscara para vapores (Respiradores), verificando que los filtros de la misma sean los apropiados para el tipo de sustancia que se está manejando. En el caso de partículas sólidas debe utilizarse un filtro adecuado al tamaño mínimo. A continuación se describe el procedimiento para el uso de la *Máscara Para Vapores*.
- **Procedimiento Para El Uso De La Máscara Para Vapores**
- Verifique que los cartuchos adaptados a la máscara sean los apropiados para la protección de la sustancia a manipular. Si va a utilizar nuevos cartuchos es muy importante marcarlos con la fecha de apertura de los mismos.
- Coloque la máscara sobre la cara y ajuste las correas elásticas hasta lograr un buen contacto entre la cara y el sello facial de la máscara.
- Verifique el buen ajuste de la máscara colocando la palma de la mano sobre la tapa de la válvula de exhalación y exhale suavemente.
- Si la pieza facial se infla o tuerce levemente y no se siente fugas entre la cara y la pieza facial, el ajuste es correcto.
- Si detecta fugas de aire, vuelva a colocarse el respirador sobre la cara y/o reajuste la tensión de las correas elásticas para eliminar las fugas.
- Repita los pasos anteriores hasta lograr un buen ajuste del respirador sobre su cara.
- Si no puede lograr un buen ajuste, no entre al área contaminada. Consulte al encargado del laboratorio.
- Cuando termine de usar la máscara, límpiela con un paño húmedo, separe los cartuchos y guárdelos en una bolsa de cierre hermético. En una bolsa más grande almacene la máscara con los cartuchos.
- Lave mínimo cada mes, la pieza facial con agua y jabón líquido suave.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 18 de 34

- Las máscaras de protección contra vapores deben ser almacenadas en bolsas herméticas, separando los cartuchos del cuerpo de la máscara en su almacenamiento. Los filtros deben ser cambiados mínimo cada 6 meses o dependiendo del uso que se haya realizado.

8.2.1.3 Protección De Las Manos y Cuerpo

- Cierto tipo de guantes se pueden disolver en contacto con algunos solventes, por lo que es importante tener un cuidado extremo en seleccionar el guante protector que se adapte a la naturaleza del trabajo a realizar. En el *Anexo 1* se muestran tablas de resistencia química de guantes de diferentes materiales
- Para la manipulación de disolventes y sustancias corrosivas o el lavado de material debe optarse por el uso de guantes de nitrilo; para otro tipo de sustancias no corrosivas puede utilizarse guantes de látex.
- Antes de utilizar los guantes (especialmente los de látex), hay que asegurarse de que están en buenas condiciones sin agujeros o rasgadas.
- Si alguna sustancia química entra en contacto con la piel, lavar inmediatamente con abundante agua.
- Si algún reactivo entra en contacto con la piel es conveniente retirar la ropa para evitar que la sustancia quede atrapada entre la ropa y la piel. Lavar el cuerpo con abundante agua haciendo uso de la ducha de seguridad. En el numeral *8.2.2 Elementos De Control De Riesgo* se describe el procedimiento para el uso de la *Ducha De Seguridad*.
- Para evitar las cortaduras o heridas al manipular objetos cortopunzantes metálicos o de vidrio, utilizar guantes de carnaza o herramientas apropiadas para esta actividad.

8.2.1.4 Protección Auditiva


- Se debe llevar protección auditiva cuando el nivel de ruido sea superior a 85 decibeles (dB) o cuando se esté expuesto a un ruido superior a 80 decibeles durante un turno de 12 horas.
- Si trabaja con una máquina que genera un ruido muy alto o con sonicadores, use tapones o protectores auditivos que le resulten cómodos. Úselos todo el tiempo cuando esté en áreas ruidosas.
- Colóquese los tapones en los oídos con las manos limpias. Mantenga sus protectores auditivos limpios y en lugar seguro cuando no los esté usando.

8.2.2 ELEMENTOS DE CONTROL DE RIESGO

- Antes de trabajar en el laboratorio debe conocerse la ubicación específica de los elementos de seguridad. Actualmente, el laboratorio cuentan con los siguientes elementos:
 - Un extintor.
 - Una ducha de seguridad.
 - Un lavaojos.

8.2.2.1 Uso Del Extintor

Cuando se origine un incendio es importante recordar las siguientes recomendaciones: no acercarse jamás al fuego, no dejar que el fuego se interponga entre la persona y la salida del laboratorio, no entrar nunca a un área

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 19 de 34

desconocida para apagar un fuego y notificar inmediatamente a los encargados de seguridad y/o Coordinador de HSE.

Para el control de un fuego pequeño debe emplearse los extintores que han sido dispuestos de acuerdo al tipo particular de fuego que puede generarse en el laboratorio. El uso del extintor se detalla a continuación:

- **TIRAR EL PASADOR:** Coloque la mano en la parte superior del cilindro y tire del pasador. Esto libera la manija y permite activar la unidad.
- **APUNTAR:** La boquilla a la base de las llamas.
- **COMPRIMIR:** la manija liberando la sustancia extintora.
- **BARRIR:** Con la boquilla a un lado y otro de la base de las llamas. Vaciar el extintor sobre el fuego.

8.2.2.2 Uso de la Ducha de Seguridad

La ducha de seguridad debe ser usada para los casos de proyecciones de sustancias peligrosas sobre el cuerpo de las personas, con riesgo de contaminación o quemadura química.

La ducha de seguridad se encuentra ubicada a la salida del laboratorio. Se recomienda que el personal que trabaja en el laboratorio sea capaz de localizar la ducha con los ojos cerrados; ya que algunas situaciones de emergencia pueden dejar ciega temporalmente a la víctima.

Antes de utilizar la ducha de seguridad se debe conocer si la sustancia que se desea eliminar del cuerpo reacciona con el agua, para evitar un daño superior en la zona afectada.


Deben preverse las posibles reacciones del agua con los productos químicos situados en las zonas próximas para evitar nuevos accidentes. Los productos que reaccionen de forma violenta o que generen productos peligrosos en contacto con el agua deben ser etiquetados de forma conveniente, y ubicados en un lugar alejado de las duchas.

Al momento de usar la ducha de seguridad se deben seguir los siguientes pasos:

- Retirar la ropa de la zona afectada del cuerpo; para evitar que la sustancia quede atrapada entre la ropa y la piel.
- Posicionarse debajo de la ducha.
- Accionar el mecanismo de apertura del agua y lavar el cuerpo hasta asegurar la eliminación total de la sustancia.
- Luego de eliminar totalmente la sustancia, cubrir la zona afectada con un paño o una gasa limpio(a) o estéril.
- Consultar con un médico especializado.

8.2.2.3 Uso Del Lavaojos

- Con el agua o la solución ocular lave los ojos durante, al menos, 15 minutos para asegurar la eliminación completa de la sustancia.
- Con las manos limpias, se debe forzar la apertura de los párpados para asegurar el lavado detrás de los mismos.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 20 de 34

- Hay que asegurarse de lavar desde la nariz hacia las orejas; esto evitará que penetren sustancias químicas en el ojo que no está afectado.
- Después del lavado, es conveniente cubrir ambos ojos con una gasa limpia o estéril.
- Consultar con un médico especializado.


8.2.2.4 Uso De La Cámara Extractora

- Corrobore con el encargado del laboratorio, el correcto funcionamiento de la cámara extractora.
- Las personas que trabajan en la cámara extractora deben estar capacitadas para su manejo.
- La cámara debe encenderse 15 minutos antes de ser usada.
- Se debe trabajar siempre con máscara de seguridad y retirado, al menos, a 15 cm del marco de la cámara.
- Mantenga las superficies de trabajo limpias y despejadas.
- Mantenga las ventanas de la cámara con la apertura mínima para realizar cómodamente el trabajo. Si por cualquier razón el operario se retira de la cámara, las ventanas deben cerrarse totalmente.
- El operador no debe detectar olores fuertes procedentes del material ubicado en su interior.
- Al finalizar el trabajo, deje encendida la cámara un tiempo prudente que garantice la eliminación de vapores al interior de la misma.

8.2.3 NORMAS GENERALES EN EL LABORATORIO

Cuando un funcionario necesite realizar algún ensayo en el laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura, debe conocer antes de su ingreso las siguientes normas de trabajo.

- La ropa utilizada durante el trabajo en el laboratorio debe ser cómoda, segura y apropiada para tal labor. Durante las actividades desarrolladas en el laboratorio está prohibido el uso de minifaldas, pantalones cortos, pantalonetas, gorras, sandalias y zapatos abiertos.
- Está prohibido comer, beber, maquillarse y fumar dentro del laboratorio.
- Si la persona tiene el cabello largo, por seguridad debe mantenerlo recogido durante el trabajo en el laboratorio.
- Cuando se tienen puestos los guantes, no se debe tocar objetos de uso común como teléfonos o perillas de las puertas, etc, ya que se estaría exponiendo a las demás personas a las sustancias que han sido manipuladas.
- Los guantes son para uso exclusivo del laboratorio, por lo tanto, deben ser retirados antes de salir del mismo.
- Las manos deben lavarse antes de salir del laboratorio.
- Las tijeras, lapiceros, cintas, bisturís, reglas y calculadoras, son para uso exclusivo del laboratorio, por lo tanto, deben permanecer en el mismo.


LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 21 de 34

- El acceso y la circulación al Laboratorio de Alta Presión y Alta Temperatura está restringido cuando se estén manipulando las formulaciones a evaluar, para evitar cualquier contacto con estas sustancias ante el riesgo de una posible salpicadura o derrame durante su manejo, la protección personal será de acuerdo a la especificada por la ficha de seguridad de los reactivos químicos que conforman la formulación a evaluar. Además esta restringido el acceso y la circulación al laboratorio cuando se encuentre los autoclaves encendidos. Para esto, se dispondrá de un aviso en la puerta del Laboratorio que alerte a las personas a no entrar.
- El desarrollo de los ensayos está sujeto al contenido de los procedimientos técnicos del laboratorio de alta presión y alta temperatura. No se debe ejecutar ninguna prueba si no se posee un conocimiento detallado y completo del procedimiento.
- La integridad de los equipos del laboratorio es responsabilidad del usuario, por ende, el desconocimiento de su manejo no lo exime de su responsabilidad en caso de un accidente o daño. La operación de cualquier equipo del laboratorio de alta presión y alta temperatura debe realizarse sólo si se cuenta con el conocimiento y la capacitación que garanticen un buen manejo del mismo.
- Mantener el orden y la limpieza. Cada persona es responsable del uso de equipos, reactivos y materiales del laboratorio; estos deben ser manipulados correctamente y ubicados en los sitios que se le han asignado. Los equipos que tienen un forro deben ser protegidos con éste luego de su uso. Las superficies de trabajo se deben limpiar luego de cada derrame o salpicadura de sustancias y al finalizar el trabajo en el laboratorio.
- De ser posible, se debe evitar dejar funcionando equipos en ausencia de personal en las instalaciones. Si es necesario desarrollar un ensayo cuando no hay personal en el laboratorio para supervisar, especialmente en horas nocturnas, se debe notificar a la persona responsable del laboratorio y dejar una nota cerca del equipo, en la que se describa las sustancias que se están utilizando y el nombre del usuario. Igualmente, se debe notificar a los vigilantes de la sede UIS Guatiguará para que puedan cortar la energía o la circulación de fluidos en caso de algún incidente. De igual manera, el funcionario responsable de la prueba debe dejar un teléfono de contacto en el cual pueda ser localizado en cualquier momento durante la duración de la misma.
- Notifique inmediatamente cualquier incidente o accidente al responsable del laboratorio y siga el procedimiento que ha sido estipulado en la política de HSE de la CIC (Consultar el documento titulado ¿Qué hacer en caso de accidente?).


8.2.4 MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS

8.2.4.1 Almacenamiento

- **Normas Generales**
 - Las sustancias peligrosas se deben almacenar agrupadas por el tipo de riesgo que pueden generar y respetando las incompatibilidades entre ellas.
 - Explosivos no pueden almacenarse con ácidos, oxidantes y/o bases fuertes, aminas o material combustible.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 22 de 34

- Oxidantes no pueden almacenarse con derivados de halógenos, compuestos halogenados, sustancias reductoras, inflamables, ácidos fuertes y metales.
- Combustibles y reductores deben estar separados de las sustancias oxidantes y tóxicas.
- Ácidos no pueden almacenarse con oxidantes, bases fuertes y metales.
- Bases y sales básicas no pueden almacenarse con ácidos, derivados halogenados y metales.
- Metales activos no pueden almacenarse con agua, ácidos y derivados halogenados.
- Separar los productos químicos en estanterías y contenedores, por familias de compuestos incompatibles utilizando el material aislante adecuado.
- No deben almacenarse líquidos por encima del nivel de los ojos.
- No deben almacenarse botellas u otros envases de vidrio en el suelo.
- Se debe llevar un registro o un listado de productos almacenados, cantidades y consumos, el cual se actualizará cada vez que se adquiera un nuevo producto.
- El almacén de productos químicos debe disponer de una adecuada ventilación (rejillas, orificios etc.)
- Se deben delimitar las secciones que agrupen los distintos productos identificando con las etiquetas normalizadas, ya que en el caso de un derrame o incendio, podrá conocerse la naturaleza de los productos almacenados y así poder actuar con los medio adecuados.
- Los accesos a las puertas deben permanecer despejados y las vías de tránsito señaladas.
- Reducir al mínimo la existencia de las sustancia y reactivos más peligrosos.
- Efectuar compras pequeñas de productos químicos, de acuerdo a la utilización que se tenga de cada uno de ellos.
- Utilizar las zonas inferiores para los recipientes más pesados y más agresivos.
- No transvasar productos dentro del depósito de productos químicos.
- Evitar la acumulación de material plástico, icopor, papel y otros diferentes a los materiales destinados para el depósito de productos químicos.
- **Envases**
 - Los reactivos deben estar contenidos en recipientes de tamaño adecuado para facilitar su uso, evitar su transvase y traslado de un lugar a otro en el laboratorio.
 - El envase debe estar acorde al producto que contiene y a las cantidades que se deben dispensar. Debe tenerse en cuenta el posible efecto corrosivo que las sustancias químicas y agentes físicos (temperatura, humedad, etc) puedan tener sobre el material del envase.
 - Los envases plásticos deben ser revisados con frecuencia.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 23 de 34

- Los recipientes de pequeña capacidad que contengan sustancias corrosivas (ácidos y bases) deben ubicarse separados entre si y sobre bandejas de polietileno de alta densidad o policarbonato según su capacidad para retener derrames por rotura o volcado del recipiente.
- Los envases de vidrio se deben utilizar sólo para guardar pequeñas cantidades de productos. Estos deben ser transportados protegidos y las botellas de dos litros deben disponer de un asa que facilite su manejo.
- Los envases deben permanecer bien cerrados con su respectiva tapa. Si por algún motivo la tapa llega a averiarse, se debe proceder a conseguir una tapa de las mismas características, de lo contrario se requiere conseguir otro envase con su respectiva tapa teniendo en cuenta las diferentes recomendaciones que se han expuesto.

8.2.4.2 Identificación de los productos químicos

Si por alguna razón la etiqueta del producto se daña o no está en el envase original del producto químico, la persona designada debe realizar y colocar una etiqueta al envase con el modelo de etiqueta sugerido por el Subprograma de Seguridad Industrial HMIS III, que se observa en la Figura 5.



Figura 5. Etiqueta de identificación de sustancias peligrosas HMIS III

La etiqueta HMIS III contiene la información de la clasificación de las sustancias peligrosas y se estructura de la siguiente manera:

En la parte superior de la etiqueta va el nombre de la sustancia o producto químico.

Posee una clasificación o esquema de colores, números, letras y símbolos que informan algo importante sobre la sustancia o material

Los colores indican el tipo de peligro:

AZUL. Peligro contra la salud.


ROJO. Peligro de incendio.

NARANJA. Riesgo Físico.

BLANCO. Equipo protector exigido.

Los números indican el "Grado de Peligro"

0. Peligro mínimo.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 24 de 34

1. Peligro algo mayor.
2. Peligro moderado.
3. Peligro serio.
4. Peligro grave.

Las letras indican el grado de protección y elementos de protección personal que deben ser empleados durante la manipulación de la sustancia.

Para tener una descripción detallada de la clasificación de la etiqueta de identificación de sustancias peligrosas *HMIS III* se debe remitir al ANEXO B.


El modelo de etiqueta anterior puede ser modificado por otro que pueda contener mayor información acerca del producto químico, la aplicación de este modelo depende de la coordinación técnica de cada laboratorio. En todo caso debe ser necesaria una forma de identificar los productos químicos con información suficiente sobre su contenido, riesgos y formas de prevención.

- La identificación de los productos químicos deben permanecer visible y en buen estado, de manera que sea fácil su reconocimiento.
- La persona designada por la dirección técnica del laboratorio se debe asegurar que todos los envases que contengan sustancias químicas tengan las etiquetas colocadas correctamente.
- Bajo ninguna circunstancia se debe mantener productos químicos en el almacén sin ninguna identificación o etiqueta en su envase.
- El aislamiento de estas familias de productos se debe hacer ocupando gabinetes o depósitos diferentes, debidamente señalizados como se indica anteriormente.


8.2.4.3 MANIPULACIÓN

El manejo incorrecto de sustancias químicas es una de las principales causas de accidentes. Las normas que se presentan a continuación son importantes para evitar que éstos ocurran.

- No usar productos que no estén correctamente identificados.
- Antes de usar cualquier sustancia química se debe conocer bien las propiedades, mediante la revisión de las fichas de seguridad o MSDS (Material Safety Data Sheets), ficha de emergencia, etiqueta del reactivo y/o libros que contengan información de seguridad. Ante cualquier duda acerca de las precauciones de manipulación de algún producto debe consultarse con el responsable del laboratorio.
- Se debe evitar el contacto directo con la sustancia químicas, sea cual sea su naturaleza. Los elementos de protección personal que se deben utilizar son los que se definen en el rótulo que posee la sustancia química. En los rótulos de cada sustancia química, se establece el nivel mínimo de protección, el cual es de obligatorio cumplimiento.
- Evitar el contacto de las manos con cualquier producto químico y, cuando esto sea inevitable, no se deberá consumir alimentos sin antes lavarse bien las manos. Muchas sustancias que hoy se consideran seguras, pueden no serlo mañana. Siempre se debe usar guantes.
- No debe pipetearse con la boca, para ello debe usarse una perilla de caucho (pera). Si se necesitan volúmenes exactos y es necesario el uso de las pipetas, se utilizan dispensadores o dispositivos pipeteadores mecánicos para la succión.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 25 de 34

- No basarse en el olfato para determinar el contenido de una botella o de un recipiente.
- En las reacciones con sustancias gaseosas, irritantes o con compuestos que atacan las vías respiratorias, debe ser manipulados dentro de cámara extractora y además es indispensable el empleo de las máscaras con filtros apropiados para cada fin.
- Al usar un reactivo, si la tapa del recipiente es pequeña, no apoyarla sobre la mesa; sostenerla con dos dedos. Si es grande, apoyarla sobre la mesa pero siempre con la parte inferior hacia arriba.
- Los frascos de los reactivos deben cerrarse inmediatamente después de su uso.
- Al verter un producto químico de una botella, sostenerla del lado del rótulo, con ello se evitará que el líquido, al escurrirse hacia abajo, dañe el rótulo.
- Evitar verter productos químicos directamente de la botella. Colocarlos primero en un recipiente que permita conocer la cantidad que va a usar.
- Siempre descartar el exceso de una muestra. No se deben volver a colocar reactivos en su recipiente original.
- No introducir espátulas ni elementos similares para favorecer la salida de reactivos sólidos.
- Usar embudos cada vez que se viertan solventes o reactivos en aberturas pequeñas.
- Tener cuidado al abrir las botellas. La fricción que se genera al quitar una tapa puede producir chispas estáticas y explosiones.
- Antes de verter un líquido en una bureta, asegurarse de que el robinete esté bien cerrado. Colocar siempre un recipiente debajo de éste por si se produce un derrame.
- Verter siempre la solución más concentrada sobre la más diluida a fin de evitar reacciones violentas y salpicaduras.
- Mantener los líquidos inflamables lejos de la luz solar y de fuentes de calor como mecheros, placas calentadoras y bandas de calentamiento siliconadas.
- En las reacciones con sustancias gaseosas, irritantes o con compuestos que atacan las vías respiratorias, debe ser indispensable el empleo de las máscaras con filtros apropiados para cada fin.
- En caso de derrame de productos químicos siga este procedimiento:
 - Póngase a salvo.
 - Identifique el producto derramado.
 - Pida ayuda si es necesario.
 - Alerta al personal y encargado del laboratorio sobre el derrame y evacue el área si es necesario.
 - Identifique si alguna persona se encuentra afectada.
 - Delimite el área con cinta de peligro e identifique el riesgo.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 26 de 34


- Colóquese los EPP's necesarios.
- Contenga el derrame.
- Limpie el derrame
- Disponga adecuadamente los desechos contaminados.

8.2.4.4 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

- Se debe minimizar la cantidad de residuos desde el origen, limitando la cantidad de materiales que se compran y que se usan.
- Separar y disponer los residuos generados durante los ensayos en los contenederos designados para ello. El procedimiento de cada prueba o ensayo debe incluir las recomendaciones para la adecuada disposición de los residuos producidos. Es importante reconocer cada tipo de contenedor y saber cuál es el indicado para recoger los residuos que se han generado. Los contenedores deben tener un rótulo donde se especifique el tipo de sustancia(s) dispuesta(s), la fecha y la persona que realiza la disposición. Ante cualquier duda resolverla con el responsable del laboratorio.

8.2.4.5 PRECAUCIONES PARA LA MANIPULACIÓN DE CILINDROS

- El número de cilindros se limitará a las necesidades y previsiones de consumo, evitándose el almacenamiento excesivo.
- Los cilindros se colocarán en forma conveniente y se asegurarán con cadenas o trabas para evitar caídas y choques.
- No se deben colocar en las cercanías de la caseta de los cilindros sustancias inflamables y fuentes de calor, además no se deben hacer trabajos en que se utilicen o se produzcan fuentes de ignición.
- Los cilindros deben estar provistos del correspondiente capuchón que protege la válvula de paso de gas.
- Se prohíbe el uso de sustancias grasas o aceites en los orificios de salida y en los aditamentos de los cilindros que contengan oxígeno o gases oxidantes.
- Para trasladar un cilindro se dispondrá de carretillas con ruedas y cadenas que impidan la caída o deslizamiento de los mismos.
- Los cilindros vacíos se mantendrán separados de los cilindros llenos y ambos perfectamente identificados.
- Los cilindros se almacenarán separados según los gases que contengan y perfectamente identificados.
- En la manipulación, carga, descarga y transporte de los cilindros se tendrá especial cuidado de no golpearlos, dejarlos caer o rodar.

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 27 de 34

ANEXO A.

TABLAS DE RESISTENCIA QUÍMICA DE GUANTES

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA



Corporación para la Investigación de la Corrosión

MP/HTHP/RP01

REV:00

COPIA CONTROLADA

Página 28 de 34

The following chemical resistance ratings are based on published research data. Microflex® gloves have not been individually tested against the chemicals contained in this chart.

Chemicals	Latex (NATURAL RUBBER)	Nitrile (BUNA N)	Chemicals	Latex (NATURAL RUBBER)	Nitrile (BUNA N)
Acetaldehyde	Green	Red	Hydrogen peroxide (3% concentration)	Green	Red
Acetamide	Green	Red	Hydrogen peroxide (concentrated)	Green	Red
Acetic acid (50% concentration)	Green	Green	Hydroquinone	Green	Yellow
Acetone	Green	Red	Hydroxylamine hydrochloride	Green	Red
Acetonitrile	Green	Red	Imidazole	Green	Red
Acetophenone	Green	Red	Isobutanol (isobutyl alcohol)	Blue	Green
Acetyl chloride	Green	Red	Isocetane	Red	Blue
Acrylamide (same as 2-propenamide)	Green	Red	Isopropanol (isopropyl alcohol)	Red	Blue
Acrylic acid	Green	Yellow	Kerosene	Red	Blue
Aircraft stripper	Green	Green	Ketones	Green	Red
Aluminum nitrate (anhydrous) (10% concentration)	Green	Green	Lacquers	Red	Red
Ammonia (anhydrous)	Red	Green	Lacquer thinners	Red	Red
Ammonium benzoate (same as benzoic acid)	Red	Red	Lactic acid (85% concentration)	Red	Blue
Ammonium hydroxide (30% concentration)	Green	Blue	Laurel alcohol (lauryl alcohol)	Red	Blue
Ammonium hydroxide (concentrated)	Red	Red	Lauric acid (36% concentration)	Red	Red
Ammonium oxalate	Green	Blue	Lead acetate	Red	Green
Ammonium sulfate (aqueous)	Red	Blue	Linoleic acid	Red	Green
Amyl acetate	Red	Red	Linseed oil	Red	Blue
Aniline	Red	Red	Lubricants (containing mineral spirits as primary component)	Red	Blue
Antifreeze (methanol-based)	Red	Red	Maleic acid	Yellow	Red
Benzaldehyde	Red	Red	2-Mercaptoethanol	Red	Red
Benzene	Red	Red	Mercuric chloride	Red	Blue
Benzoic acid	Red	Red	Mercury	Red	Blue
Boric acid	Red	Blue	Methane	Red	Blue
Brake cleaner (containing hexane or ethanol)	Red	Red	Methyl alcohol (methanol)	Red	Yellow
Brake cleaner, non-chlorinated (containing acetone, n-heptane and/or xylene)	Red	Red	2-Methoxyethanol (ethylene glycol monomethyl)	Red	Green
Brake fluid	Green	Green	Methyl amine	Red	Yellow
Bromine (anhydrous liquid)	Red	Red	Methyl bromide	Red	Red
Bromoethane (methyl bromide)	Red	Red	Methyl butyl ketone	Red	Red
Butyl acetate	Red	Red	Methylene chloride	Red	Red
n-Butyl alcohol (propyl carbonyl)	Green	Blue	Methyl chloride	Red	Red
n-Butyl chloride	Red	Red	Methyl ethyl ketone (MEK)	Red	Red
1,3-Butylene glycol (1,3-butanediol)	Red	Red	Methyl isobutyl ketone (MIBK)	Red	Red
Calcium chloride (aqueous)	Red	Red	Methyl methacrylate	Red	Red
Calcium hydroxide (dental)	Red	Red	Mineral spirits	Red	Blue
Carbamide peroxide (urea+hydrogen peroxide at 1:1 ratio)	Green	Yellow	Monoethanolamine	Red	Green
Carbon dioxide	Green	Blue	Morpholine	Red	Red
Carbon disulfide	Red	Red	Motor oil (includes oils made from petroleum distillates, synthetic oils, diesel oils, 2-stroke oils, and hydraulic oils)	Red	Blue
Carbon tetrachloride	Red	Green	Naphtha	Red	Blue
Carburetor cleaner (typically xylene, toluene and/or acetone)	Red	Red	Naphthalene	Red	Red
Castor Oil	Red	Blue	Nitric acid (50% concentration)	Red	Red
Chlorine (wet)	Red	Red	Nitromethane (95.5% concentration)	Red	Red
Chlorobenzene	Red	Red	Nitropropane (95.5% concentration)	Red	Red
Chloroform	Red	Red	Nitrophenols	Red	Red
o-Chloronaphthalene	Red	Red	Octyl alcohol (octanol)	Red	Green
Chromic acid (50% concentration)	Red	Yellow	Oleic acid	Red	Green
Citric acid (10% concentration)	Red	Blue	Oxalic acid	Red	Green
Clonidine hydrochloride (0.1% concentration)	Red	Red	Paint (latex-based)	Red	Yellow
Cresols	Red	Red	Paint (oil-based)	Red	Green
Cupric sulfate (copper sulfate)	Green	Red	Paint, automotive (paint containing VM&P naphtha, mineral spirits, with small amounts of toluene, xylene or n-butyl acetate)	Red	Green
Cyanic compounds	Red	Blue	Paint, automotive (paints containing large amounts of toluene, xylene or n-butyl acetate)	Red	Red
Cyclohexane	Red	Blue	Paint activator, automotive (containing MEK, polyisocyanate resin, and/or butyl acetate)	Red	Yellow
Cyclohexanol	Red	Green	Paint reducers/thinners, automotive (aliphatic hydrocarbons, eg VM&P naptha or mineral spirits)	Red	Red
Cyclohexanone	Red	Red	Paint reducers/thinners, automotive (aromatic hydrocarbons, eg toluene or xylene)	Red	Red
Decahydronaphthalene (decalin)	Red	Red	Paint thinner (Duce)	Red	Red
Denatured alcohol	Red	Blue	Palmitic acid	Red	Red
Dental etching material	Green	Green	Paraformaldehyde	Red	Red
Dental resin cement	Yellow	Red	Parts wash, automotive (containing naphtha, n-hexane, cyclohexane and/or MEK+AG)	Red	Red
Dental waxes	Red	Blue	Pentane	Red	Red
Denture polishing material	Red	Green	Pentyl ether (same as pentane)	Red	Blue
Detergent solutions	Green	Blue	Perchloric acid (80% concentration)	Red	Yellow
Developing fluids	Red	Blue	Perchloroethylene	Red	Green
Diamond polishing paste	Red	Red	Periodic acid (50% concentration)	Red	Red
Dibutyl phthalate	Red	Red	Petroleum distillates (naphthas)	Red	Green
o-dichlorobenzene	Red	Red	Phenol (0.1% concentration)	Red	Blue
p-dichlorobenzene	Red	Red	Phenol (approx. 100% concentration)	Red	Red
Dichloromethane	Red	Red	Phenolphthalein (aromatic phenols)	Red	Red
Diesel fuel	Red	Green	Phosphoric acid (0 to 50% concentration)	Red	Green
Diesel fuel additive	Red	Green	Phosphoric acid (50-85% concentration)	Red	Red
Diethylamine	Yellow	Yellow	Phosphoric acid (100% concentration)	Red	Red
Diethylene glycol	Red	Blue	Polysorbates	Red	Red

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA



corporación para la investigación de la corrosión

MP/HTHP/RP01

REV:00

COPIA CONTROLADA

Página 29 de 34

The following chemical resistance ratings are based on published research data. Microflex® gloves have not been individually tested against the chemicals contained in this chart.

Chemicals	Latex (NATURAL RUBBER)	Nitrile (NITRILE)	Chemicals	Latex (NATURAL RUBBER)	Nitrile (NITRILE)
Diisobutyl ketone (DIBK)	Red	Red	Potassium bromate	Blue	Blue
N, N-dimethyl acetamide (same as dimethyl acetamide [DMAc], same as acetic acid)	Green	Green	Potassium chloride	Blue	Blue
Dimethylformamide	Green	Green	Potassium cyanide	Blue	Blue
Dimethyl sulfoxide (DMSO)	Red	Red	Potassium dichromate (aqueous)	Green	Green
Dioctyl phthalate (DOP)	Red	Red	Potassium hydroxide	Green	Green
Dioxane	Red	Red	Potassium iodide	Green	Green
EDTA (1% solution)	Green	Green	Potassium permanganate	Blue	Blue
Engine cleaner and degreaser (containing kerosene, petroleum distillates or propene-isobutane-butane as main components)	Green	Green	Potassium sulfate (potassium sulphate)	Green	Green
Epoxy primer (containing toluene, acetone, MEK and/or n-butyl acetate)	Red	Red	Propyl acetate	Red	Red
Ethanol (ethyl alcohol) (95% concentration)	Blue	Blue	Propyl alcohol	Green	Green
Ethanolamine	Green	Green	Propylene (1-propene, methyl ethylene)	Red	Red
Ether	Red	Red	Propylene glycol	Blue	Blue
Ethidium bromide (0.5% concentration)	Grey	Grey	Pyridine	Red	Red
2-ethoxyethanol (ethoxyethanol)	Green	Blue	Rust inhibitors, automotive	Blue	Blue
Ethyl acetate	Red	Red	Rust remover, automotive (containing <3% phosphoric acid)	Green	Green
Ethyl ether	Red	Red	Silver nitrate (0.17N)	Blue	Blue
Ethylene dichloride	Red	Red	Sodium acetate (aqueous)	Blue	Blue
Ethylene glycol	Blue	Blue	Sodium azide (sodium salt)	Blue	Blue
Ethylene oxide	Red	Red	Sodium bicarbonate (aqueous) (baking soda)	Blue	Blue
Ferric chloride (aqueous)	Blue	Blue	Sodium chloride (aqueous)	Blue	Blue
Formaldehyde	Green	Green	Sodium cyanide (aqueous)	Blue	Blue
Formalin (40% concentration of formaldehyde)	Green	Green	Sodium hydroxide (50% concentration)	Blue	Blue
Formamide	Grey	Blue	Sodium hypochlorite (bleach)	Yellow	Yellow
Formic acid (90% concentration)	Green	Green	Sodium selenate (10% concentration)	Grey	Grey
Freon 11	Red	Green	Sodium thiosulfate (developing fluids)	Green	Green
Freon 12	Red	Green	Staining rating (al stains)	Blue	Yellow
Freon 21	Red	Green	Styrene	Red	Red
Freon 22	Red	Green	Sulfuric acid (50% concentration)	Red	Red
Fuel injector cleaner (primarily kerosene)	Red	Green	Sulfuric acid (93-98% concentration)	Red	Red
Furfural	Red	Red	Tannic acid (5% concentration)	Red	Red
Gasoline, leaded	Red	Blue	Tetrachloroethylene	Red	Yellow
Gasoline, unleaded	Red	Blue	Tetrahydrofuran	Red	Blue
Glass ionomer dental cements	Green	Green	Tetramethylurea	Grey	Grey
Glucose	Blue	Blue	Toluene	Red	Red
Gluteraldehyde (50% concentration)	Grey	Grey	Toluene diisocyanate	Yellow	Red
Glycerin	Blue	Blue	Transmission fluid, Type A	Red	Red
Glycerol	Blue	Blue	Transmission fluid, synthetic	Green	Green
Grease, automotive (petroleum-based)	Red	Blue	Trichloroethylene	Red	Red
Grease, automotive (silicon-based)	Green	Blue	Triethanolamine	Green	Green
Grease, automotive (synthetic)	Red	Blue	Triton X-100, Igepal CA, Polytergent G (octoxynol with varying ethylene oxide units)	Blue	Blue
Heptane (n-heptane)	Red	Blue	Tung oil	Red	Red
Hexane	Red	Green	Turpentine	Red	Red
Hydraulic fluid (petroleum-based)	Red	Green	Undercoater, rubberized (automotive)	Blue	Blue
Hydrochloric acid (20% concentration)	Blue	Green	Urea	Blue	Blue
Hydrochloric acid (50% concentration)	Blue	Yellow	Varnish	Red	Green
Hydrochloric acid (concentrated)	Red	Red	Vinyl chloride	Red	Red
Hydrofluoric acid (40% concentration)	Yellow	Green	Water	Blue	Blue
Hydrofluoric acid (concentrated)	Red	Red	Wax remover, automotive (containing V.M.&P. naphtha, xylene and/or ethylbenzene)	Red	Red
Hydrogen peroxide (3% concentration)	Green	Green	Xylene (Xylol)	Red	Red

©2005 MICROFLEX CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED. US 052229 ACAR 1 01816

Custom Chemical Testing

For chemicals not listed, or for applications that use a specific concentration or combination of chemicals, Microflex offers a custom chemical testing program specifically for its glove products. Please contact your distributor representative or Microflex directly at 800-876-6866 to learn more about this program.

General Information and Cautions

Your understanding of how to use thin-film gloves is extremely important to your safety.

Microflex gloves are intended for use as protection against incidental exposure to chemicals and other harmful substances. These gloves do not offer protection against all chemicals under all conditions, and are not designed to provide protection against prolonged or continuous exposure to harmful substances.

As a precaution, glove users are advised to change gloves immediately upon exposure to harmful substances. It is the responsibility of the user to choose the appropriate glove type, thickness and to change gloves as they become contaminated.

This Chemical Resistance Chart is offered as a guide and for reference purposes only. The chemical resistance ratings are based on published research data. Microflex cannot certify the accuracy of the data and therefore does not represent nor warrant that the information in the chemical resistance chart is accurate or complete. Microflex gloves have **NOT** been individually tested against the chemicals contained in this chart. The barrier properties of each glove type may be affected by differences in material thickness, chemical concentration, temperature, and length of exposure to chemicals.

References

Chemical Resistance Guide to Elastomers II: A Guide to Chemical Resistance of Rubber and Elastomeric Compounds, Compass Publications, La Mesa, CA, 1994. Plastics Design Library. Chemical Resistance of Plastics and Elastomers, 3rd edition, William Andrew Publishing, 2003. Dupont Dow Elastomers Chemical Resistance Guide; The Los Angeles Rubber Group; www.dupont-dow.com

- CHEMICAL RATINGS KEY -

- EXCELLENT
- GOOD
- FAIR
- NOT RECOMMENDED
- NO DATA


	+	++	+++	++++	=====		+	++	+++	++++	=====		+	++	+++	++++	=====
Aceite de cacahuete	-	++	+++	++++	=====	Cal apagada	++	++	++	++	++	Hipoclorito de calcio	++	++	++	++	++
Aceite de corte	-	++	+++	++++	=====	Cal viva	++	++	++	++	++	Hipoclorito de sodio	++	++	++	++	++
Aceite de lino	-	++	+++	++++	=====	Carbonato de amonio	++	++	++	++	++	Isobutanol (alcohol isobutílico)	+	++	++	++	++
Aceite de manteca de cerdo	-	++	+++	++++	=====	Carbonato de potasio	++	++	++	++	++	Isobutilcetona	++	+	-	-	-
Aceite de nabina	-	=	++	+++	-	Carbonato de sodio	++	++	++	++	++	Kerosene	-	+	++	+++	+
Aceite de oliva	-	++	+++	++++	=====	Champús	++	++	++	++	++	Leche y productos lácteos	=	++	++	++	-
Aceite de pino	-	=	++	+++	=====	Cianuro de potasio	++	++	++	++	++	Lejía	+	++	++	++	+
Aceite de ricino	-	++	+++	++++	=====	Ciclohexano	-	++	+++	++	=	Lejías en polvo	++	++	++	++	++
Aceite de soja	-	++	+++	++++	=====	Ciclohexanol	++	++	++	++	++	Magnesio	++	++	++	++	++
Aceites de engrase	-	=	++	+++	=====	Ciclohexanona	+	=	-	-	-	Mantequilla	-	++	++	++	=
Aceites de freno (lookheed)	=	++	+++	++++	=====	Cloro	=	++	+++	++	=	Metanol (alcohol metílico)	=	+	++	+++	+
Aceites de parafina	-	=	++	+++	=====	Cloroacetona	++	++	-	-	-	Metilamina	+	++	+++	++	+
Aceites diesel	-	=	++	+++	=====	Cloroformo	-	-	=	+	-	Metilnitrilo	=	++	+++	++	+
Aceites hidráulicos (petróleo)	-	=	++	+++	=====	Cloruro de amonio	++	++	++	++	++	Metilacetona	+	=	-	-	-
Aceites para turbinas	-	=	++	+++	=====	Cloruro de calcio	++	++	++	++	++	Metilisobutilcetona	+	=	-	-	-
Acetaldehído (aldehído acético)	+	+	-	-	-	Cloruro de metileno	-	=	=	+	-	2-Metoxietanol	=	++	+++	+++	+
Acetato de amonio	++	++	++	++	++	Cloruro de potasio	++	++	++	++	++	Monoclorobenceno	-	=	=	++	-
Acetato de butilo	-	+	+	=	-	Cloruro de sodio	++	++	++	++	++	Monocetanolamina	++	++	++	++	++
Acetato de etilo	-	+	=	=	-	Creosota	=	++	+++	++	+	Nafta	-	+	++	+++	+
Acetato de vinilo	-	=	=	=	-	Cresol	+	++	+++	++	+	Naftaleno	-	=	+	++	-
Acetona	=	=	-	-	-	Decolorantes de plouqueria	++	++	++	++	++	Nitrato de calcio	++	++	++	++	++
Acido acético a 50%	++	++	=	-	++	Detergentes domésticos	++	++	+	+	++	Nitrato de potasio	++	++	++	++	++
Acido acético glacial	+	++	=	=	=	Diacetona alcohol	++	++	+	=	-	Nitrato de sodio	++	++	++	++	++
Acido cítrico	++	++	++	++	++	Dibutíler	-	=	+	+	=	Nitrobenzeno	-	=	-	++	-
Acido clorhídrico a 30% y a 5%	++	++	++	++	++	Dibutiltalato	=	++	+++	++	-	Nitropropano	=	=	-	-	-
Acido crómico	-	=	+	+	+	Dicloroetano	-	=	=	++	-	Octanol (alcohol octílico)	++	++	++	++	++
Acido fluorhídrico a 30%	+	++	+	+	++	Dietanolamina	++	++	++	++	++	Peces y crustáceos	=	++	++	++	=
Acido fórmico a 90%	+	++	=	+	++	Diocitilalato	=	++	+++	++	-	Percloroetileno	-	=	++	++	=
Acido fosfórico a 75%	++	++	++	++	++	Esencia de terabentina	-	=	++	++	=	Perfumes y esencias	++	++	++	++	++
Acido láctico a 85%	+	++	+	+	++	Estireno	-	=	=	++	-	Permanganato de potasio	++	++	++	++	++
Acido nítrico a 20%	++	++	+	+	++	Etanol (alcohol etílico)	+	++	+++	++	++	Pintura al agua	++	++	++	++	++
Acido oleico	+	++	++	++	+	Éter de petróleo	-	=	++	++	-	Pintura gliceroftálica	-	=	++	++	=
Acido oxálico	++	++	++	++	++	Etilamina	-	+	-	-	-	Potasio concentrado	++	++	+	++	++
Acido sulfúrico concentrado	+	=	+	-	+	Etilnitrilo	=	++	+++	++	=	Productos para peinado	++	++	++	++	++
Acido sulfúrico diluido (batería)	++	++	++	++	++	Etilenglicol	++	++	++	++	++	Productos petroleros	-	=	+	++	=
Agua oxigenada	=	++	++	++	++	2-Etoxietanol	=	++	+++	++	+	Remolachas	++	++	++	++	++
Agua regia	-	+	=	=	=	2-Etoxietilacetato	-	++	=	=	-	Resinas poliéster	-	=	+	+	=
Alcohol amílico	=	+	+	+	+	Fenol (ácido fenico)	=	+	+	+	+	Silicatos	++	++	++	++	++
Alcohol benílico	=	+	=	++	++	Fertilizantes	++	++	++	++	++	Sosa concentrada	++	++	++	++	++
Alcohol butílico (o n-butanol)	+	++	++	++	++	Fijadores	++	++	++	++	++	Sulfato de cinc	++	++	++	++	++
Amoniaco concentrado	++	++	+	+	++	Fluidos hidráulicos (ésteres)	++	++	++	++	=	Sulfato de potasio	++	++	++	++	++
Anilina	=	++	-	+	+	Fluoruros	=	++	+++	++	+	Sulfato de sodio	++	++	++	++	++
Asfalto	-	=	++	+++	=	Formaldehído (Aldehído fórmico) a 30%	++	++	++	++	++	Sulfitos, bisulfitos, hiposulfitos	++	++	++	++	++
Aves	=	++	++	+++	+	Fosfatos de calcio	++	++	++	++	++	Tetracloruro de carbono	-	=	+	++	=
Bebidas alcoholizadas	++	++	++	++	++	Fosfatos de potasio	++	++	++	++	++	THF = Tetrahidroturano	=	=	-	-	-
Bebidas sin alcohol	++	++	++	++	++	Fuel	-	=	++	++	+	Tinturas (cabellos)	++	++	++	++	++
Benceno	-	-	=	++	-	Furól (furfural o furaldehído)	++	++	-	++	-	Tolueno	-	=	+	++	++
Benzaldehído (aldehído benzoico)	-	=	=	+	-	Gasoleo	-	+	+++	++	+	Tributilfosfato	-	=	-	-	-
Bicarbonato de potasio	++	++	++	++	++	Gasolina	-	+	+++	++	=	Tricloretileno	-	=	=	++	-
Bicarbonato de sodio	++	++	++	++	++	Glicoles	++	++	++	++	++	Trietanolamina a 85%	++	++	++	++	++
Bicromato de potasio	=	++	++	++	++	Grasas animales	=	++	+++	++	+	Trinitrobenzeno	-	=	+	++	=
Bisulfito de sodio	++	++	++	++	++	Grasas minerales	-	=	+++	++	=	Trinitrotolueno	-	=	+	++	=
Borax	++	++	++	++	++	Herbicidas	+	++	+++	++	+	Vinagre y condimentos	++	++	++	++	+
Bromuros	=	++	++	++	=	Hexano	-	+	+++	++	=	Xileno	-	=	+	++	=
Butoxietanol	+	++	++	++	++	Hidroxido de calcio	++	++	++	++	++	Xiloleno	-	=	+	++	=

Esta tabla sólo da indicaciones generales. Conviene tener en cuenta el hecho de que la resistencia de un guante está influenciada por factores como la naturaleza exacta del producto químico, su temperatura, su concentración, el espesor del guante, el tiempo de inmersión, etc.
Recomendamos efectuar una prueba previa para determinar si el guante está adaptado a las condiciones reales de utilización.

- ++ **Excelente** El guante puede utilizarse en **contacto prolongado** con el producto químico (limitado al tiempo de paso)*.
- + **Bueno** El guante puede utilizarse en **contacto intermitente** con el producto químico (por una duración total inferior al tiempo de paso).
- = **Medio** El guante puede utilizarse contra **salpicaduras** del producto químico.
- **No recomendado** **No se recomienda** utilizarse guante.


*Para mayores informaciones, solicite la Guía de Resistencia química o los folletos de productos Mapa Professionnel.




LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 31 de 34

ANEXO B.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA CLASIFICACIÓN DE LA ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS *HMIS III*






































LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 32 de 34


I. RIESGO A LA SALUD	
<p>En la sección de riesgo a la salud hay dos (2) cuadros uno es para colocar el icono de órgano blanco o principal sistema afectado y el otro para indicar el grado numérico de riesgo a la salud por parte de la sustancia a manipular. Si al grado numérico se le adiciona un asterisco (*) esto indica que la sustancia también produce efecto crónico a la salud.</p>	
	
	<p>Piel riñones pulmones sangre hígado reproductivo ojos s. nervioso</p>
4	Amenaza inmediata a la vida, daño mayor o permanente puede resultar desde simples o repetidas sobreexposiciones.
3	Daño Mayor probable a menos que se tomen acciones preventivas y se de tratamiento medico inmediato.
2	Puede ocurrir daño temporal o menor.
1	Posible daño menor reversible o irritación.
0	Riesgo no significativo a la salud.





II. RIESGO DE INFLAMABILIDAD	
<p>En la sección de riesgo de inflamabilidad hay un (1) cuadro para colocar el grado numérico de riesgo a la inflamabilidad por parte de la sustancia a manipular.</p>	
4	Gases inflamables o líquidos inflamables muy volátiles con puntos de inflamación por debajo de 23 °C (73 °F) y puntos de ebullición menores a 38 °C (100 °F). Materiales que pueden incendiarse espontáneamente tras contacto con el aire.
3	Materiales capaces de incendiarse bajo casi todas las condiciones normales de temperatura. Incluyen líquidos inflamables con puntos de inflamación por debajo de 23 °C (73 °F) y puntos de ebullición por encima de 38 °C (100 °F) (Clase IB y IC).
2	Materiales que deben ser moderadamente calentado o expuestos a temperaturas ambientes altas antes de que su ignición se produzca. Incluye líquidos con un punto de inflamación por encima de 38 °C pero por debajo de 93.5 °C. (Clase II & IIIA).
1	Materiales que deben ser precalentados antes de que su ignición ocurra. Incluye líquidos, sólidos y semisólidos que tiene un punto de inflamación por encima de 93.5 °C. (Clase IIIB).
0	Materiales que no se queman.

III. RIESGOS FISICOS	
<p>En la sección de riesgo de inflamabilidad hay un (1) cuadro para colocar el grado numérico de riesgo físico por parte de la sustancia a manipular.</p>	
4	Materiales que son capaces de reaccionar explosivamente con el agua, detonan o descomponen explosivamente, se polimerizan o autoreaccionan a presión y temperatura normales (1 atm y 25 °C).
3	Materiales que pueden formar mezclas explosivas con el agua o son capaces de detonar o reaccionar explosivamente en presencia de fuentes de iniciación fuertes. Materiales que pueden polimerizarse, descomponerse, autoreaccionan o tienen otro cambio químico a presión y temperatura normales (1 atm y 25 °C) que representen un riesgo moderado de explosión.
2	Materiales que son inestables y pueden sufrir cambios químicos violentos a presión y temperatura normales (1 atm y 25 °C) con riesgos bajo de explosión. Materiales que pueden reaccionar violentamente con el agua o forma peróxidos bajo exposición al aire.
1	Materiales que son normalmente estables pero pueden volverse inestables a altas temperaturas o

	presiones. Materiales que pueden reaccionar con el agua no violentamente o sufren polimerización peligrosa en ausencia de inhibidores.
0	Materiales que son normalmente estables aun bajo condiciones de fuego y no reaccionan con el agua, polimerizan, descomponen, condensan o autoreaccionan. No explosivos.

IV. PROTECCION PERSONAL	
En la franja blanca de protección personal se indica un código de letra; cada una de las letras Mayúsculas usadas en la sección de elementos de protección personal representa una combinación de equipos protectores y cada artículo protector individual también tiene su propio código de letra minúscula, así:	
Letra	Equipo
A	Gafas de seguridad  Safety Glasses
B	Gafas de seguridad y guantes  Safety Glasses  Gloves
C	Gafas de seguridad, guantes y mandil  Safety Glasses  Gloves  Protective Apron
D	Careta, guantes y mandil  Face Shield  Gloves  Protective Apron
E	Gafas de seguridad, guantes y respirador para polvos  Safety Glasses  Gloves  Dust Respirator
F	Gafas de seguridad, guantes, mandil y respirador para polvos  Safety Glasses  Gloves  Protective Apron  Dust Respirator
G	Gafas de seguridad, guantes y respirador para vapores  Safety Glasses  Gloves  Vapor Respirator
H	Googles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos  Splash Goggles  Gloves  Protective Apron  Dust Respirator
I	Gafas de seguridad, guantes y respirador para polvos y vapores  Safety Glasses  Gloves  Dust Respirator  Vapor Respirator
J	Googles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores  Splash Goggles  Gloves  Protective Apron  Dust Respirator  Vapor Respirator
K	Capucha con línea de aire o equipo SCBA, guantes, traje completo de protección y botas  Air Line Mask or Hood  Gloves  Full Suit  Boots
X	Consulte con el supervisor las indicaciones especiales para el manejo de estas sustancias.
n	Monogafas de seguridad para salpicaduras químicas  Splash Goggles

LABORATORIO DE ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			 corporación para la investigación de la corrosión
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
GUIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ALTA PRESION Y ALTA TEMPERATURA			
MP/HTHP/RP01	REV:00	COPIA CONTROLADA	Página 34 de 34

o	Lámina facial y protección para los ojos	 Face Shield
p	Guantes resistentes a la sustancia	 Gloves
q	Botas	 Boots
r	Delantal impermeable	 Protective Apron
s	Overol completo impermeable	 Full Suit
t	Respirador para polvo	 Dust Respirator
u	Respirador para vapores	 Vapor Respirator
w	Respirador para polvo y vapores	  Dust Respirator Vapor Respirator
y	Respirador de máscara completa full-face	 Air Line Mask or Hood
z	Respirador autocontenido	