



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES
MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN
PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S. A.**

Victor Alfonso Ramírez de la Cruz

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, enero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES
MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN
PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

VICTOR ALFONSO RAMIREZ DE LA CRUZ
ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRÁCTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmientos Seceña
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES
MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN
PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha septiembre de 2011.



Victor Alfonso Ramirez de la Cruz



Guatemala, 27 de febrero de 2013.
REF.EPS.DOC.244.02.13.

Ingeniera
Sigrid Alitza Calderón de León De de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Calderón de León De de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Victor Alfonso Ramírez de la Cruz**, Carné No. **200413063** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S.A."**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 27 de febrero de 2013.
REF.EPS.D.169.02.13

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Victor Alfonso Ramírez de la Cruz** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Aliza Calderón de León
Directora



SACdLDdL/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

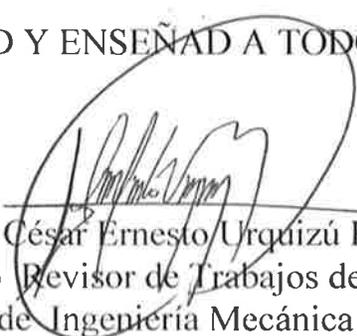


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.032.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Victor Alfonso Ramírez de la Cruz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.325.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Victor Alfonso Ramírez de la Cruz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 006.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES PORTÁTILES PARA ENVASADO DE GASES MÉDICOS E INDUSTRIALES Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PREVIA A LA CERTIFICACIÓN ISO 9001, PARA LA PLANTA ECOGAS, S. A.,** presentado por el estudiante universitario **Víctor Alfonso Ramírez de la Cruz,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 13 de enero de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por sus infinitas bendiciones y su misericordia, por haber guiado mis pasos día a día durante este largo camino, brindándome conocimiento, sabiduría, entendimiento, gracias por iluminar mi mente, sin su presencia este logro no sería posible, a él le debo todo.

Mis padres

Victor Ramírez Velásquez, por su ejemplo, amor e incondicional apoyo en el transcurrir de mi vida, y a Rosa María de la Cruz por su esfuerzo, dedicación e infinito amor, por ser la luz que alumbra mi vida. Los amo. Ustedes son los pilares fundamentales de este triunfo, es más este triunfo es suyo.

Mis hermanos

Henry, Claudia y Yosselin Ramírez, por su incondicional apoyo, por compartir angustias, necesidades, tristezas, alegrías y estar siempre a mi lado brindándome su amor y cariño. Hermanos mi eterno amor hacia ustedes.

Mis sobrinos

María de los Ángeles Ramírez de la Cruz, loab, lanely Ramírez Reyes y Jeray Franco Ramírez, por las alegrías regaladas a su corta edad, los quiero, que este logro sirva de ejemplo y motivación para sus vidas.

Mis abuelos Virgilio de la Cruz (q.e.p.d.), por ser un gran ejemplo, por inculcarme el respeto a Dios y Guadalupe Velásquez (q.e.p.d.), por su amor y cariño.

Mis tíos y primos Por su cariño y aprecio

Mis cuñados Londy Reyes y William Franco por su amistad y cariño.

A mis amigos Sin excepción alguna por todos los momentos compartidos, por las historias vividas, por brindarme su ayuda en momentos que los necesite, en especial a Kelvin Morales y Alex Mayen mil gracias por su sincera amistad. Caballeros se les aprecia.

A mis compañeros Por todos los momentos vividos, por los aciertos y desaciertos, por las angustias, tristezas y alegrías, pero sobre todo por hacer más ameno y divertido este arduo camino en la búsqueda de una misma meta, sin ustedes no sería lo mismo, compañeros de mil batallas se les aprecia.

A todos los que de una u otra manera forman parte de este triunfo, a todos sin excluir a nadie mil gracias.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser el pilar principal de este logro, Padre celestial gracias por las bendiciones regaladas día con día.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa durante este tiempo y brindarme los conocimientos y los medios para alcanzar este triunfo.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme ser parte de ella y así mismo ser el camino para alcanzar un sueño, una meta, un triunfo más en esta vida, mil gracias a todos los que de una u otra manera formaron parte en el transcurrir de mi estadía en esta casa de estudios
Escuela Gerardo Gordillo Barrios	Por ser el centro de mis primeras letras.
Instituto Nacional de Educación Básica de Amatitlán (INEBA-ENCCA)	Por fortalecer mi educación.
Instituto de Electricidad y Dibujo Técnico (ITED)	Por el inicio de una profesión.

ECOGAS, S.A.

Por abrirme las puertas y permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado, a cada uno que forma parte de esta empresa mil gracias por el apoyo recibido.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Reseña histórica	1
1.2. Visión	2
1.3. Misión.....	2
1.4. Estructura organizacional.....	2
1.4.1. Niveles jerárquicos	3
1.4.2. Funciones.....	3
1.4.3. Organigrama	5
1.5. Ubicación	5
1.5.1. Descripción de instalaciones.....	6
1.5.2. Plano de instalaciones	7
1.6. Actividades que desarrollan.....	9
1.6.1. Gases generalidades	9
1.6.1.1. Clasificación	10
1.6.1.2. Gases producidos	11
1.6.1.3. Otros gases comercializados	12
1.6.2. Descripción del proceso de producción.....	14
1.7. Recipientes portátiles: generalidades	21

1.7.1.	Descripción del cilindro	22
1.7.2.	Clasificación y capacidad de cilindros.....	23
1.7.3.	Colores de los cilindros.....	24
1.7.4.	Presión de los cilindros	24
1.7.5.	Reguladores	24
1.7.6.	Válvulas	26
1.8.	Termos criogénicos: generalidades	27
1.8.1.	Descripción del termo criogénico.....	27
1.8.2.	Clasificación.....	28
2.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	31
2.1.	Diagnóstico	31
2.1.1.	Identificación de la problemática a resolver	31
2.1.1.1.	Identificación de involucrados	32
2.1.1.2.	Descripción de la problemática	32
2.1.1.3.	Análisis de árbol de problemas	33
2.1.1.4.	Análisis/gráfica árbol objetivos.....	35
2.1.1.5.	Generación de alternativas	36
2.1.1.6.	Conclusión de alternativas	36
2.1.2.	Análisis del taller de mantenimiento.....	36
2.2.	Historial de mantenimiento de recipientes portátiles.....	39
2.2.1.	Mantenimiento actual.....	40
2.2.1.1.	Actividades de mantenimiento	40
2.2.2.	Control de insumos y repuestos.....	45
2.3.	Identificación y control de recipientes portátiles.....	46
2.3.1.1.	Cilindros metálicos	46
2.3.1.2.	Termos criogénicos.....	49
2.4.	Almacenamiento y manejo recipientes portátiles.....	50
2.4.1.1.	Cilindros metálicos.....	51

	2.4.1.2.	Termos criogénicos	53
	2.4.2.	Costo del mantenimiento actual	54
2.5.		Diseño del programa de mantenimiento	55
	2.5.1.	Mantenimiento.....	55
	2.5.2.	Tipos de mantenimiento	55
	2.5.3.	Mantenimiento preventivo	56
2.6.		Mecanismos para implementar programa de mantenimiento ..	56
	2.6.1.	Objetivos del mantenimiento	57
	2.6.2.	Ventajas del mantenimiento	57
	2.6.3.	Programación	58
2.7.		Procedimientos: mantenimiento de recipientes portátiles.....	60
	2.7.1.1.	Cilindros metálicos	60
		2.7.1.1.1. Inspección	61
		2.7.1.1.2. Pruebas	78
	2.7.2.	Control del mantenimiento preventivo	87
	2.7.2.1.	Insumos y repuestos	89
		2.7.2.1.1. Personal	89
	2.7.2.2.	Medidas de seguridad	90
		2.7.2.2.1. Costos	92
	2.7.3.	Termos criogénicos	93
	2.7.3.1.	Inspección	93
	2.7.3.2.	Pruebas	108
	2.7.4.	Control del mantenimiento preventivo	112
	2.7.4.1.	Insumos y repuestos	113
	2.7.4.2.	Personal	113
	2.7.4.3.	Medidas de seguridad	114
	2.7.4.4.	Costos	115

3.	DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO A LA NORMA ISO 9000: 2000.....	117
3.1.	Base de la documentación.....	117
3.1.1.	Documentación de procesos	117
3.1.2.	Clasificación de procesos	119
3.1.3.	Línea base de un proceso	120
3.1.4.	Elementos para analizar los procesos	120
3.1.5.	Gases médicos e industriales	121
3.2.	Sistema de documentación.....	122
3.2.1.	Política de calidad.....	123
3.2.2.	Objetivos de calidad.....	125
3.2.3.	Mapeo de procesos	126
3.2.4.	Comité de Calidad	128
3.3.	Procedimiento de revisión por la dirección	130
3.4.	Procedimiento de control de documentos.....	133
3.5.	Procedimiento de control de registros	139
3.6.	Procedimiento de auditorias internas.....	142
3.7.	Procedimiento de control de producto no conforme	146
3.8.	Procedimiento de acciones preventivas/correctivas	150
3.9.	Documentación del proceso productivo	153
3.10.	Instructivo encendido planta criogénica	154
3.11.	Instructivo producción oxígeno médico e industrial	165
3.12.	Instructivo para producción oxígeno líquido.....	168
3.13.	Instructivo para la producción nitrógeno gas	170
3.14.	Instructivo para la producción nitrógeno líquido.....	172
3.15.	Instructivo de prueba de pureza del producto.....	176
3.16.	Instructivo de cambio de batería.....	179
3.17.	Instructivo llenado de termos criogénicos	182

3.18.	Instructivo de apagado de planta criogénica	186
3.19.	Costos de la documentación	189
4.	FASE DE DOCENCIA CAPACITACIONES.....	191
4.1.	Necesidad de capacitación del personal	191
4.2.	Planificación de capacitaciones	191
4.2.1.	Programación de capacitaciones	192
4.2.2.	Capacitación al personal de mantenimiento.....	193
4.2.3.	Capacitación recipientes portátiles.....	194
4.3.	Capacitación de normas ISO a Comité de Calidad	194
4.3.1.	Capacitación normas DOT	195
4.4.	Resultados de la capacitación del personal	196
	CONCLUSIONES	199
	RECOMENDACIONES	201
	BIBLIOGRAFÍA	203
	APÉNDICE.....	207
	ANEXOS.....	221

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general de ECOGAS, S. A.....	5
2.	Ubicación de la empresa.....	6
3.	Plano de instalaciones.....	8
4.	Porcentaje en volumen de aire seco.....	14
5.	Separador de agua.....	17
6.	Tamices moleculares por adsorción.....	19
7.	Esquema proceso de producción de nitrógeno gas de alta pureza y oxígeno gas del 99,5 % de riqueza.....	21
8.	Cilindro de alta presión.....	22
9.	Tipos de reguladores.....	25
10.	Válvulas con sello de presión.....	26
11.	Válvulas con Pin-Índex.....	27
12.	Vista en corte y componentes de un terreno.....	28
13.	Árbol de problemas.....	34
14.	Árbol de objetivos.....	35
15.	Equipo de prueba hidrostática.....	37
16.	Prensa de cilindros.....	38
17.	Secadora de cilindros.....	39
18.	Diagrama prueba hidrostática.....	43
19.	Marca de prueba hidrostática.....	45
20.	Etiqueta de identificación del contenido.....	47
21.	Etiqueta de control de cilindros.....	49
22.	Etiqueta identificación de termos.....	49

23.	Etiqueta de control de termos.....	50
24.	FR-MC-01. Formato de mantenimiento preventivo de cilindros.....	88
25.	FR-MT -01 Formato de mantenimiento preventivo termos	112

TABLAS

I.	Capacidad de los cilindros.....	23
II.	Capacidad de termos (Dewar)	29
III.	Involucrados	32
IV.	Colores de identificación para los cilindros	48
V.	Calendarización del mantenimiento	59
VI.	Identificación del cilindro, preparación para la inspección y prueba	62
VII.	Inspección visual externa	63
VIII.	Despresurización y retiro de válvula.....	64
IX.	Marcas de cilindros	65
X.	Inspección de condiciones internas.....	66
XI.	Inspección de la válvula y otros accesorios	67
XII.	Inspección del cuello del cilindro	69
XIII.	Reparaciones del cilindro	71
XIV.	Operaciones finales	73
XV.	Prueba de contaminación interna	78
XVI.	Prueba acústica	80
XVII.	Prueba hidrostática	82
XVIII.	Medidas de seguridad.....	90
XIX.	Costo mantenimiento cilindro metálico	92
XX.	Vista del medidor nivel líquido	94
XXI.	Sellos de anillo redondo.....	95
XXII.	Carátula del medidor de policarbonato (plástico).....	96

XXIII.	Cambio de presión de servicio	98
XXIV.	Válvulas de doble relevo	99
XXV.	Reguladores	100
XXVI.	Cambio de servicio	102
XXVII.	Relicuar el CO2 sólido	105
XXVIII.	Indicadores de nivel de líquido	107
XXIX.	Prueba pérdida de venteo por evaporación – NER	109
XXX.	Prueba de pérdida de evaporación por presurización - PRT	111
XXXI.	Medidas de seguridad en el mantenimiento de termos.....	114
XXXII.	Costo mantenimiento de termo criogénico.....	116
XXXIII.	Política de calidad ECOGAS S. A.....	123
XXXIV.	Objetivos de la calidad	125
XXXV.	Mapeo de procesos	127
XXXVI.	Comité de Calidad	128
XXXVII.	Procedimiento de revisión por la dirección	130
XXXVIII.	Procedimiento de control de documentos	133
XXXIX.	Procedimiento de control de registros	139
XL.	Procedimiento de auditorias internas.....	142
XLI.	Procedimiento de control de producto no conforme	146
XLII.	Procedimiento de acciones preventivas/correctivas	150
XLIII.	Actividades de valor en el proceso productivo.....	154
XLIV.	Instructivo de encendido de planta criogénica	154
XLV.	Instructivo producción de oxígeno médico e industrial	165
XLVI.	Instructivo producción oxígeno líquido	168
XLVII.	Instructivo producción gas.....	170
XLVIII.	Instructivo producción nitrógeno líquido	172
XLIX.	Instructivo prueba de pureza del producto	176
L.	Instructivo cambio de batería	179
LI.	Instructivo llenado de termos criogénicos	182

LII.	Instructivo apagado planta criogénica	186
LIII.	Costo propuesta de documentación proceso producción	190
LIV.	Programa de capacitación.....	192
LV.	Formato para evaluación de la capacitación	197

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm ³	Centímetro cúbico
°C	Grados Centígrados
kg	Kilogramo
Kg/cm ²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
L	Litro
m ³	Metro cúbico
%	Porcentaje
Q	Quetzales
s	Segundos

GLOSARIO

Bar	Una unidad para señalar la presión de servicio de los cilindros en sistema métrico.
Calidad	Conjunto de características inherentes en un producto que cumplen con los requisitos establecidos por el cliente.
Cilindro de alta presión	Cilindros de alta presión son aquellos con una presión marcada de 900 psi (6200 kPa) o superior.
Gas medicinal	Un término generalmente aplicado a aquellos gases que son preparados, envasados y destinados al uso anestésico, analgésico, terapéutico o para técnicas de diagnóstico.
Gases industriales	Un término generalmente usado para aquellos gases de consumo usados para una amplia variedad de procesos industriales.
ISO	Organización Internacional de Estandarización.

Inspección visual

Es el examen interno y/o externo desarrollado como parte del proceso de recalificación de los cilindros.

Mantenimiento preventivo

Tipo de mantenimiento basado en la programación y revisión del equipo industrial a intervalos de tiempo predeterminados con el objeto de anticiparse a la ocurrencia de fallas.

Planta Criogénica

Es un complejo industrial que hace uso de proceso de enfriamiento a muy bajas temperaturas para conseguir nitrógeno y oxígeno a través de la separación física de los componentes presentes en el aire.

Procedimiento

Forma específica y detallada en la cual se lleva a cabo un proceso.

Prueba Hidrostática

Es el ensayo de presión hidráulica, al que debe ser sometido el cilindro, este puede ser un ensayo de presión de prueba o un ensayo de expansión volumétrica.

Sistema de Gestión de Calidad

Sistema que se enfoca en el logro de los resultados y tiene como meta satisfacer los requisitos establecidos por el cliente.

Termo portátil

Envase portátil para líquidos criogénicos, fabricados de pared con aislamiento de alto vacío que se usan para distribución de oxígeno y nitrógeno en estado líquido.

RESUMEN

Ecogas, S. A. es una empresa que se dedica a la producción, venta y distribución de gases médicos e industriales. Estos productos deben ser envasados en las distintas presentaciones de recipientes portátiles.

Para ofrecer al cliente servicios confiables y rentables con altos estándares de calidad y seguridad, es necesario que los recipientes portátiles sean manipulados con el cuidado necesario, sin maltratarlo y muy importante, se les brinde un mantenimiento preventivo periódicamente.

Con esto se hace necesario diseñar un programa de mantenimiento preventivo, que estandarice la forma de manipular, inspeccionar, realizar pruebas, limpiar y mantener tanto los cilindros metálicos como termos portátiles en las mejores condiciones.

En la actualidad el mercado a nivel industrial es muy competitivo, las organizaciones tienen la necesidad de demostrar la capacidad de satisfacer las necesidades de sus clientes, es por ello que en los últimos años se ha incrementado el número de empresas que optan por implementar sistemas de gestión de calidad en sus organizaciones.

Haciéndose necesario documentar los procesos para una futura certificación en ISO 9001, en el capítulo 3 se presenta la documentación del proceso de producción de nitrógeno y oxígeno el cual servirá de guía para documentar todos los procesos involucrados en la gestión de calidad.

OBJETIVOS

General

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para los recipientes portátiles y documentar el proceso de producción a través de la Norma ISO 9001:2000 para estandarizar el proceso de trabajo de la empresa.

Específicos

1. Diseñar la documentación correcta que hagan efectivas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de recipientes portátiles.
2. Analizar normas, reglamentos y manuales relacionados con el tema de mantenimiento de recipientes portátiles, para el diseño correcto del programa de mantenimiento preventivo.
3. Documentar las actividades del proceso de producción con la finalidad de estandarizarlo, y cumplir con los requisitos del sistema de gestión de calidad.
4. Capacitar al personal directamente relacionadas con el mantenimiento y con la norma ISO 9001.
5. Establecer una documentación que detalle las medidas de seguridad en el manejo, manipulación y mantenimiento de recipientes portátiles.

INTRODUCCIÓN

Es importante darle mantenimiento a todo tipo de maquinaria que este a disposición para el servicio humano. En el caso de los recipientes de gases médicos e industriales es esencial que el mantenimiento predictivo sea el establecido y no solo el correctivo. Por ende se ofrece seguridad a los usuarios de estos recipientes con gases industriales y no tengan problemas de inseguridad al no cumplir con las normas de rigor establecidas por partes de las Normas ISO 9001 y normas establecidas por parte de casas como Normas técnicas colombianas NTC.

Siendo el mercado muy competitivo en el país de Guatemala es importante cumplir con estos estándares que sugieren las normas. Por eso se diseño un plan de mantenimiento adecuado para la planta de gases industriales y cada uno de los distintos productos que ofrecen de acuerdo a las normas de envasado.

Logrando establecer los procesos de producción y la documentación previa a la certificación. La cual permitirá desarrollar las actividades de producción de forma eficiente y eficaz para la calidad de los productos que ofrece la planta de gases industriales y médicos ECOGAS S. A.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Ecología de Gases, S. A. (ECOGAS), es una empresa que se dedica a la producción venta y distribución de gases médicos e industriales, servicios y tecnologías a nivel global a la industria, a la salud y para el bienestar humano. Aporta soluciones innovadoras, confiables y rentables para los clientes, con altos estándares de calidad, seguridad y respeto al desarrollo económico, bienestar de la empresa y de la sociedad.

Los gases que produce actualmente ECOGAS son: el acetileno, oxígeno médico, oxígeno industrial, nitrógeno gas, nitrógeno líquido, argón, helio, mezclas, dióxido de carbono.

ECOGAS además presta el servicio de seguridad industrial, el cual incluye, la venta, carga y recarga de extintores, tanto de polvo químico seco, (PQS), así como de dióxido de carbono (CO₂), mantenimiento e instalación de sistemas de detección contra incendios, equipos con hidrantes y accesorios, además de brindar capacitaciones y asesoría para el buen uso de equipos de seguridad industrial.

1.1. Reseña histórica

“ECOGAS nace en abril del año 2005 y a la fecha se ha posicionado en el mercado exitosamente, al punto que ya ha abarcado una buena proporción del mercado de la competencia.

Luego de las necesidades del mercado, ECOGAS decide extender sus servicios, ofreciendo a partir de mayo de ese mismo año, la venta, carga y recarga de extintores, tanto de polvo químico seco, (PQS), así como de dióxido de carbono.”

1.2. Visión

“Ecogas, S. A. nace como medida alternativa para las necesidades de muchas empresas por recibir un buen servicio, un trato amable y preferencial en el área de gases industriales y médicos, así como elementos para soldar y seguridad industrial”.

1.3. Misión

“Producimos y proveemos gases, servicios y tecnología global a la industria, a la salud y para el bienestar humano. Aportamos soluciones innovadoras, confiables y rentables para nuestros clientes, con altos estándares de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente. Contribuyendo al desarrollo económico, bienestar de nuestra empresa y de la sociedad”.

1.4. Estructura organizacional

ECOGAS, S. A. se caracteriza por presentar la línea de autoridad desde arriba hacia abajo, encabezándolo la Gerencia General, la estructura organizacional es funcional indicando por niveles la autoridad y las responsabilidades.

1.4.1. Niveles jerárquicos

A continuación se listan los niveles de jerarquización que tiene la empresa:

- Gerente general
- Director técnico
- Ventas
 - Vendedores
- Producción
 - Operarios
- Conservación
 - Personal de mantenimiento
- Control de calidad

1.4.2. Funciones

- Gerente general: es la persona superior de la organización, encargado de planificar, administrar, dirigir y coordinar las actividades que ejecuta la organización. Delega las funciones correspondientes a cada área administrativa y operacional para alcanzar metas a corto plazo y los objetivos a largo plazo.
- Director técnico: tiene a su cargo la representación de la distribución de gases médicos ante el Ministerio de Salud, así como la actualización de las normas de seguridad e higiene que tiene el Ministerio.
- Ventas: es el departamento encargado de promocionar los productos que ofrece la organización, además de la gestión de servicio al cliente.

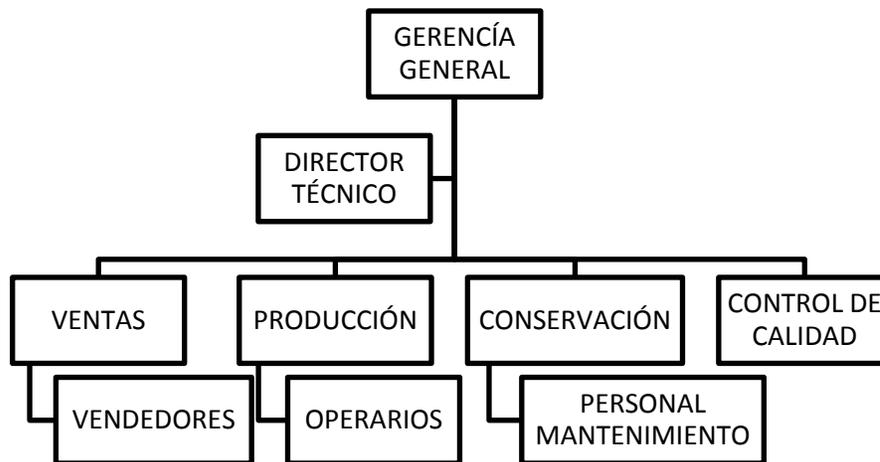
Tiene a cargo la supervisión y control de las actividades que realiza el personal ubicado en cada punto de venta para brindar productos de calidad.

- **Producción:** es el departamento encargado de la producción en los distintos gases que se comercializan, como lo son; oxígeno médico e industrial (líquido y gaseoso), acétileno, CO₂, argón; así como el mantenimiento del equipo de las plantas de producción; también cuenta con la administración de la bodega, la cual almacena repuestos, útiles y enseres para oficina, artículos para la venta, y la administración de la bodega de electrodo.
- **Conservación:** coordina y dirige todas las acciones humanas y tareas necesarias para evitar daños a los recursos existentes así como para mantener un servicio dentro de una calidad preestablecida, llevando registros detallados que sirvan para el control de los parámetros necesarios para lograr dichos fines, coordina con producción y otros departamentos, la adquisición de equipo y/o suministros necesarios para el funcionamiento de la planta, cuidando la relación costo beneficio, pero sin descuidar el concepto de calidad.
- **Control de calidad:** el Departamento de Control de Calidad asiste al Departamento de Producción y es el principal filtro para detectar las producciones defectuosas y eliminarlas. En este departamento se establecen límites aceptables de variación de los atributos de un producto y servicio prestado por la organización para garantizar la calidad establecida de los productos y servicios, con la finalidad de satisfacer al cliente.

1.4.3. Organigrama

El presente organigrama tiene la estructura de la administración general de la planta industrial de gases médicos e industriales conformada de la siguiente forma.

Figura 1. Organigrama general de ECOGAS, S. A.

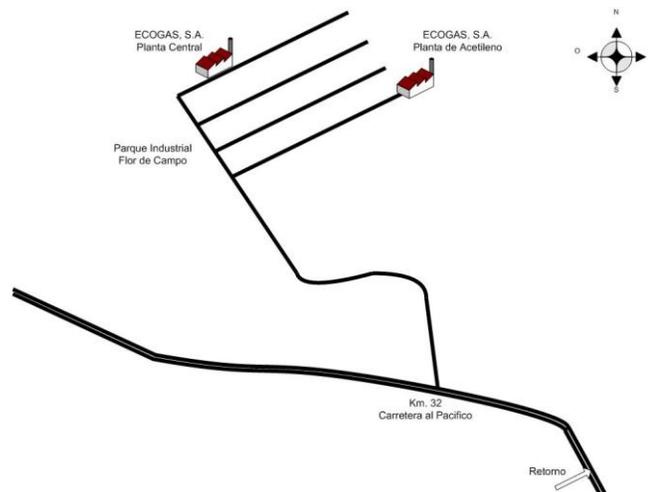


Fuente: ECOGAS, S. A.

1.5. Ubicación

La planta central de ECOGAS se encuentra ubicada en el km. 32 carretera al Pacífico bodega # 1 norte, Flor de Campo, Amatitlán, Guatemala, Guatemala.

Figura 2. Ubicación de la empresa



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

1.5.1. Descripción de instalaciones

Actualmente ECOGAS cuenta con:

- Dos plantas criogénicas
- Área de llenado de los gases médicos e industriales
- Área de llenado de cilindros aire comprimido
- Taller de reparación y mantenimiento de recipientes portátiles
- Taller de reparación y mantenimiento de extintores

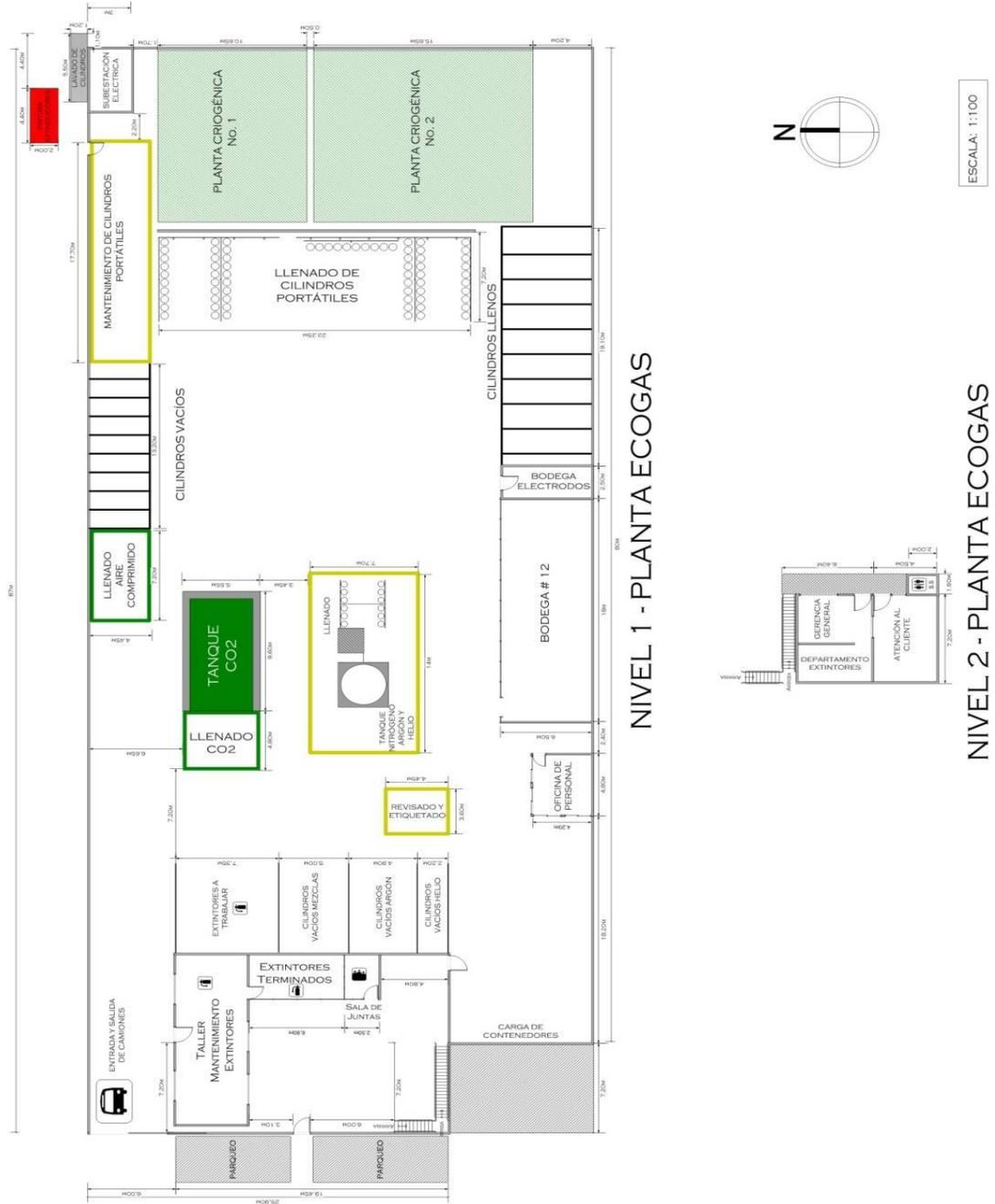
- Área de recipientes de cilindros vacíos
- Tanque y área de llenado de CO₂
- Tanque y área de llenado de argón, helio y nitrógeno
- Departamento de Operaciones
- Departamento administrativo (Gerencia, Ventas, Atención al Cliente)

Además ECOGAS cuenta con una planta de producción de acetileno, esta se encuentra a 3 km. de distancia por razones de que la producción de acetileno no puede estar en el mismo lugar de producción de gases médicos e industriales, ya que puede ocasionar accidentes y sobre todo contaminación en los gases.

1.5.2. Plano de instalaciones

El plano detalla cada una de las áreas de ECOGAS S. A., de la forma actual que poseen las instalaciones tanto administrativas como de producción.

Figura 3. Plano de instalaciones



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

1.6. Actividades que desarrollan

ECOGAS S. A., es una empresa que se dedica a la producción, venta y distribución de gases médicos e industriales, así como a prestar el servicio de seguridad industrial.

1.6.1. Gases generalidades

Los gases representan uno de los tres estados comunes de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Hay muchas sustancias que pueden existir en los tres estados, el agua por ejemplo, puede existir como líquido, sólido (hielo) o gas (vapor de agua).

Los gases tienen cinco propiedades físicas fundamentales que los hacen a la vez útiles y potencialmente peligrosos. Estas características son:

- Los gases son mucho más ligeros que los líquidos y los sólidos
- Las moléculas de los gases siempre están en movimiento
- Los gases, en caso de fuga, se distribuirán eventualmente por sí mismos a través del aire en una habitación u otro espacio cerrado.
- Algunos gases tienen olor y otros no
- La mayoría de los gases son invisibles, aunque algunos son visibles

1.6.1.1. Clasificación

Desde el punto de vista de sus características físicas y de envasado, los gases se dividen en cuatro tipos principales:

- Gases comprimidos: independientemente de la presión, son completamente gaseosos dentro del rango normal de temperaturas, permanecen en estado gaseoso a cualquier presión. El oxígeno y el nitrógeno son ejemplos de este tipo de gases.
- Gases comprimidos licuados: existen en ambos estados, líquido y gaseoso, dentro de los cilindros a temperaturas. El dióxido de carbono, óxido nitroso y el propano son ejemplos de este tipo de gases.
- Gases comprimidos disueltos: el acetileno es un gas comprimido en una solución. Para transportar y almacenar con seguridad el acetileno, éste se disuelve en una solución líquida en cilindros rellenos de un material sólido de alta porosidad.
- Gases criogénicos: estos productos existen a temperaturas menores de -100 °C y se transportan y almacenan en contenedores especiales térmicamente aislados, especialmente diseñados para proteger a los gases del calor externo. El oxígeno, el nitrógeno y el argón son ejemplos de gases criogénicos que existen en estado líquido a muy bajas temperaturas.

1.6.1.2. Gases producidos

- Nitrógeno (N₂): el nitrógeno es el mayor componente de la atmósfera (78 % en volumen, 75.5 % en peso). Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, no tóxico y casi totalmente inerte. A presión atmosférica y temperatura menor a -196 °C, es un líquido incoloro, un poco más liviano que el agua. Es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes.

El nitrógeno líquido tiene gran aplicación industrial debido a su baja temperatura (-196 °C), por lo que es grandemente usado en:

- Congelamiento rápido de frutas y verduras
- Refrigeración de carnes, aves y mariscos
- Procesos en la fabricación de dulces, chicles y chocolates
- Proceso de molienda criogénica
- Congelamiento de tuberías de líquidos para reparaciones de emergencia.
- Como fuente productora de nitrógeno gaseoso

Uso médico

El nitrógeno es usado en medicina principalmente en estado líquido, donde se aprovecha su baja temperatura e inercia química para congelación, preservación y control de cultivos, tejidos, etc. Es empleado también en criocirugía. Se utiliza en aplicaciones neumáticas en equipo médico.

- Acetileno (C_2H_2): en condiciones normales es un gas incoloro un poco más liviano que el aire. El acetileno 100 % puro es inodoro, pero el gas de uso comercial tiene un olor característico, semejante al ajo. No es un gas toxico ni corrosivo. Es inflamable. Arde en el aire con llama luminosa, humeante y de alta temperatura. El límite inferior y superior de inflamabilidad es 2.8 % y 93 % en volumen de acetileno en aire.
- Oxígeno (O_2): el oxígeno es el gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye más de un quinto de la atmosfera (21 % en volumen, 23 % en peso). Este gas es incoloro, inodoro y no tiene sabor. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a $-183\text{ }^\circ\text{C}$, es un líquido ligeramente azulado, un poco más pesado que el agua. Todos los elementos (salvo los gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en intensidad con la temperatura.

En el mercado se le puede conseguir de la siguiente manera:

- Tipo I: oxígeno gaseoso, en cilindros a una presión de 2200 psi
- Tipo II: oxígeno líquido, como gas criogénico a una presión de 250 psi.

1.6.1.3. Otros gases comercializados

- Argón (Ar): el argón es el más abundante de los gases raros en el aire (0.9 % en vol.). Es incoloro, sin sabor, no es tóxico, ni inflamable. Es un 30 % más pesado que el aire; además es extremadamente inerte, caracterizado por una perfecta estabilidad física y química, a cualquier temperatura y presión.

- Helio (He): el helio en condiciones normales es un gas sin color, olor ni sabor. Está presente en el aire en muy baja concentración 5ppm (partes por millón). Es un gas 7 veces más liviano que el aire. Es sumamente inerte, no inflamable y el menos soluble en líquidos de todos los gases.
- Dióxido de carbono (CO₂): el dióxido de carbono en condiciones normales, es un gas incoloro e inodoro, con sabor ligeramente picante, existe en la atmósfera en baja concentración, entre 0.03 y 0.06 % en volumen.

Se le consigue en el mercado en los siguientes tipos:

- Tipo I: CO₂ gaseoso en cilindros a temperatura ambiente
- Tipo II: CO₂ líquido a temperatura inferior a la ambiente, en contenedores.
- Tipo III: CO₂ sólido, mejor conocido como hielo seco
- Óxido nitroso (N₂O): en condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1.5 veces más pesado que el aire.

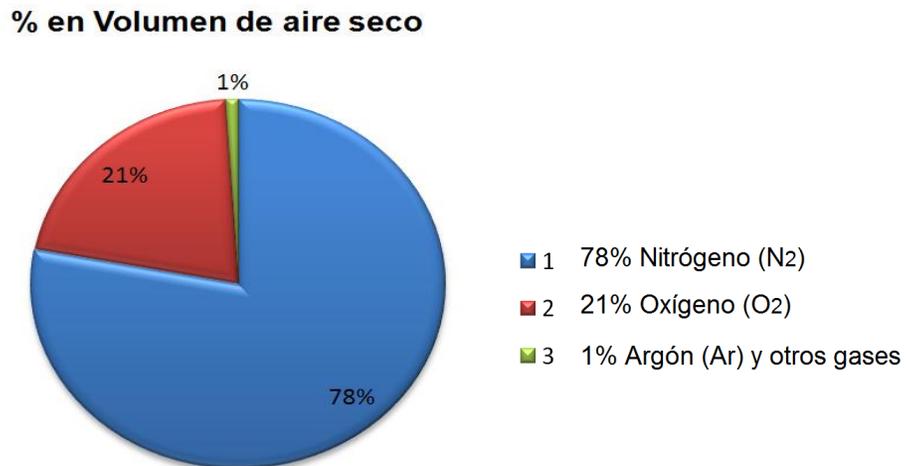
1.6.2. Descripción del proceso de producción

El aire es una mezcla mecánica de oxígeno, el nitrógeno y otros gases. En su condición atmosférica normal el aire es incoloro (descolorido) y el gas inodoro. El aire que esta normalmente en estado gaseoso puede ser licuado como vapor de estado gaseoso y este a su vez puede ser condensado a estado líquido.

Composición de gases en la atmósfera:

Entre los gases que componen la atmósfera, los tres más abundantes son el nitrógeno, el oxígeno y el argón; el resto representan pequeñas cantidades.

Figura 4. **Porcentaje en volumen de aire seco**



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Excel.

Proceso de producción

La separación se logra aprovechando las diferentes propiedades físicas de los componentes del aire, específicamente sus puntos de ebullición:

Nitrógeno: -196 °C

Argón: -186 °C

Oxígeno: -183 °C

- Sistema de captación de aire
- El aire atmosférico ingresa por una torre, el mismo que pasa por dos filtros, uno que tiene granos gruesos el cual purifica partículas grandes de aire y el segundo y más importante es el filtro más común llamado filtro de paño, el cual está humedecido de aceite y sirve para filtrar totalmente el polvo que contiene el aire.

Lo que significa que el polvo se acumula en el filtro. Luego el aire ingresa al sistema de compresión.

- Sistema de compresión principal de aire: el aire filtrado entra al compresor principal de aire de cuatro etapas. El aire es comprimido por este desde 1 bar, hasta una presión aproximada de 6 bar absolutos, es decir que el volumen final es aproximadamente 1/6 del volumen original, lo que significa que una cantidad grande de agua debe condensarse y eliminarse. Se tienen 2 *inter-cooler* para retirar el calor generado por cada etapa del compresor aumentando la eficiencia del proceso.

En esta etapa el aire por medio del aumento de presión y por consiguiente temperatura en cada etapa, tiende a condensar poca cantidad de vapor de agua para luego dirigirse a la descarga.

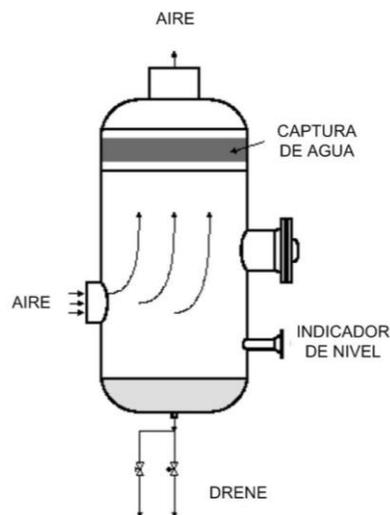
- Sistema de refrigeración de aire: luego de conducirse hacia la descarga pasa por un *after-cooler*, el cual ayuda a bajar la temperatura del aire en un rango de 6°C a 10°C por medio del agua de enfriamiento. Aquí se debe extraer el vapor de agua existente en el aire incluso si la cantidad es tan pequeña como 1ppm. Ya que este es un proceso criogénico significa que el valor de agua alcanza su punto de congelación por lo que es imposible que el agua o vapor del mismo esté presente en el proceso de separación.

Para este propósito de sacar el vapor de agua existente, el aire pasa por un sistema de refrigeración (intercambiadores de calor, preenfriador y unidad de refrigeración, *chiller*), el cual es un sistema que sirve para enfriar el aire y obtener mayor cantidad de vapor de agua, el mismo que es extraído con un equipo llamado separador de agua de condensación.

- Separador de agua: antes de llegar al separador de humedad el aire pasara el filtro de carbón compactado con carbón activado, estos filtros son de eliminación de partículas, humedad, CO₂, hidrocarburos y otros. El separador de humedad es un recipiente que tiene un diámetro mayor que el de la tubería a la que está conectado. Este gran diámetro hace que la velocidad del flujo de aire se reduzca, de tal forma que las gotas de agua no se dispersen sino que caigan por gravedad al fondo. El agua se extrae a través de una válvula diseñada exclusivamente para el paso del agua.

Para asegurar la separación de las pequeñas gotas de agua y la niebla de vapor, el recipiente se llena con mallas metálicas muy ajustadas entre ellas. Las pequeñas gotas se adhieren a la malla para formar gotas más grandes, que caen y se separan.

Figura 5. **Separador de agua**



Fuente: ACOSTA LINO, Iván Amado, Diseño del plan de mantenimiento de la primera etapa del sistema de producción de una planta de separación de gases del aire. Escuela Superior Politécnica del Litoral. p. 4.

- Sistema de purificación de aire: tamices moleculares: en el sistema de purificación del aire se desarrolla específicamente el secado del aire por medio de tamices moleculares. Estos están fabricados con mineral de silicato de aluminio llamado zeolita. Está compuesto de cristales que ligan grandes cantidades de agua a su estructura molecular.

Cuando la zeolita se calienta, el agua se evapora mientras que las moléculas de silicato permanecen muy juntas y se forman orificios porosos que son del mismo tamaño.

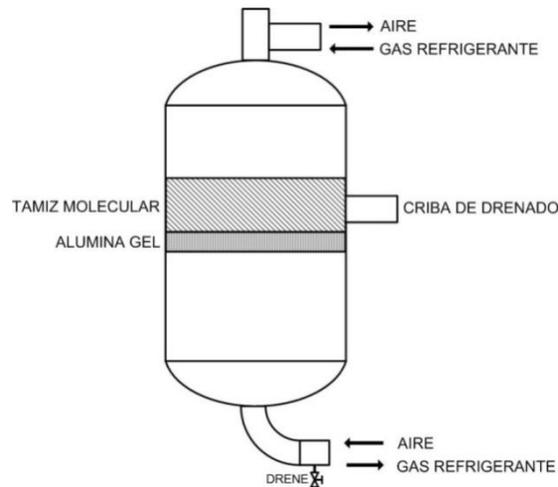
La zeolita está ahora preparada para el secado del aire. Las moléculas de agua se unen fuertemente a la superficie de los poros, a esto se le conoce con el nombre de absorción.

Debido a esta estructura molecular especial con los poros, los tamices moleculares recogen otros contaminantes, tales como dióxido de carbono CO_2 , acetileno C_2H_2 y la mayoría de hidrocarburos. Los tamices moleculares fabricados a partir de cristales de zeolita se unen a un material cerámico y forman perlas o bolas de unos 5 mm de diámetro. Estas se colocan dentro de un recipiente cilíndrico como un lecho sobre una placa con pequeños orificios.

El aire se alimenta por el fondo del recipiente, pasa a través del tamiz molecular y sale por la parte superior. En dirección opuesta se alimenta nitrógeno impuro caliente para extraer el agua, a esto se conoce como regeneración. Por tanto se tienen dos recipientes, uno para el secado y el otro para la regeneración.

El sistema de purificación de aire tiene dos contenedores cuando una de ellos está en línea la otra esta en reactivación. El ciclo de generación de secado es 8 a 10 horas aproximadamente.

Figura 6. **Tamices moleculares por adsorción**



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

Los tamices moleculares son muy sensibles a las gotas de agua. Cuando el agua se fija, se libera energía y cuando aparecen las gotas de agua, el aumento de temperatura es muy grande y riesgoso de que las perlas o bolas de los tamices moleculares se dividan.

Por lo tanto en el fondo de los tamices moleculares, por donde entra el aire, existe una capa de alúmina gel que es un medio de secado muy común fabricado de óxido de aluminio. Usar la alúmina gel tiene la ventaja de que se necesita menos energía para extraer el agua.

El ciclo de generación de secado es de 8 a 10 horas para completarse, mientras que el cambio de batería (absorción regeneración) se realiza manualmente. Además el nitrógeno impuro utilizado para la regeneración se calienta a 200 °C en un calentador eléctrico.

El calentamiento continúa hasta que la temperatura de salida esté en el nivel adecuado, para que el agua pueda extraerse con el gas de regeneración.

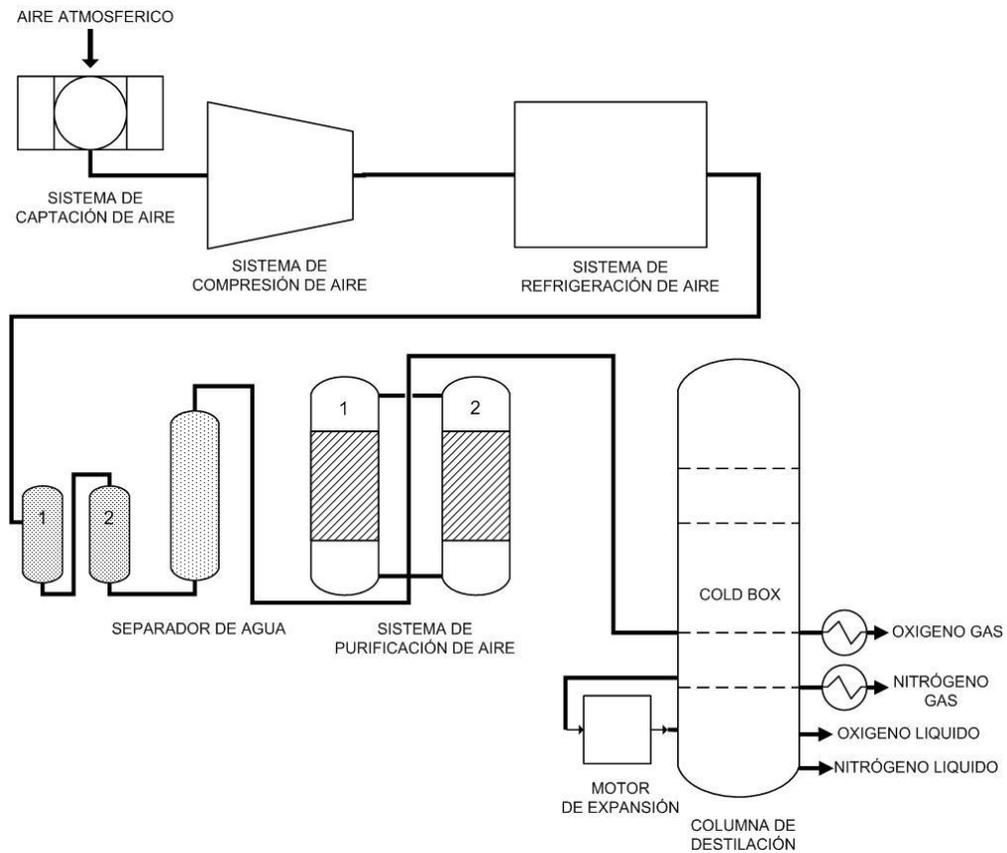
- Sistema de rectificación de aire: columna de destilación: una vez el aire purificado y seco en los sistemas anteriores, ingresa a la etapa de rectificación llamada también destilación, donde el aire se separa en sus componentes principales debido al principio físico fundamental; los líquidos con un punto de ebullición más bajo, se evaporan más fácilmente que los líquidos con un punto de ebullición más alto.

La separación física de los componentes del aire se realiza en el lugar denominado *cold box*, que es la llamada columna de destilación donde el aire es separado en sus componentes principales por diferencias de puntos de ebullición.

Los gases se separan uno del otro por medio de un proceso de destilación, con el cual los gases son alternativamente condensados y vaporizados en las columnas hasta llegar a la concentración que se desee para cada gas.

Este proceso está basado en el hecho de que diferentes gases tienen diferentes puntos de ebullición. El punto de ebullición del oxígeno es de -83 °C; el de argón, -186 °C; y el del nitrógeno, -196 °C. Los productos; oxígeno y nitrógeno obtenidos pueden almacenarse en estado líquido o gaseoso para su distribución.

Figura 7. **Esquema proceso de producción de nitrógeno gas de alta pureza y oxígeno gas del 99,5 % de riqueza**



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

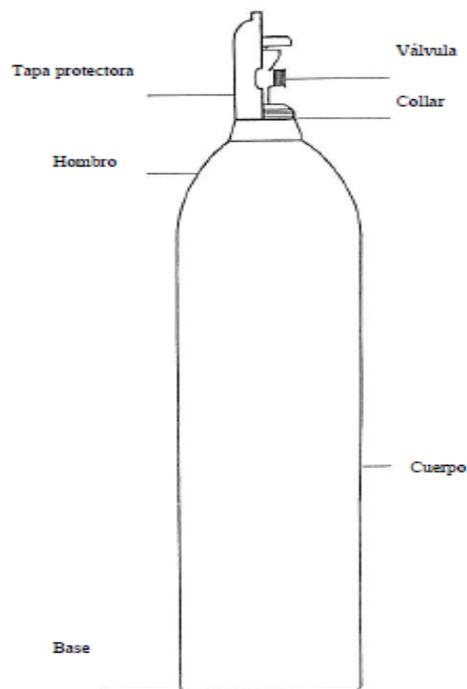
1.7. Recipientes portátiles: generalidades

Los gases son acondicionados y transportados en recipientes portátiles denominados cilindros de alta presión, construidos especialmente para este fin controlándolo en forma segura para el usuario. Todos los cilindros utilizados son fabricados bajo las normas del Departamento de Transportes DOT, organismo regulador de estos envases en Estados Unidos.

1.7.1. Descripción del cilindro

Los cilindros de alta presión para gases comprimidos son envases de acero de calidad especial, fabricados sin uniones soldadas y tratados térmicamente para optimizar sus propiedades de resistencia y elasticidad. Estos cilindros son llenados a alta presión, comprimiendo el gas en el reducido espacio interior del cilindro.

Figura 8. **Cilindro de alta presión**



Fuente: Norma Venezolana. Cilindro de alta presión. Requisitos para la verificación de diseño y mantenimiento. CONVENIN 3017:2000. p. 8.

1.7.2. Clasificación y capacidad de cilindros

Según la calidad del acero, los cilindros pueden ser tipo 3A de acero al manganeso, de pared gruesa, o 3AA generalmente de cromo molibdeno, de pared delgada. Los cilindros del tipo 3AA representan una ventaja para el usuario ya que son más livianos y resistentes para un determinado volumen y presión de servicio. Existen fabricados con aleaciones de aluminio (3AL), que son más livianos que los cilindros de acero, características que los hacen muy utilizados para ciertas aplicaciones. Los cilindros pueden ser de distintos tamaños, y por lo tanto de diferentes capacidades. El espesor de pared varía entre 5 y 8 mm, salvo en la base y en el hombro, en que el espesor aumenta para hacer seguro el manejo y permitir el estampado con letras y números, de los datos y valores indicados por las normas, la tabla I muestra las capacidades y tamaños de los cilindros.

Tabla I. **Capacidad de los cilindros**

TIPO DE CILINDRO	CAPACIDAD m ³
D	0.45
E	0.65
10	1.50
20	2.00
30	3.00
36	3.60
39	5.00
40	8.00
43	8.00
50	8.50
59	8.50

Fuente: elaboración propia con datos de ECOGAS.

1.7.3. Colores de los cilindros

Es fácil imaginar las desastrosas consecuencias que pueden ocurrir debido al uso de un determinado gas en lugar de otro. Para evitar que sucedan accidentes de este tipo, las conexiones de salida de las válvulas tienen roscas cuyas formas diversas no permiten el acoplamiento inadecuado de reguladores de presión y otros equipos para el uso de gas. Aparte de esta identificación, los cilindros son pintados en función de su contenido usando código de colores. (Ver tabla III)

1.7.4. Presión de los cilindros

Los cilindros son diseñados y construidos para determinada presión de trabajo. Existen cilindros para una presión de trabajo de 1800, 2015, 2100, 2265 y 2400 psi. Es muy importante que los cilindros sean llenados a una presión compatible con los requisitos para los cuales fueron construidos. Los llenados con presiones más altas que las permitidas por el diseño provocan que el cilindro se deteriore en forma prematura, incluso con una posible explosión.

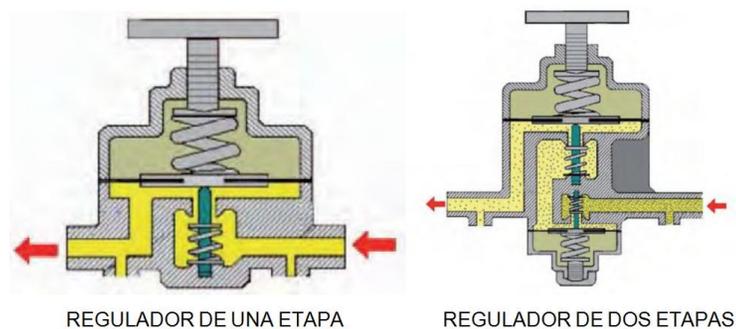
1.7.5. Reguladores

Un regulador de presión, es un dispositivo mecánico que permite disminuir la elevada presión del gas en el cilindro, hasta la presión de trabajo escogida y mantenerla constante. Cada regulador está diseñado para un rango de presiones determinado y para un tipo de gas específico.

Tipos de reguladores

- Regulador de una etapa: este tipo de regulador reduce la presión del cilindro a la presión de trabajo en un solo paso. Cuando la presión de la fuente varía presenta una pequeña variación en la presión de salida.
- Regulador de dos etapas: está diseñado para obtener una regulación de la presión de salida constante. La regulación se realiza en dos pasos:
 - El primero se baja desde la presión alta de la fuente (cilindro) hasta una presión intermedia.
 - El segundo se baja desde la presión intermedia hasta la presión de trabajo. Así, la segunda etapa recibe siempre la presión intermedia constante aunque la presión de la fuente esté variando en forma continua. Con esto se obtiene una presión de trabajo precisa y constante a la salida del regulador.

Figura 9. Tipos de reguladores



Fuente: INFRA de El Salvador S. A de C.V. Manual de seguridad. p. 25.

1.7.6. Válvulas

Las válvulas de los cilindros son dispositivos que permiten el relleno y vaciado con seguridad. De igual modo, estas válvulas son un medio eficiente y seguro de inyección del flujo de gas dentro de un sistema. No están hechas para controlar la presión.

Tipos de válvulas

- Válvulas con sello de presión: se usan para gases envasados a alta presión, de tipo industrial. Tiene perillas debido a la baja torsión requerida para cerrarlas y sellar la válvula.

Figura 10. **Válvulas con sello de presión**



Fuente: INFRA de El Salvador S. A. de C.V. Manual de seguridad. p. 22.

- Válvulas con Pin-Índex: se usan en el área médica. Aunque la torsión requerida para cerrar y sella esas válvulas es baja, el vástago de la válvula está diseñado con laterales plano, de modo que pueda utilizarse una llave apropiada para hacerlo con seguridad.

Figura 11. **Válvulas con Pin-Índex**



Fuente: INFRA de El Salvador S. A. de C.V., Manual de seguridad. p. 22.

1.8. Termos criogénicos: generalidades

Son envases portátiles para líquidos criogénicos, fabricados de doble pared con aislamiento térmico de alto vacío, que se usan para distribución de oxígeno, nitrógeno, en estado líquido.

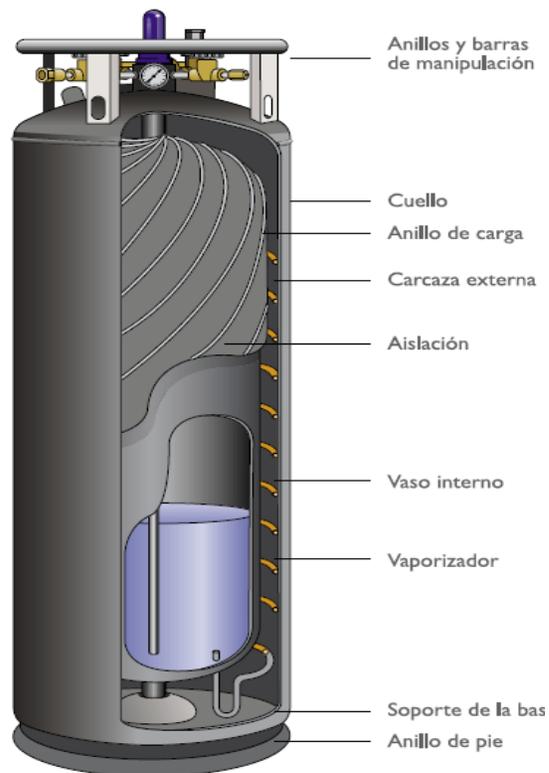
1.8.1. Descripción del termo criogénico

Características:

- El recipiente interno es de acero inoxidable y el exterior puede ser de acero al carbono o acero inoxidable.
El alto vacío evita la transferencia de calor, lo que permite mantener la baja temperatura requerida.
- Posee dispositivos que mantienen la presión dentro de los límites de seguridad, pudiendo proporcionar el producto tanto en líquido como en gaseoso.

- La máxima presión de trabajo es 230 psi
- Sistema de seguridad: Poseen válvula de alivio y disco de ruptura que hacen su manejo y transporte muy seguro.

Figura 12. **Vista en corte y componentes de un terreno**



Fuente: INDURA, Manual de gases. p. 58.

1.8.2. Clasificación

Según la capacidad y contenido del termo se clasifica de la siguiente manera:

Tabla II. **Capacidad de termos (Dewar)**

Gas	Tamaño	Capacidad		Peso del contenido (Libras)
		Líquido (Litros)	Gas (Pie cúbico)	
Oxígeno	190	181	5000	416
	160	169	4687	389
Nitrógeno	190	181	4016	293
	160	169	3767	274

Fuente: elaboración propia con datos de ECOGAS.

2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

2.1. Diagnóstico

Antecedentes:

ECOGAS, S. A. es una empresa que se dedica a producir, proveer gases médicos e industriales y prestar servicios con tecnologías a nivel global de la industria, a la salud y para el bienestar humano. Aporta soluciones innovadoras, confiables y rentables para los clientes, con altos estándares de calidad y seguridad, con respeto al desarrollo económico, al bienestar de la empresa y a la sociedad.

Para asegurar calidad, seguridad y vida en los recipientes portátiles se debe contar con un programa de mantenimiento preventivo adecuado, el cual permita brindar confiabilidad para prestar un servicio adecuado al usuario y así evitar tener los envases portátiles fuera de circulación por mucho tiempo, además de una adecuada documentación que estandarice el proceso de producción.

2.1.1. Identificación de la problemática a resolver

La empresa referida no posee un control adecuado en el manejo de cilindros en cuanto al almacenaje, distribución, vaciado, llenado y mantenimiento de los mismos, para los recipientes médicos e industriales. Los cuales son de suma importancia que funcionen en óptimas condiciones.

Esto implica realizar trabajo de campo y constatar el uso de cada uno de estos recipientes dentro y fuera de las instalaciones. Siendo de esta forma se establecerán cuales son los problemas recurrentes en el uso de los cilindros, las soluciones adecuadas y pertinentes.

2.1.1.1. Identificación de involucrados

Este proceso es complicado porque si bien es cierto la compañía es la encargada del mantenimiento adecuado del equipo y cilindros, también los clientes tienen un papel importante en el manejo adecuado del equipo independientemente si son para uso médico e industrial y tomar la responsabilidad en el manejo de este equipo por parte del personal.

Tabla III. **Involucrados**

BENEFICIARIOS DIRECTOS	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Clientes • Personal operativo • Personal de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Vendedores • Jefe de planta • Gerente general

Fuente: elaboración propia.

2.1.1.2. Descripción de la problemática

Los gases médicos e industriales son transportados y acondicionados en recipientes portátiles, los cuales están diseñados y construidos para soportar altas presiones, brindando seguridad para el usuario. Estos recipientes necesitan de mantenimiento a un determinado tiempo para seguir cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñados y fabricados.

Actualmente ECOGAS, S. A. aplica únicamente el mantenimiento correctivo, el cual es desarrollado cuando un cilindro esta en mal estado, el recipiente debe ser sacado de circulación para la pronta reparación.

La Alta Gerencia ha visto en muchas ocasiones que los recipientes portátiles no cumplen con la demanda del mercado. Esto se debe a que los cilindros no son devueltos en el lapso estipulado y que los cilindros están fuera de servicio a causa del tardado mantenimiento correctivo que se aplica, lo que ocasiona pérdidas a la empresa.

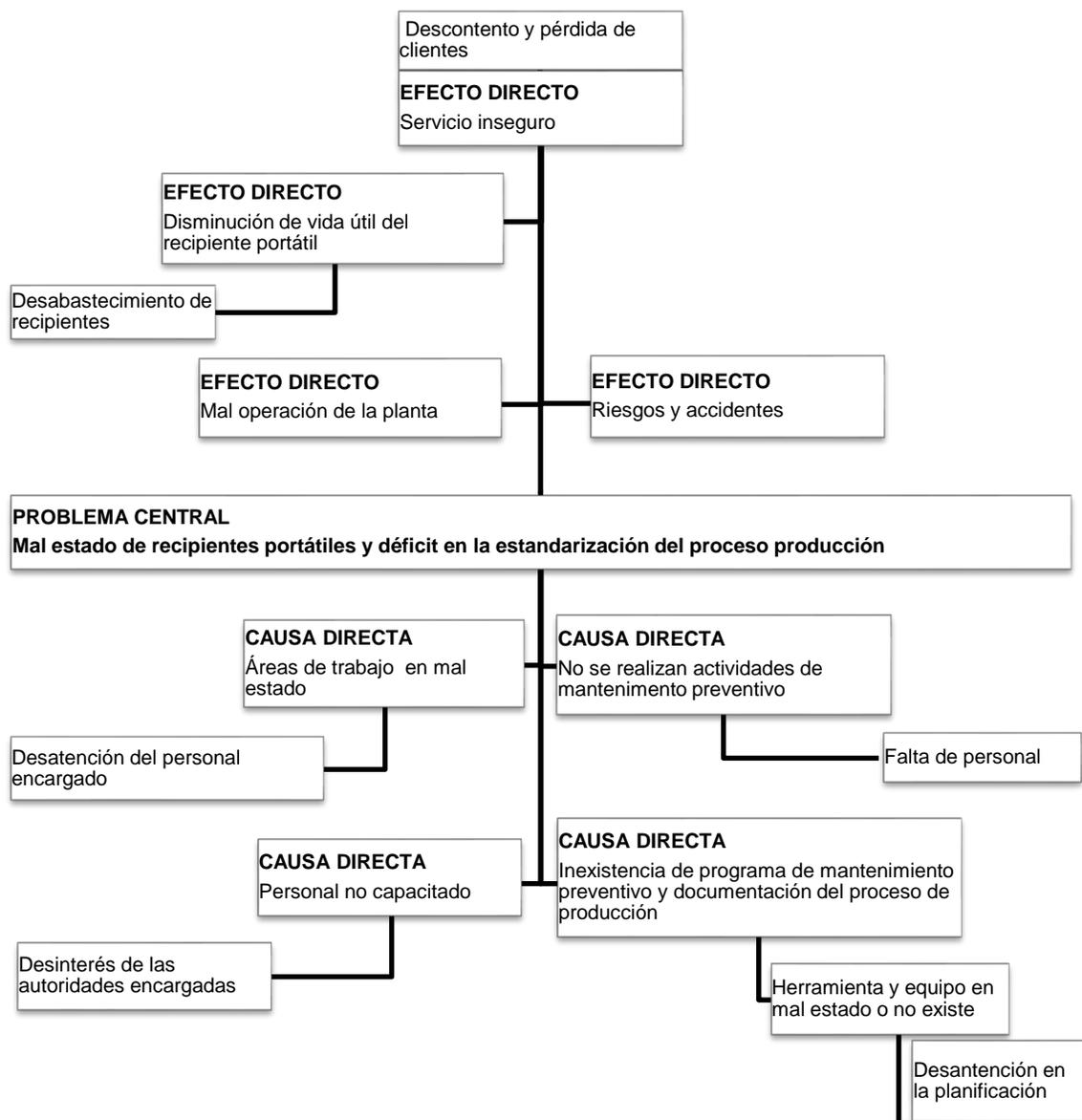
La Gerencia General ve una oportunidad de ampliar el mercado de ECOGAS, S. A., asimismo, aumentar la calidad del producto y por ende la satisfacción del cliente, certificando la empresa con la Norma ISO 9001, por esta razón se deben documentar los procesos de valor de la organización. Por las razones antes expuestas se diseñará el programa de mantenimiento de recipientes portátiles y la documentación del proceso de producción de acuerdo a la Norma ISO 9001.

2.1.1.3. Análisis de árbol de problemas

Al realizar este análisis y la posterior gráfica de este árbol de problemas, no se realiza para localizar culpables del deterioro o mal manejo de los cilindros. Por el contrario lo que se pretende es detectar áreas críticas o rutas críticas en el proceso que tiene cada cilindro desde que sale de la compañía hasta el destino final y viceversa. Siendo de esta forma cada persona o puesto tiene importancia y ninguno es menos importante que el otro.

Porque se involucra la compañía y el equipo de trabajo conformado por el Departamento de Mantenimiento, personal administrativo, personal de ventas, transporte. Y los clientes que es el destinatario final en el manejo de los cilindros por parte del personal que los utiliza, para uso médico o industrial.

Figura 13. **Árbol de problemas**

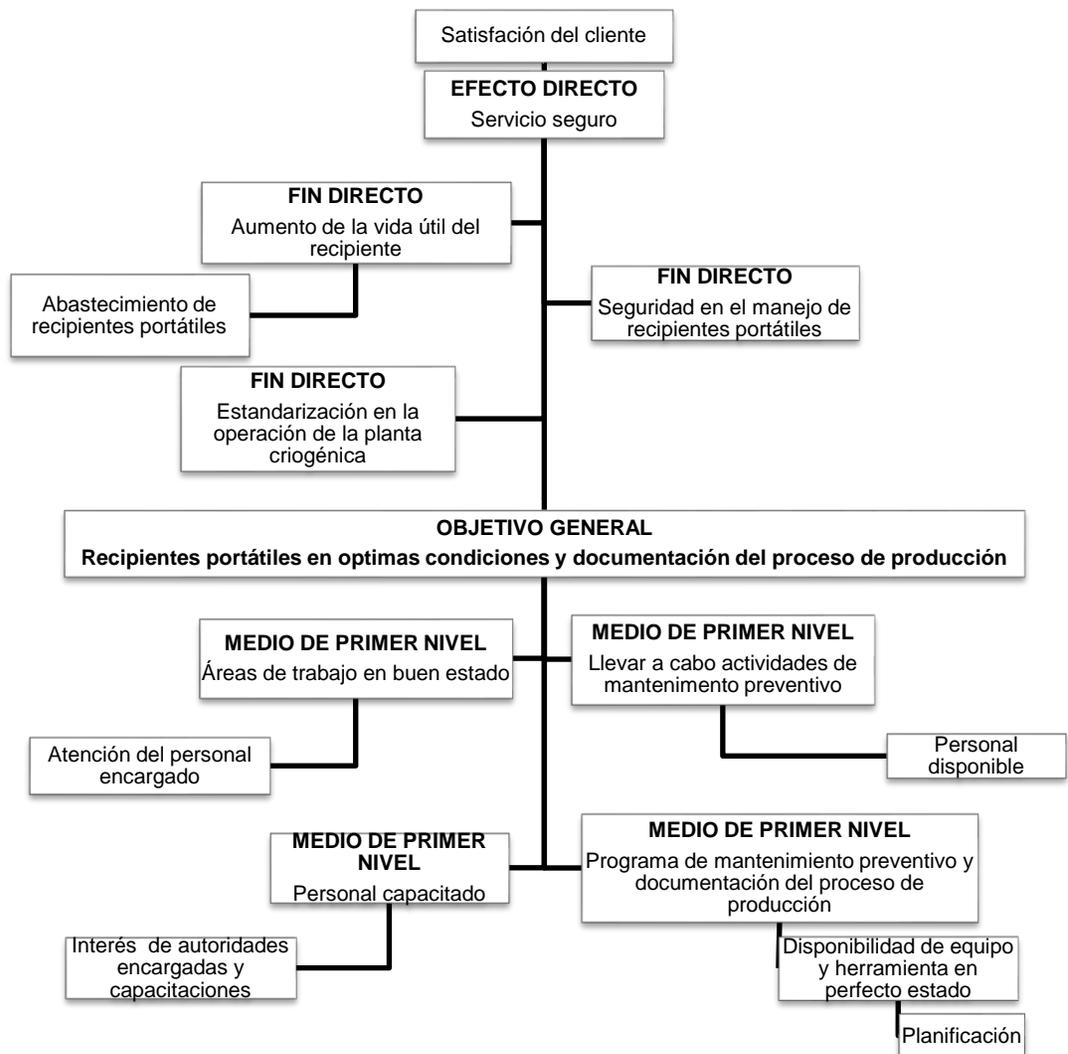


Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel.

2.1.1.4. Análisis/gráfica árbol objetivos

Previo realizado el análisis anterior y detectado los problemas, se plantean los objetivos necesarios para que se cumplan estos. Aunque en este proceso se detectan varios objetivos se les da mayor importancia a los que tienen un punto crítico en el proceso de los cilindros

Figura 14. **Árbol de objetivo**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel.

2.1.1.5. Generación de alternativas

Se proponen las siguientes alternativas:

- Capacitación constante del personal involucrado
- Adquisición de equipo y herramienta para el correcto mantenimiento
- Reubicación del taller de mantenimiento
- Compromiso de la Gerencia y el personal de la empresa
- Realizar informes de las actividades realizadas

2.1.1.6. Conclusión de alternativas

Las alternativas antes descritas son viables de acuerdo al tamaño de la organización, lo que puede ocasionar un mayor costo es la adquisición de equipo y herramienta para el mantenimiento, pero es indispensable para mantener los recipientes en las mejores condiciones de servicio. La reubicación de taller de mantenimiento es obligatorio hacerlo ya que está mal ubicado y poco especializado, por lo que debe equiparse tanto para realizar pruebas como para las actividades de inspección en los recipientes portátiles.

2.1.2. Análisis del taller de mantenimiento

El taller de mantenimiento de ECOGAS cuenta actualmente con 3 puestos de trabajo para el mantenimiento general de los recipientes portátiles, los conocimientos que ellos poseen son empíricos, no cuentan con estudios especializados, si no que los conocimientos que poseen han sido por la experiencia adquirida dentro de la empresa, ellos han sido tomados en cuenta para trabajar en dicho departamento por las aptitudes que han demostrado.

El taller de mantenimiento se encuentra dentro de la planta a un costado del área de llenado, el área del taller solo se delimita por medio de señalización, ya que no cuenta con una división física, las condiciones en que este se encuentra son malas, se cuenta equipo poco especializado y medidas de seguridad deficientes. Tener el taller sin divisiones físicas puede ocasionar contaminación al ambiente del área de llenado y accidentes con el personal de la planta. Equipo utilizado:

- Herramienta (llaves, taladro, juego de marcaje de cilindros, martillo), y todas los insumos necesarios para un buen mantenimiento correctivo.
- Equipo para prueba hidrostática: actualmente este equipo tiene problemas de fuga, la fuga en la bomba ocasiona perdida de presión, por lo que la prueba realizada en los cilindros no es correcta.

Figura 15. **Equipo de prueba hidrostática**



Fuente: elaboración propia con datos de ECOGAS.

- Banco de trabajo: es la prensa donde los cilindros son sujetados para retirar la válvula y prueba hidrostática, solo se cuenta con una prensa. Se tiene el inconveniente que la prensa está diseñada únicamente para cilindros de 220 y 300 pies cúbicos, para sujetar cilindros de menor tamaño se coloca una base sobre la superficie y luego sobre ella se coloca el cilindro lo que puede ocasionar accidentes.

Figura 16. **Prensa de cilindros**



Fuente: elaboración propia con datos de ECOGAS.

- Secadora de recipientes: los recipientes deben ser secados después de ser lavados, esto se consigue mediante introducirles aire caliente, la secadora cumple con las necesidades de secado.

Figura 17. **Secadora de cilindros**



Fuente: elaboración propia con datos de ECOGAS.

2.2. Historial de mantenimiento de recipientes portátiles

El mantenimiento que se realiza es de tipo correctivo, este mantenimiento surge por el fallo y daño en cilindros y termos portátiles. El procedimiento para dicho mantenimiento se realiza por medio del encargado de planta, este designa al operario de manera verbal, para identificar los cilindros en mal estado y someterlo al mantenimiento adecuado.

Los planes de mantenimiento de los recipientes portátiles se limitan únicamente a la limpieza e inspección de manera informal, por lo que un programa de mantenimiento preventivo que revise a nivel global las actividades de un mantenimiento adecuado tendría un gran beneficio en el control y seguimiento de los recipientes para mantenerlos en condiciones que garanticen seguridad y calidad en su servicio.

Un cilindro o un termo portátil es llevado a mantenimiento si y solamente si este posee un daño que lo deje fuera de servicio, entre los problemas se puede mencionar:

- Pintura deteriorada
- Abolladuras
- Perdida de accesorios
- Válvulas dañadas
- Marcaje y etiquetado no visible
- Dobleces en termos criogénicos
- Daños en manómetros y reguladores

En la actualidad el Departamento de Mantenimiento no cuenta con personal profesional que lleve el seguimiento de las actividades realizadas. El personal de mantenimiento ha adquirido el conocimiento de los procedimientos a través de su propia experiencia dentro de la empresa.

2.2.1. Mantenimiento actual

A continuación se describe cada procedimiento que actualmente realiza ECOGAS en sus recipientes portátiles para el envasado de gases médicos e industriales.

2.2.1.1. Actividades de mantenimiento

Inspección externa el cilindro es inspeccionado por:

- Daño por fuego
- Quemaduras causadas por soldadura de arco eléctrico o soplete

- Adiciones o modificaciones no autorizadas
- Abolladuras, picaduras, cortes, raspaduras o canales, abombado
- Corrosión, especialmente en su base
- Otros efectos tales como: marcación, estampado no autorizados, limado y alteraciones de datos técnicos.

No se posee registros de esta inspección

- Inspección interna: la inspección interna se realiza con el método de luz, que se realiza introduciendo luz dentro del recipiente inspeccionado para verificar si este posee impurezas o daños causados por el servicio prestado.

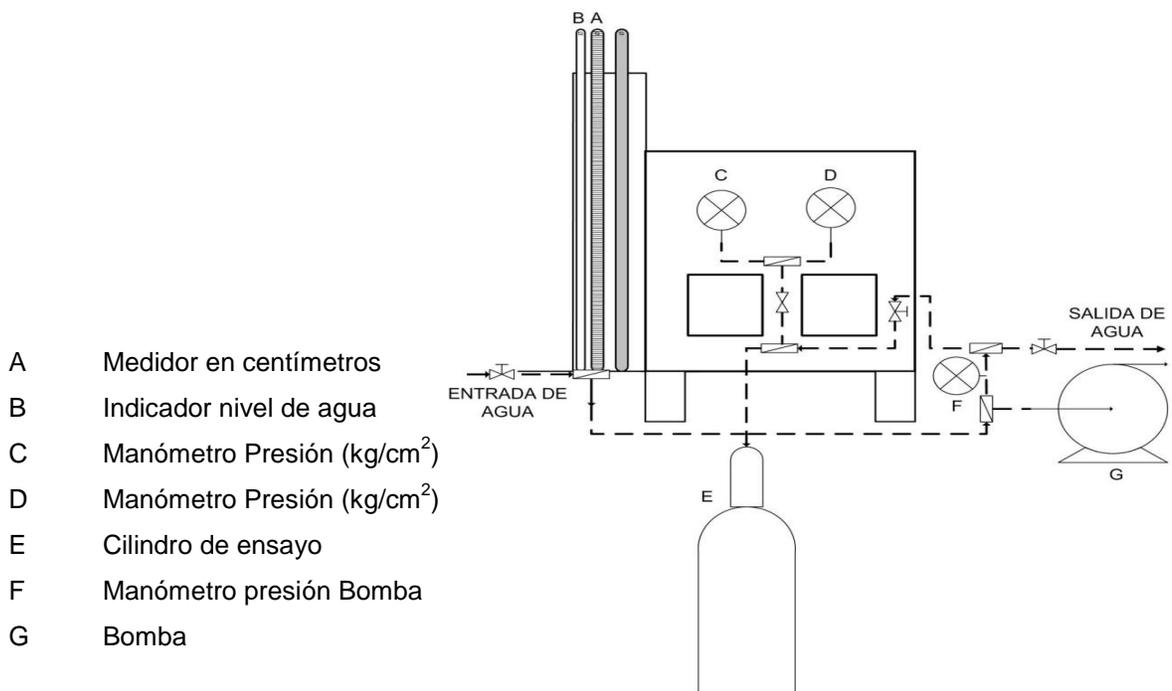
La herramienta utilizada es un foco que se introduce dentro del cilindro, esta fue diseñada por un técnico dentro de la empresa, la herramienta es deficiente, por lo que la inspección no cumple del todo durante la inspección interna.

- Limpieza
 - Todo recipiente que presente exceso de pintura, óxido o sustancias no deseadas se debe limpiar externamente por un método adecuado.
 - Si un cilindro posee mal apariencia, proceder a la limpieza de todo su cuerpo mediante técnica de lijado.
 - Luego de quitar sustancias no deseadas y pintura deteriorada, lavar con solución caústica.

- Lavar el cilindro con agua fría
- Secar internamente los recipientes por medio de aire seco: como es una actividad sencilla y se cuenta con las herramientas necesarias, actualmente no representa problema durante el mantenimiento.
- Cambio de válvula
 - Verificar si las válvulas están dañadas, si están defectuosas proceder a cambiarlas.
 - Antes de colocar nuevamente el cilindro en servicio, cada válvula debe ser inspeccionada y mantenida para su desempeño satisfactorio y cierre sin fugas.
- Pintura: debe pintarse el cilindro de acuerdo al gas que se maneje y de acuerdo a las normas establecidas. Actualmente solo se pinta el cilindro sin llevar un control de registros.
- Etiquetado: los cilindros de ECOGAS, S. A. llevan dos tipos de etiquetas, una correspondiente para el rastreo del recipiente y otra que identifica el tipo de gas, medidas de seguridad, dueño, si esta última se daña no se vuelve a colocar, lo que puede ocasionar accidentes por falta de información de seguridad.
- Pruebas realizadas
 - Prueba de olor: se verifica sí el olor del gas es el correspondiente al recipiente en prueba.

- Al realizar esta prueba se deben tomar medidas de seguridad, medidas que no se tienen ya que se hace directamente con el sentido del olfato para determinar el gas envasado.
- Prueba hidrostática: cada cilindro debe ser sometido a una prueba de presión hidráulica. Este puede ser un ensayo de presión de prueba o un ensayo de expansión volumétrica, el cual debe ser realizado en el taller y por personal capacitado.

Figura 18. Diagrama prueba hidrostática

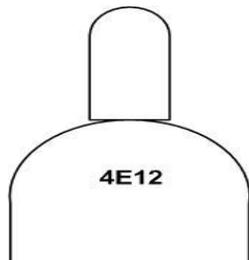


Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

Desarrollo:

- Colocar cilindro en la prensa
- Colocar válvula alta presión al cilindro (boquilla hembra)
- Conectar manguera al cilindro en prueba
- Abrir llave de paso agua
- Llenar completamente el cilindro de agua
- Verificar el nivel en 1.40 m³ (medidor en centímetros A)
- Abrir válvula de manómetro A
- Válvula cerrada manómetro B
- Cerrar válvula venteo
- Encender *swich* bomba de agua
- Tiempo de prueba 1 minuto
- Abrir válvula de venteo para bajar la presión en el cilindro
- Vaciar cilindro
- Verificar estado del cilindro (grietas, abombamiento, etc.)
- En caso de que el cilindro haya superado la prueba proceder a la limpieza, secado y marcación de la fecha de la prueba hidrostática.
- La fecha de la prueba debe marcarse de la siguiente manera:
 - (4) Mes de prueba
 - (12) Año de prueba,
 - (E) Símbolo de la empresa que realizo la prueba

Figura 19. **Marca de prueba hidrostática**



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

Solo se cuenta con un técnico para realizar esta prueba, en otras ocasiones lo hace personal no capacitado, con lo que puede caerse en realizar al recipiente portátil una incorrecta prueba hidrostática, además de arriesgarse a ocasionar accidentes.

- Prueba de fuga: prueba que se realiza por medio de agua con jabón, se derrama sobre el cilindro y se observa si el recipiente posee fuga o no. No se tiene control sobre esta prueba.

2.2.2. Control de insumos y repuestos

Los insumos y repuestos disponibles, es decir, con los que se cuenta físicamente para ser usados, deben corresponder a las necesidades del mantenimiento en todo momento, para que estos no interrumpan las actividades de llenado. Actualmente ECOGAS, S. A. no posee un sistema que lleve el control de los repuestos e insumos por lo que se no cumple con un *stock*, ya que en muchas ocasiones se debe esperar hasta el repuesto o insumo correspondiente llegue al Departamento de Mantenimiento para proceder a realizar las actividades del mantenimiento correctivo.

2.3. Identificación y control de recipientes portátiles

Cada uno de los cilindros debe ser debidamente identificado por medio de etiquetas las cuales dan los datos exactos como por ejemplo: el peso, que contenido transportan, normas de manejo, forma de transportarlos entre otros. Para tener un control de calidad adecuado en estos recipientes y así prolongar el ciclo de vida útil.

2.3.1.1. Cilindros metálicos

Identificación de los cilindros: todos los cilindros deben llevar una serie de signos estampados en el hombro que identifican dueño, normas de fabricación y control.

Datos de clasificación:

- Norma de clasificación (DOT)
- Tipo de material (3AA)
- Presión de servicio (2400 psi)

Datos de fabricación:

- Número de serie del cilindro
- Identificación del fabricante
- Mes y año de fabricación

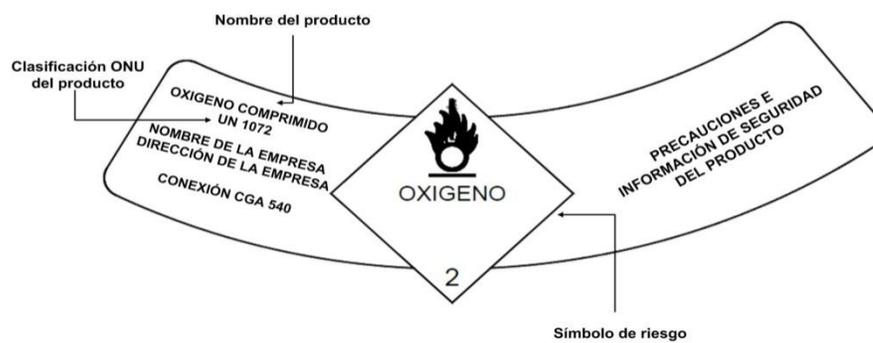
Marcas adicionales:

- Fecha de prueba hidrostática

Identificación del contenido del cilindro

- Etiqueta de identificación en el hombro del cilindro.

Figura 20. **Etiqueta de identificación del contenido**



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 2462 (Etiquetado de precaución y marcación de contenedores para gases comprimidos). p. 62.

- Tipo de conexión CGA de la válvula del cilindro. ver figura 24, página 63.
- Color del cilindro, según el contenido de gas envasado, ver tabla III. colores de identificación para los cilindros.

Tabla IV. **Colores de identificación para los cilindros**

TIPO DE GAS	COLOR DE IDENTIFICACIÓN	
Oxígeno	Verde	
Nitrógeno	Negro	
Dióxido de Carbono	Gris Claro	
	Rojo extinguidores	
Oxígeno Medico	Gris Plateado-Verde	
Argón	Azul	
Mezcla	Azul-Gris	
Aire Comprimido	Blanco	
Helio	Café	
Acetileno	Amarillo	

Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

Control

El control de cilindros se realiza mediante una etiqueta que está colocado en el hombro del recipiente.

Figura 21. **Etiqueta de control de cilindros**

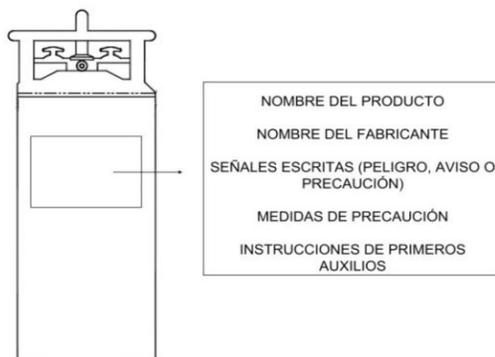


Fuente: etiqueta, ECOGAS S. A.

2.3.1.2. **Termos criogénicos**

Identificación: se utiliza una calcomanía que identifica a cada gas, colocada en el cuerpo del recipiente en la cual se menciona el nombre del gas y precauciones principales para el manejo.

Figura 22. **Etiqueta identificación de termos**

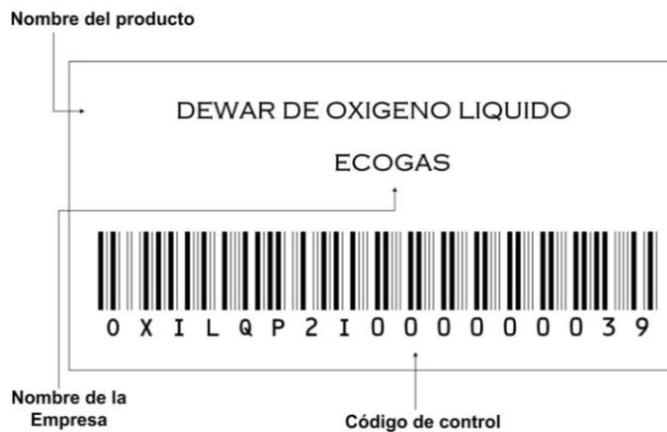


Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

Control

Al igual que en los cilindros, para tener el control adecuado de un termo este debe llevar en su parte superior una calcomanía que identifique el producto, la empresa y el código correspondiente.

Figura 23. **Etiqueta de control de termos**



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

2.4. Almacenamiento y manejo recipientes portátiles

En general, la utilización de recipientes portátiles debe hacerse con mucho cuidado, para evitar accidentes. La simple manipulación acarrea riesgo para el trabajador porque habitualmente su tamaño y peso son considerables a ocasionar aplastamiento, golpes, cortes, fracturas, sobreesfuerzo, y otras lesiones musculoesqueléticas.

2.4.1.1. Cilindros metálicos

Almacenamiento:

- El almacenamiento de cilindros metálicos posee las siguientes características:
 - Excelente ventilación
 - Piso nivelado
 - Protección adecuada a la intemperie
 - Alejada de fuentes de calor
 - Rotulación de seguridad
 - Cilindros asegurados de modo que no corren el riesgo de caerse
 - Áreas disponibles para cada tipo de gas almacenado
 - Áreas disponibles para almacenar los recipientes vacíos
 - Perfectas condiciones de limpieza en las áreas de almacenamiento.

- Asegurar los cilindros a una estructura firme de modo que no corran riesgo de caerse, en posición vertical, en grupos compactos, enganchándolos juntos de tal manera que cada uno esté en contacto físico con los otros que lo rodean. La caída de uno solo de los cilindros, puede provocar un efecto dómينو.

- No almacenar los cilindros en áreas de circulación ni cerca de bordes o plataformas. Evite el almacenamiento en áreas donde se realicen actividades que puedan dañarlos o contaminarlos.

- Nunca almacenar cilindros junto con materiales inflamables
- No permitir que los cilindros que contengan gas alcancen temperaturas mayores a 55 °C en el lugar de almacenamiento.
- Asegurar los cilindros en forma vertical, mediante una cadena a una muralla o a un poste, cuando el cilindro este almacenado o en uso.
- En todo momento los cilindros deberán mantener puesto la tapa o capuchón, salvo este vaya a ser utilizado, de ser así debe desenroscar la tapa con cuidado de no ir a balancear bruscamente el cilindro con el fin de evitar caídas o maltratar la válvula.

Manipulación:

- Usar calzado de seguridad y guantes
- Nunca intentar transferir gases de un cilindro a otro, esta práctica implica grandes riesgos e innumerables accidentes fatales
- Evitar calentamiento que cause un aumento de la presión del cilindro
- No usar los cilindros como rodillos para transporte de carga
- No dejar sobre el cilindro objetos que puedan dificultar el acceso a la válvula.
- Verificar que se use el gas correcto, consultando el código de colores
- Nunca hay que dirigir corriente de gas hacia otras personas
- Una vez retirada la tapa o capuchón se debe abrir la válvula del cilindro ligeramente y despacio con el fin de purgarla de polvo o residuos que se puedan encontrar en ella antes de conectarle le regulador y ponerlo en servicio. En todo momento el operario o usuario deberá ubicarse en la parte posterior a la salida del gas.

- Verificar si no hay fugas con una solución de agua y jabón
- Para hacer rodar un cilindro, controlar su equilibrio con una mano en capuchón o tapa manteniendo el recipiente cerca del cuerpo. Hacerla rodar situando la otra mano en el cuerpo del cilindro.
- Para transportar un cilindro, usar un carrito o carretilla adecuada
- Para instalar o almacenar un cilindro, hacerlo siempre de manera estable, sujetándolo a un soporte.

2.4.1.2. Termos criogénicos

Almacenamiento:

- Los termos deben ser almacenados en zonas o áreas designadas para termos llenos y vacíos. Deben estar separados por tipo de gas.
- Se recomienda mantener los termos de gases medicinales separados de los otros productos.
- Debe almacenarse con cuidado de la válvula y dispositivo de seguridad, venteen hacia área segura (lugar ventilado).
- Manténgalos a la sombra y alejados de fuentes de calor. Así se minimizan pérdidas.

Manejo:

- La operación y manejo de termos debe estar a cargo de personal especializado, adecuadamente y capacitado, que debe conocer las características de los gases con que trabaja.
- Utilizar siempre sin ninguna excepción en la operación de termos guantes y máscara facial transparente, para evitar quemaduras por frío.

- Ubicar siempre en forma vertical y en áreas bien ventiladas
- Para su transporte se debe utilizar carretillas especiales, también es posible levantarlo con montacargas. En distancias cortas puede ser inclinado levemente, para hacerlo rodar sobre su base.
- Para cargar y descargar termos criogénicos sueltos se debe utilizar dispositivos de elevación de potencia o diferencial.
- No se debe golpear, rodar o dejar caer un termo
- Jamás retirar el tapón de seguridad

En ECOGAS, S. A. se cumple con buenas condiciones del control de almacenamiento tanto de cilindros y de termos, se poseen áreas bien definidas para el almacenamiento de cilindros clasificándose por tipo de gas, cilindros llenos y vacíos, en iguales condiciones se realiza el almacenamiento de termos.

Con respecto a la manipulación de cilindros y termos, no se tienen las mejores condiciones, no siempre se utiliza el equipo de seguridad, no se utilizan carretillas para el transporte de cilindros y termos, en ocasiones porque no hay y en otras por desatención del personal.

2.4.2. Costo del mantenimiento actual

Actualmente el costo correspondiente de mantenimiento de un cilindro es de Q15,00 representa un costo estimado del mantenimiento, mano de obra, insumos y repuestos por cada recipiente a servicio del cliente.

2.5. Diseño del programa de mantenimiento

Debido al compromiso de ser mejor cada día y de proveer de un mejor producto, ECOGAS considera oportuno la implementación de un programa de mantenimiento preventivo que tenga como principios aumentar la rentabilidad, reducir los costos de operación y aumentar la vida útil de los recipientes portátiles.

2.5.1. Mantenimiento

Se considera que mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y de el servicio para lo que fue diseñado o para lo que fue adquirido por la empresa, ya que para muchas de éstas el objetivo del mantenimiento es la conservación del servicio que están suministrando los equipos, mismo que puede ser crucial para la continuación de ciertos procesos industriales.

Conforme envejece el equipo, sus componentes se desgastan, aumentando la frecuencia de falla y como consecuencia, los gastos de mantenimiento son mayores.

2.5.2. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento en cualquier industria se puede dividir en: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo.

2.5.3. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede definirse como la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción, las acciones que tratarán de eliminar las averías que originan las interrupciones. Su finalidad es reducir al mínimo las mismas y una depreciación excesiva de los equipos.

Debido al compromiso de la Alta Gerencia por la implementación de acciones de mejora a todo nivel. Se considera oportuna la creación de un programa de mantenimiento preventivo que tenga como principios aumentar la rentabilidad, reducir los costos de operación, aumentar la vida útil de los recipientes portátiles, al mismo tiempo se logrará garantizar altos estándares de calidad y seguridad para el cliente. Para el diseño del programa de mantenimiento se ha realizado un estudio y una serie de procedimientos que logren la conservación de los recipientes portátiles, estos se detallan más adelante.

2.6. Mecanismos para implementar programa de mantenimiento

Implementar las rutinas de mantenimiento, requiere compromiso, desde los jefes de departamento hasta los operadores de gases, no solo ideológico, sino también práctico. Implica un cambio de actitud y una coordinación logística de los recursos necesarios, para no dejar brechas abiertas que favorezcan el regreso de las prácticas del pasado. Es por eso que el mecanismo de implementación, debe basarse en cuatro puntos primordiales:

- Compromiso de la jefatura para aplicar el programa
- Capacitación e inducción a los operadores
- Aseguramiento del flujo continuo de los recursos necesarios, para que se encuentren disponibles cuando se requieran.
- Mantenimiento preventivo, monitoreo, control y operación

La interacción de estos puntos, permite la colaboración mutua, de manera bidireccional; la jefatura provee la capacitación y los recursos y recibe resultados; mientras que los operadores reciben la capacitación y recursos, con los que efectúan sus labores y devuelven los resultados de las tareas ejecutadas.

2.6.1. Objetivos del mantenimiento

El objetivo final del mantenimiento se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los recipientes portátiles.
- Disminuir la gravedad de las fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros en la rotación de cilindros y termos
- Evitar accidentes
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas

2.6.2. Ventajas del mantenimiento

Entre las ventajas de la aplicación de un adecuado programa de mantenimiento preventivo se puede menciona:

- Reducción de los tiempos muertos por desperfectos en los cilindros
- Mejora a nivel general de la imagen del departamento de mantenimiento
- Documentación e historial de las actividades de mantenimiento actualizadas.
- Involucramiento de todo el personal de la empresa en las tareas del mantenimiento.
- Aumento de la vida útil de los equipos
- Reducción en los costos de operación

2.6.3. Programación

La programación muestra las actividades de mantenimiento preventivo sobre un lote de cilindros con volumen de 300 ft³ y una presión de 2400 Psi. Las actividades están programadas para desarrollarse a lo largo de un año, que es cuando el ciclo de actividades vuelve a comenzar, dividido en trimestres que es la cantidad de tiempo máximo que un cilindro debe rotar. La programación dependerá del jefe de mantenimiento.

Tabla V. **Calendarización del mantenimiento**

No	Actividad de Mantenimiento	Ene Mar	Abr Jun	Jul Sep	Oct Dic	Ene Mar
1	Identificación del cilindro y preparación para inspección y prueba.	x	X	x	x	
2	Inspección visual externa.	x	X	x	x	
3	Despresurización y retiro de válvula.	x	X	x	x	x
4	Inspección de condiciones internas.	x				x
5	Inspección de válvula y otros accesorios.	x		x		x
6	Inspección cuello del cilindro	x				x
7	Cambio de partes del cilindro*	x				
8	Reparación del cilindro ****					
9	Operaciones finales**	x				
10	Prueba de contaminación interna	x				x
11	Prueba acústica	x	X	x	x	x
12	Prueba hidrostática***	x				

* Al momento de realizar la prueba hidrostática o antes de esta si fuera necesario.

** Al momento que se requiera

*** Debe realizarse a cada 5 años

**** La reparación del cilindro debe realizarse cuando sea necesario.

Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Excel.

2.7. Procedimientos: mantenimiento de recipientes portátiles

Cada recipiente debe someterse a inspecciones periódicas y ensayos, los siguientes procedimientos, conforman los requisitos para tener los cilindros en las mejores condiciones para el envasado de gases médicos e industriales. Los documentos utilizados en el programa de mantenimiento deben poseer un código que los identifique de la siguiente manera:

AA: es el tipo de documento

PR: procedimiento

CC: corresponde al correlativo por proceso

IC: inspección de cilindros

PC: pruebas a cilindros

SC: seguridad en mantenimiento de cilindros

FR: formato

MC: mantenimiento de cilindros

IT: Instructivo

2.7.1.1. Cilindros metálicos

Los cilindros que deben contener gas comprimido a alta presión, necesitan un control periódico de su estado, para seguridad de los usuarios. Cuando un cilindro entra a la planta de llenado, debe ser sometido a diversas inspecciones y pruebas. Cada cilindro debe someterse a inspecciones periódicas y ensayos. Los siguientes procedimientos, cuando sean aplicables, conforman los requisitos para dichas inspecciones y ensayos:

- Identificación del cilindro y preparación para la inspección a prueba
- Inspección visual externa

- Despresurización y retiro de la válvula
- Inspección de condiciones internas
- Inspección de la válvula y otros accesorios
- Inspección del cuello del cilindro
- Cambio de partes del cilindro
- Reparaciones de cilindro
- Operaciones finales
- Rechazo, condena e inutilización del cilindro
- Pruebas o ensayos

Se recomienda llevar a cabo los procedimientos en el orden mencionado anteriormente. En especial, se debe realizar la verificación de las condiciones internas antes del ensayo de presión.

Se deben rechazar los cilindros que no aprueben una inspección o ensayo. Cuando un cilindro aprueba los procedimientos arriba mencionados, pero la condición permanece en duda, se debe realizar ensayos adicionales para confirmar su conveniencia para continuar en servicio o se debe condenar el cilindro.

2.7.1.1.1. Inspección

La inspección del recipiente portátil conlleva una serie de procedimientos detallados de la siguiente manera.

Tabla VI. **Identificación del cilindro, preparación para la inspección y prueba**

	Código: IT-IC-01	Documento: Identificación del cilindro y preparación para la inspección y prueba
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Antes de realizar cualquier labor, se debe identificar los datos pertinentes del cilindro, su contenido y propiedad (por ejemplo, en el rotulado y marcado). Los cilindros con marcaciones incorrectas o ilegibles o contenido de gas desconocido deben apartarse para un manejo especial.</p> <p>El cilindro es propiedad de la compañía que lo llena, según se puede verificar en las marcas de propiedad o en símbolos registrados.</p> <p>El cilindro debe ser vaciado, controlando la presión de descarga.</p>		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Inspección visual externa**

	Código: IT-IC-02	Documento: Inspección visual externa
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Los cilindros de fondo plano deben permanecer de pie, sin necesidad de recostarse. No puede tener abombamientos, ni estar ovalados, ni encorvados, etc. Los cilindros con estos defectos se deben separar para una evaluación más profunda. Cada cilindro debe ser inspeccionado en busca de quemaduras de arco, evidencias de exposición al fuego o calor excesivo, cortes, hendiduras, abolladuras, esmerilado o con la información original adulterada, corrosión y picaduras. Los cilindros que muestren cualquiera de estas condiciones se deben separar para una evaluación más profunda.

El Cilindro debe ser inspeccionado primero por:

- Daño por fuego
- Quemaduras causadas por soldadura, arco eléctrico o soplete
- Adiciones o modificaciones no autorizadas

Todo cilindro que presente exceso de pintura, oxido o sustancias no deseadas se debe limpiar externamente por el método adecuado.

El cilindro debe ser inspeccionado en los siguientes aspectos:

- Abolladuras, picaduras, cortes, raspaduras o canales, abombado
- Corrosión, especialmente en su base
- Otros defectos tales como: marcación y estampado no autorizados, limado y alteración de datos técnicos

Los límites típicos están descritos en la guía de procedimiento A (ver anexo1).

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Despresurización y retiro de válvula**

	Código: IT-IC-03	Documento: Despresurización y retiro de válvula
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Se requiere despresurizar y retirar la válvula de los cilindros en los que se va a realizar inspección interna o ensayo mediante un ensayo de presión, Los cilindros que no se inspeccionan internamente de manera visual requieren despresurización y retiro de la válvula completos. Esto se realiza como medidas de seguridad interna y realizar de manera eficiente cada uno de los procesos mencionados.</p> <p>Cilindros que requieren despresurización</p> <p>Los cilindros deben despresurizarse y vaciarse de manera segura y controlada antes de proceder. Se debe prestar especial atención a los cilindros que contienen gases inflamables, oxidantes, corrosivos o tóxicos a fin de eliminar los riesgos en la etapa de inspección interna.</p> <p>Antes de retirar cualquier accesorio sometido a presión, por ejemplo, válvula, brida, etc., se debe realizar una verificación positiva a fin de garantizar que el cilindro no contenga gas bajo presión. Esto se puede realizar según se describe el procedimiento A empleando un dispositivo tal como el que se muestra en la figura B1, (ver anexo 2).</p>		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Marcas de cilindros**

	Código: IT-IC-04	Documento: Marcas en cilindros
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Se debe verificar que el cilindro este marcado con las especificaciones y con la presión de servicio aplicable para el gas con el cual va a ser llenado (ejemplo 3A-2400).</p> <p>Se debe verificar la fecha del último ensayo hidrostático estampada en el cilindro para asegurarse que no necesita ser ensayado antes del llenado.</p> <p>Muchos cilindros de alta presión deben ser reensayados cada cinco años.</p> <p>Todos los cilindros de aluminio con especificación DOT o TC 3AL u otra especificación equivalente deben ser recalificados cada 5 años.</p> <p>Los cilindros que tengan la fecha de ensayo ya expirada no deben ser llenados si no separados para ser reensayados.</p> <p>La marcación debe ser clara e indeleble y debe contener al menos los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del fabricante • Mes y año de fabricación • Serial de fabricación • Propietario • Presión de trabajo o de prueba hidrostática • Fecha de la(s) prueba(s) hidrostática(s) 		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Inspección de condiciones internas**

	Código: IT-IC-05	Documento: Inspección de condiciones internas						
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012						
<p>Desarrollo:</p> <p>Se debe inspeccionar internamente los cilindros a fin de completar los requisitos de inspección periódica y ensayo. Se debe inspeccionar cada cilindro internamente usando iluminación adecuada a fin de identificar cualquier defecto. (ver anexo 3).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identaciones, cortes, estrillas, protuberancias, grietas, laminaciones o desgaste de base excesivo. • Corrosión (ver tabla A2). Se debe prestar especial atención a áreas donde se puede atraparse el agua. Estas incluyen el área de base entera, la unión entre la estructura y el anillo de la base y la unión entre estructura y corona. <p>Se deben tomar precauciones para garantizar que el método de iluminación no presente riesgos para el personal de ensayo mientras realiza la operación. Se debe retirar cualquier revestimiento o recubrimiento interno que pueda obstruir la inspección visual interna óptica instrumentada. Cualquier cilindro que presente material extraño o signos de corrosión superficial severa debe limpiarse internamente bajo condiciones muy controladas mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Granallado • Limpieza abrasiva con chorro de agua • Chorro de vapor • Chorro de agua caliente • Vibraciones • Limpieza química u otro método adecuado <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">AUTORIZACIONES</th> </tr> <tr> <td>Elaborado por: Víctor Ramírez</td> <td>Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento</td> <td>Autorizado por: Gerente general</td> </tr> </table>			AUTORIZACIONES			Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general
AUTORIZACIONES								
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Inspección de la válvula y otros accesorios**

	Código: IT-IC-06	Documento: Inspección de la válvula y otros accesorios
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todas las válvulas de los cilindros deben de estar limpias, especialmente alrededor de la salida. Si una válvula en un cilindro de oxígeno muestra evidencias de aceite, grasa u otro material de tipo hidrocarburo, es preciso retirar la válvula, inspeccionar internamente el cilindro y limpiarlo, si se requiere, y luego instalar la válvula limpia. • La válvula debe poder ser operada suavemente, de lo contrario debe ser cambiada o reparada. Se debe inspeccionar el volante de la válvula y su vástago para asegurarse de que no estén partidos o doblados. • La salida de las válvulas debe estar en buenas condiciones, con hilos en buen estado y una superficie de sello sin daños, de lo contrario la válvula debe ser reemplazada. • Todos los hilos de la rosca deben estar chequeados para asegurar que el diámetro de la rosca, su forma, la longitud y hermeticidad sea satisfactoria. • Si la rosca muestra signos de distorsión, deformación o quemaduras, estas fallas deben ser rectificadas. Excesivos daños en las roscas y serias deformaciones en el cuerpo de la válvula, volante, vástago u otros componentes implica que la válvula debe ser reemplazada. • El mantenimiento de la válvula deber incluir la limpieza general, junto con el reemplazo de elastómeros y componentes desgastados o dañados, dispositivos de empaque y seguridad, cuando sea necesario • Después de reensamblar la válvula, debería verificarse su correcta operación y someterse a verificaciones internas y externas en la presión de operación prevista. Esto se puede hacer antes de volver a ajustar la válvula en el cilindro o durante y después de la primera carga de gas posterior a la inspección y ensayo del cilindro. • Después de que la válvula ha sido nuevamente armada debe verificarse la hermeticidad. 		

Continuación de la tabla XI.

Se deben inspeccionar las conexiones de salida de las válvulas para asegurarse de que es apropiada para el servicio previsto del cilindro. Si las conexiones de las válvulas no coinciden, estas no deben ser forzadas (no se permite el uso de adaptadores). Las conexiones de las válvulas deben estar de acuerdo con las conexiones según norma CGA, ver figura 24, y el usuario al hacer la selección deben estar seguro de que no pueda coincidir erróneamente con algunas de las existentes en las conexiones antes mencionadas y que hayan sido diseñadas para el servicio de gas deseado.

Se debe inspeccionar el dispositivo de alivio de presión, para asegurarse de que sea del tipo adecuado y con la presión de apertura correcta para el gas y servicio del cilindro y para cualquier indicación visual de abuso, daño, extrusión de fusible metálico o disco ya explosionado. Sí se encuentra cualquiera de estos defectos, el dispositivo de alivio o el ensamble del dispositivo de alivio deben ser reemplazados. Es preciso asegurarse de que los dispositivos de presión reemplazados queden tan herméticamente instalados como lo recomienden los límites de torque del fabricante. Este ensamble de recambio debe estar limpio o solamente puede ser tocado en la superficie exterior para evitar posible contaminación del dispositivo de alivio de presión.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Inspección del cuello del cilindro**

	Código: IT-IC-07	Documento: Inspección del cuello del cilindro
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Desarrollo:

- **Roscas del cilindro para la válvula**

En los cilindros que posean anillo en el cuello es preciso hacer una inspección de los hilos de la rosca de los anillos para asegurarse de que éstos no estén excesivamente gastados o dañados. Los anillos del cuello deben estar asegurados firmemente al cilindro.

Cuando se retira la válvula, se debe examinar las roscas del cilindro para la válvula para identificar el tipo de rosca, (por ejemplo 25E) y asegurarse de que estén:

- Limpias y completas en su forma
- Sin daños
- Sin presencia de rebabas
- Sin presencia de grietas
- Libre de otras imperfecciones

Las grietas se manifiestan como líneas que van verticalmente hacia debajo de la rosca y a través de las caras de la rosca. No deberían confundirse con marcas de aterrajado (de detención del maquinado de la rosca). Se debería prestar atención especial al área del fondo de las roscas.

- **Otras superficies del cuello**

También se deben examinar otras superficies del cuello para garantizar que se encuentran libres de grietas u otros defectos (ver anexo 1, procedimiento A).

Continuación de la tabla XII.

- **Roscas internas del cuello dañadas**

Cuando sea necesario y el diseño del cuello lo permite, se puede volver a aterrajar las roscas o cambiar el tipo de rosca para proporcionar la cantidad apropiada de hilos efectivos que garantice la conexión segura de la válvula. Después de volver a aterrajar o cambiar la forma de la rosca, se deben verificar las roscas con el calibrador de rosca adecuado.

- **Aditamento de anillo del cuello (collar)**

Cuando se añade un anillo de cuello (collar), se debe realizar un examen para garantizar que es seguro, e inspeccionar para ver si existe daño de la rosca. El anillo del cuello sólo debe cambiarse usando el procedimiento adecuado. Si se encuentra que ha ocurrido daño significativo en el material del cilindro al remplazar el anillo del cuello (collar), se debe condenar el cilindro.

Se debe verificar que la rosca del collar del cilindro para que garantice la sujeción de la tapa, de lo contrario removerlo y colocar uno en buen estado.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Reparaciones del cilindro

	Código: IT-IC-08	Documento: Reparaciones del cilindro
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Desarrollo:

- Antes de la inspección y ensayo debe completarse toda la operación que pudiera causar pérdida del espesor de la pared hasta debajo del espesor de pared mínimo garantizado (ver anexo 1, procedimiento A).
- Sí un cilindro presenta corrosión, exceso de pintura, óxido o sustancias no deseadas y está dentro de los límites permitidos, se deberá proceder a la limpieza de todo su cuerpo.
 - Antes de la limpieza, se deben aislar los materiales no compatibles con los agentes de limpieza. Se deben eliminar las cantidades de materiales extraños como costras, suciedad, óxido. Esta eliminación se puede lograr mediante lijado y cepillo y alambre.
 - Se debe hacer limpieza caustica con soluciones de alta alcalinidad para la eliminación de contaminación superficial pesada o resistente, seguida de una operación de enjuague. La solución de limpieza se puede aplicar mediante aspersión o cepillado de manual.

Las superficies cepilladas manualmente deberán enjuagarse antes de que se seque la solución de limpieza

Continuación de la tabla XIII.

- La limpieza lograda solamente será tan buena como lo sea el trabajo del enjuague. Toda la contaminación puede permanecer en función en la solución de limpieza. Sin embargo, si la solución no se enjuaga completamente de la superficie que se esta limpiando, el contaminante en la solución restante se volverá a depositar en la superficie durante la operación de secado. No se permite que la superficie se seque entre la fase de limpieza y la de enjuague. Si eso sucede, es muy probable que la película o el residuo no se eliminen adecuadamente.

PRECAUCIÓN: los agentes de limpieza ácida no se deberían usar a menos que se conozca su aplicación y desempeño o, se discutan con su fabricante. Se deben seguir recomendaciones del fabricante con relación a la concentración y a la temperatura para la manipulación y el uso seguro del agente de limpieza.

- Enjuague completamente con agua fría. El enjuague debe empezar tan pronto como sea factible después de la limpieza para evitar el ataque excesivo sobre el material que se está limpiando debido a la solución acida. En seguida de la etapa de enjuague, si existe la posibilidad de que algo de la solución de limpieza quede atrapada en el equipo, se puede aplicar una solución neutralizante alcalina seguida de otro enjuague con agua.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Operaciones finales**

	Código: IT-IC-09	Documento: Operaciones finales
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Desarrollo:

Secado, limpieza y pintura

- **Limpieza y secado**
 - Se debe secar a cabalidad el interior de cada cilindro con un método adecuado, a una temperatura que no exceda los 300 °C, inmediatamente después del ensayo de presión hidrostática, o de la limpieza interna de modo que no haya traza de agua libre u otra impureza dentro del cilindro.
 - Se debe inspeccionar el interior del cilindro para garantizar que está seco y libre de otros contaminantes.
 - Sí el secado no se completa con el calor residual en el metal, se puede completar con aire seco. Es conveniente que el equipo el equipo se mantenga en una atmosfera seca antes de la instalación o el uso; el punto de condensación de la atmósfera contenida no debería ser superior a -34.4°C (-30°F).
 - El secado y limpieza interna deberá hacerse introduciendo aire dentro del recipiente.

- **Pintura y recubrimiento**
 - Los cilindros serán repintados, si fuera necesario.
 - El color de cada cilindro deberá ser de acuerdo al gas correspondiente (ver sección 1.1.7.3)
 - La pintura o el recubrimiento deben aplicarse de manera tal que las marcas estampadas en el cilindro continúen siendo legibles.
 - En ningún caso la temperatura del cilindro debe exceder los 300° C puesto que el recalentamiento podría alterar las propiedades mecánicas del cilindro.

Continuación de la tabla XIV.

- La superficie a pintar, libre de humedad, se cubrirá primero con una película de pintura anticorrosiva (preferentemente con inhibidores de corrosión) de superficie espesor que asegure la calidad del sistema de protección elegido.

- **Revaluación del cilindro**

Antes de colocar la válvula en el cilindro, se debe identificar el tipo de rosca.

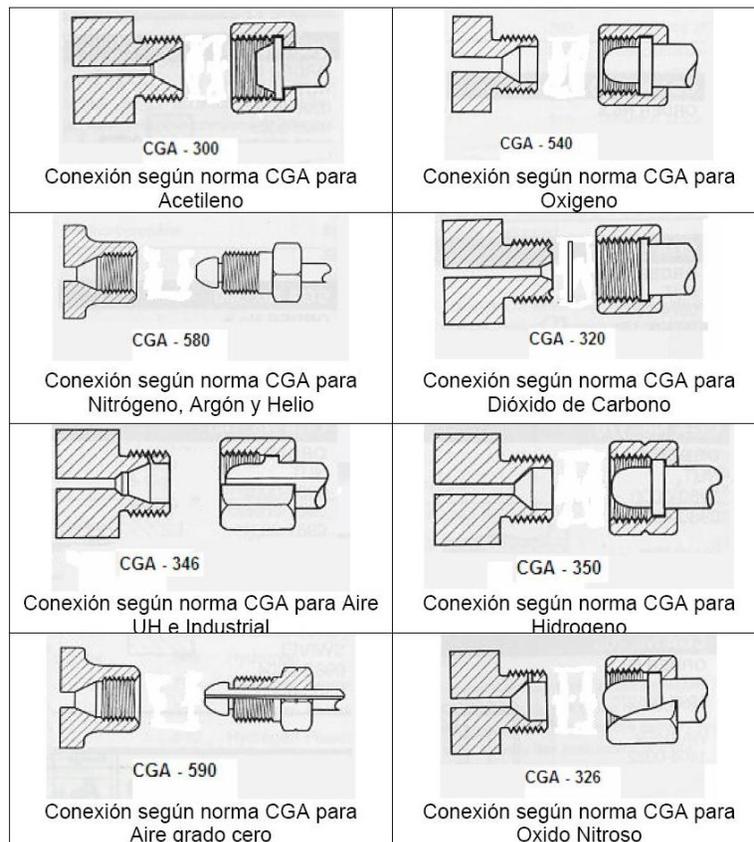
- **Conexiones de salida**

Las salidas de las válvulas de los cilindros tienen roscas que ajustan con las conexiones específicas por la CGA. El utilizar los estándares para conexión de la CGA reduce las posibilidades de errores tales como gases incompatibles entre sí o conectar equipos o instalaciones de baja presión a una fuente de gas de alta presión. Por otra parte, las conexiones CGA hacen posible la compatibilidad entre los equipos y los cilindros fabricados por proveedores diferentes. Las conexiones CGA utilizan varias formas de desempeño, para prevenir equivocaciones entre ellas (ver figura 24).

- Las roscas izquierdas se usan casi exclusivamente para conexiones de gases inflamables, como el hidrógeno, el propano y el metano. Las conexiones de rosca izquierda se identifican por la muesca especial que aparece en las aristas de la tuerca de conexión. El oxígeno y muchos otros gases utilizan conexiones con rosca derecha. Las distintas conexiones también tienen diferentes tamaños de roscas.
- Tuercas con formas geométricas diferentes. Las tuercas pueden variar en diámetro, longitud y forma general.
- PIN-INDEX. Los cilindros pequeños para uso médico, utilizan un sistema de orificios en sus válvulas, para evitar el intercambio de productos. Las conexiones para gas están equipadas con pines que encajan exactamente en los orificios de las válvulas.

Continuación de la tabla XIV.

Figura A. Conexiones según Norma CGA



Fuente: Manual de seguridad de gases INFRASAL. p. 51.

- **Marcación del re-ensayo**

Después de completar satisfactoriamente la inspección periódica y los ensayos, cada cilindro debe estar marcado permanentemente, por ejemplo NTC 5719, con; el sello o identificación del organismo inspeccionado o la estación de ensayo, seguido de la fecha de ensayo.

. Continuación de la tabla XIV.

- **Símbolo del reensayo y la fecha de reensayo**

- El símbolo del reensayado es el símbolo del organismo de inspección o estación de ensayo.

Figura B. Símbolo del organismo (ECOGAS, S. A.)



Fuente: ECOGAS, S. A.

- La fecha de reensayo es la fecha del ensayo actual, que se debe indicar con mes y año.

Figura C. Fecha de reensayo



Fuente: elaboración propia

- **Estampación**

Estas marcas deben estar de acuerdo con la norma o regulación pertinente, por ejemplo, NTC 5719.

- **Referencia a la siguiente fecha de inspección y ensayo**

De acuerdo con las regulaciones pertinentes de un organismo autorizado, y cuando las regulaciones lo exijan, debe aparecer la próxima fecha de inspección y ensayo con un método adecuado, tal con un disco acondicionado entre la válvula y el cilindro, que indique la fecha (mes y año) de la próxima inspección periódica y/o ensayos. En la tabla V se presenta un sistema para indicar fechas de reensayos.

Continuación de la tabla XIV.

Tabla V. Sistema para identificar fechas de reensayos

Año	Color	Forma
2000	Aluminio	Cuadrada
2001	Rojo	Hexagonal
2002	Azul	Hexagonal
2003	Amarillo	Hexagonal
2004	Verde	Hexagonal
2005	Negro	Hexagonal
2006	Aluminio	Hexagonal
2007	Rojo	Circular
2008	Azul	Circular
2009	Amarillo	Circular
2010	Verde	Circular
2011	Negro	Circular
2012	Aluminio	Circular
2013	Rojo	Cuadrada
2014	Azul	Cuadrada
2015	Amarillo	Cuadrada
2016	Verde	Cuadrada
2017	Negro	Cuadrada
2018 *a	Aluminio	Cuadrada
2019	Rojo	Hexagonal
2020	Azul	Hexagonal
2021	Amarillo	Hexagonal
2022	Verde	Hexagonal
2023	Negro	Hexagonal
2024	Aluminio	Hexagonal

*a La secuencia de color y forma de anillos de fecha de ensayo debe repetirse en un ciclo de 18 años. Por tanto, la correspondiente a 2018 es una repetición de la 2000.

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 2699. p. 44.

AUTORIZACIONES

Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general
----------------------------------	---	------------------------------------

Fuente: elaboración propia.

2.7.1.1.2. Pruebas

Esta etapa de pruebas es necesaria, como la inspección debida y rigurosa en busca de contaminación interna. Como detectar a simple vista un golpe o suciedad que pueda presentar un cilindro.

Tabla XV. Prueba de contaminación interna

	Código: IT-PC-01	Documento: Prueba de contaminación interna
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Los cilindros de oxígeno, aire respiratorio y gases medicinales (con excepción del CO₂ y del N₂O) deben ser inspeccionados en busca de contaminación interna antes de ser llenados. El ensayo de olor puede ser usado para detectar presencia de contaminantes internos olorosos.

Desarrollo:

El desarrollo de tres pasos descrito aquí suministra un máximo de grado de seguridad para el operador que está siendo entrenado para efectuar el ensayo de olor. Como se requiere habilidad, los tres pasos separados convertirán al final en una suave secuencia de acciones para ejecutar rápidamente

Precaución: cuando ejecute el ensayo de olor no coloque la nariz directamente en la corriente del gas y no haga aspiraciones profundas. Descontinúe la aspiración de cualquier gas a la primera indicación de irritación del conducto nasal, mareos o malestar físico. Algunos gases y contaminantes son anestésicos y otros son extremadamente irritantes y venenosos o tóxicos y pueden ocasionar daños físicos.

Paso 1. De pie y a un brazo de distancia del cilindro que va a ser reensayado y con la salida de la válvula hacia el lado izquierdo (o hacia la derecha para los zurdos), despegue la válvula el mínimo tiempo disponible y ciérrela de nuevo. La salida de la válvula debe apuntar lejos de la mano y del brazo empleado para operar la válvula.

Continuación de la tabla XV.

Huela cuidadosamente, sin acercarse al cilindro. Sí no detecta olor, abra lentamente hasta cuando logre oír o sentir el flujo de gas (pase la mano rápidamente frente a la salida) y proceda con el siguiente paso. Esté siempre preparado para cerrar la válvula rápidamente.

Nota: sí el cilindro que inspecciona no contiene suficiente gas para permitir un ensayo adecuado, será preciso introducir una pequeña cantidad de gas no inflamable sin contaminación, libre de aceite, tal como nitrógeno. Nunca sople dentro del cilindro con la boca, ya que a falta de presión puede ser ocasionada por una válvula defectuosa que podría abrirse abruptamente, ocasionando daños personales severos.

Paso 2. Con la válvula abierta para un ligero flujo de gas, coloque la mano en forma de copa en la corriente de gas, cierre la válvula del cilindro y con precaución huela la mano.

Precaución: no permita un flujo de gas contra la mano. No huela el gas mientras esté abierta la válvula. Si no hay ningún olor extraño, proceda con el siguiente paso.

Paso 3. Reabra la válvula con un flujo muy pequeño y con un rápido movimiento de la mano en forma de abanico impulse el gas del cilindro a la nariz. Si no detecta olor, continúe con el movimiento de ventilador con la mano, acercándose cada vez más hacia el cilindro. Si en cualquier momento, durante el proceso de inspección detecta un olor, se debe tratar de clasificarlo como aceitoso, ácido, dulce, huevo podrido, pegante, etc., ya que esto ayudara a seleccionar el método de limpieza adecuado.

Cualquier cilindro que tenga olor no debe ser llenado. Se debe separar el cilindro para remover la contaminación.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Prueba acústica**

	Código: IT-PC-02	Documento: Prueba acústica
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>El ensayo de martillo para cilindros de gas es un procedimiento de inspección anterior al llenado, que es obligatorio para cilindros de especificación TC o DOT3A y 3AA u otra especificación equivalente, los cuales están autorizados para reensayo con intervalo de 10 años, aplicable a cilindros que no exceda de 125 lb (57l) de capacidad de agua, y retirado de un banco estacionario, de un conjunto de ensamble o de un vehículo cada vez que se vaya a llenar.</p> <p>Esto puede aplicarse también para uso de otros cilindros de acero con presiones de servicio de 900 psi (6200 kPa) o mayores, incluyendo esos cilindros para los cuales la inspección interna está programada. El ensayo de martillo no se aplica a cilindros de aluminio.</p> <p>El ensayo de martillo es un ensayo valioso para detectar la presencia, dentro del cilindro, de acumulación de productos de corrosión, cantidades apreciables de líquidos u otros depósitos internos de sólidos pesados.</p> <p>Las personas que efectúen el ensayo de martillo deben estar familiarizadas con la calidad y tono de los campanazos que se producen de acuerdo con el tipo de cilindro que se está golpeando con un objeto metálico.</p> <p>Con fines de entrenamiento se puede emplear un cilindro de válvula dada de baja para simular sonidos, llenándolo con diferentes cantidades de arena seca. Este cilindro debería ser empleado periódicamente para chequeo, para asegurarse de que el operador pueda diferenciar el sonido de cilindros buenos y cilindros dudosos.</p>		

Continuación de la tabla XVI.

Procedimiento:

Cuando se efectuó la prueba de martillo el cilindro debe estar vertical y libre, esto es, sin tocar otros cilindros u objeto que puedan afectar su libre vibración.

Nota: se permite una conexión a un múltiple con una manguera flexible.

- El ensayo del martillo se ejecuta golpeando el cilindro aproximadamente en la mitad de la altura sobre la pared con un objeto metálico con un martillo liviano.
- El golpe debe ser suave para evitar abollar el cilindro o causar un silbido en el oído del operador, lo cual podría inferir con su evaluación del tono y de la longitud del tiempo que está valorando.

Sonidos

- Un sonido claro parecido al de una campana que muere progresivamente es indicación de que el cilindro no contiene cantidades apreciables de sólidos, líquidos o productos de corrosión y se le puede considerar utilizable.
- Un golpe sordo en lugar de un sonido de timbre o un sonido que muere muy rápido (en uno o dos segundos) es una indicación de que el cilindro puede contener productos de corrosión, líquidos o sólidos y el cilindro se debe separar para examen interno visual. Para obtener una buena comparación, el cilindro que está ensayando debe ser colocado entre dos cilindros buenos y el operador puede golpearlos consecutivamente y escuchar la diferencia de sonido entre el cilindro que se ensaya y los buenos.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Prueba hidrostática**

	Código: IT-PC-03	Documento: Prueba hidrostática
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

La vida útil de un cilindro es de muchos años, dependiendo del trato que haya recibido, por ello es necesario controlar periódicamente la resistencia del material del cilindro. Cada cilindro debe someterse a una prueba hidrostática da 5 o 10 años, según las especificaciones del cilindro, la cual consisten en probar el cilindro a una presión equivalente a 5/3 de su presión de servicio. La prueba se realiza bajo la norma técnica colombiana NTC 2699, literal E4 (ensayo de expansión volumétrica sin camisa de agua). Sí el cilindro satisface los requisitos de la prueba, continúa en servicio durante los siguientes 5 o 10 años, en caso contrario se retira definitivamente de circulación.

Desarrollo:

- **Método de expansión volumétrica sin camisa de agua**
 - **Generalidades**

Este método consiste en la medición de la cantidad del agua que pasa al cilindro bajo presión de prueba y al liberar esta presión, midiendo el agua que regresa a la bureta. Es necesario tener en cuenta la compresibilidad del agua y el volumen del cilindro bajo ensayo para obtener la expansión volumétrica verdadera. No se permite caída en la presión bajo este ensayo.

La expansión volumétrica permanente del cilindro, expresada como porcentaje de la expansión total a la presión de ensayo, no debe excede el porcentaje presentado en la especificación de diseño después que el cilindro se haya mantenido a la presión de ensayo durante un periodo mínimo de 30 s. Si se excede esta cifra de expansión permanente, el cilindro debe condenarse.

Continuación de la tabla XVII.

Cuando no sea posible el establecimiento de la especificación de diseño, se debe verificar que la expansión volumétrica permanente PE, no exceda el 10 % de la expansión volumétrica total ET, determinada mediante la siguiente ecuación:

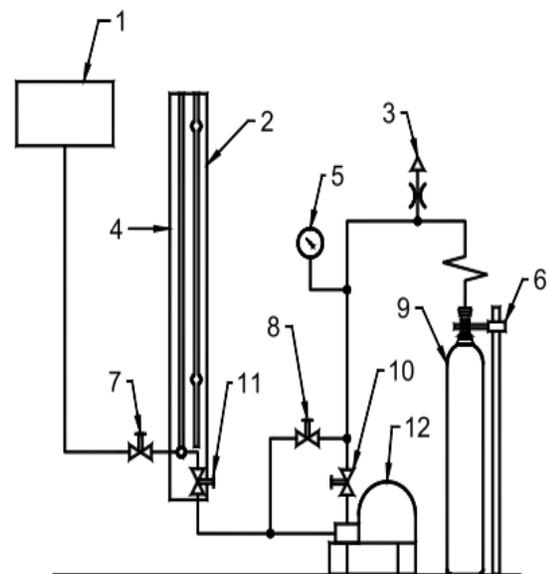
$$(PE / ET) \times 100 < 10$$

El agua que se utiliza debería estar limpia y libre de aire disuelto. Cualquier fuga del sistema o la presencia de aire libre o disuelto causarán lecturas falsas. El equipo debería instalarse como se muestra en la Figura 27. Esta figura ilustra de manera general las partes del aparato. El tubo de suministro de agua debería estar conectado con un tanque elevado, como se muestra, o a otro suministro de agua que proporcione una cabeza de agua suficiente.

Figura A. Método de camisa de agua-disposición general del aparato de ensayo

Nomenclatura

1. Tanque de suministro
2. Bureta de vidrio calibrada
3. Válvula de purga de aire
4. Indicador ajustable
5. Manómetro principal
6. Soporte del cilindro
7. Válvula de compensación
8. Válvula de derivación
9. Cilindro de ensayo
10. Válvula de línea de presión hidráulica
11. Válvula de aislamiento de succión de la bomba
12. Bomba



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 2699. p. 39.

Continuación de la tabla XVII.

- **Requisito de ensayo**

El aparato debe organizarse de tal manera tal que se pueda retirar todo el aire y que se puedan determinar lecturas exactas del volumen de agua requerido para presurizar el cilindro lleno y del volumen que sale del cilindro cuando se despresuriza. En el caso de cilindros más grandes, puede ser necesario ampliar el tubo de vidrio con tubos metálicos organizados en el tubo múltiple. Sí se utiliza una bomba hidráulica de acción única, se debe tener cuidado para garantizar que el pistón en posición “hacia atrás” cuando se observen los niveles de agua.

- **Método de ensayo**

El método de ensayo debe ser de la siguiente manera:

- Se llena por completo el cilindro con agua y se determina el peso de agua requerido.
- Se conecta el cilindro con la bomba de ensayo hidráulica a través de la bobina y se verifica que de todas las válvulas están cerradas
- Se llena la bomba y el sistema con agua del tanque mediante la apertura de las válvulas.
- A fin de garantizar la expulsión del aire de sistema, se cierran las válvulas de purga del aire y de derivación y se eleva la presión del sistema hasta aproximadamente una tercera parte de la presión de ensayo. Se abre la válvula de purga para liberar el aire atrapado, reduciendo la presión del sistema a cero y se vuelve a cerrar la válvula. Se repite esta acción, si es necesario.
- se continúa llenando el sistema hasta que el nivel en la bureta de vidrio esté aproximadamente a 300 mm de la parte superior. Se cierra la válvula de compensación y se marca el nivel del agua con un indicador, dejando abiertas las válvulas aislante y de purga de aire. Se registra el nivel.
- se cierra la válvula de purga de aire. Se eleva la presión en el sistema hasta que el manómetro registre la presión de ensayo requerida. Se detiene la bomba y se cierra la válvula de línea hidráulica. Después de aproximadamente 30 s, no debería haber cambio en el nivel del agua o la presión. Una caída de la presión, si no existe fuga, indica que el cilindro todavía se está expandiendo bajo presión.

Continuación de la tabla XVII.

- Se registra la caída del nivel de agua en el tubo de vidrio (siempre que no exista fuga, toda el agua drenada desde el tubo de vidrio se habrá bombeado al cilindro para alcanzar la presión de ensayo). La diferencia en el nivel de agua es la expansión volumétrica total.
- Se abren las válvulas principales y de derivación hidráulicas lentamente a fin de liberar la presión del cilindro y permitir que el agua se libere de tal modo que regrese al tubo de vidrio. El nivel del agua debería retornar al nivel original marcado por el indicador. Cualquier diferencia en el nivel denotará la cantidad de expansión volumétrica permanente en el cilindro, sin importar el efecto de la compresibilidad del agua a presión de ensayo. La expansión volumétrica permanente verdadera del cilindro debe obtenerse corrigiendo la compresibilidad del agua, que se obtiene por medio de la ecuación del literal C.1.4
- Antes de desconectar el cilindro del dispositivo para pruebas, se cierra la válvula aislante. Así quedará la bomba y el sistema lleno de agua para el siguiente ensayo. No obstante, la acción d) debe repetirse en cada ensayo posterior.
- Si ha ocurrido expansión volumétrica permanente, se registra la temperatura del agua en el cilindro.

- **Cálculo de la compresibilidad de agua**

La fórmula utilizada para el cálculo de la compresibilidad debe ser:

$$C = mP \left(K - \frac{0,68P}{10^5} \right)$$

En donde:

C = es la compresibilidad en metros cuadrados por newton (Pa^{-1})

M=es la masa de agua en kilogramos

P=es la presión en bar

K=es el factor para temperaturas individuales, según se enuncian en la tabla VI.

Continuación de la tabla XVII.

Tabla VI. Valores del factor K

Temperatura °C	K	Temperatura °C	K	Temperatura °C	K
6	0.04915	14	0.04742	22	0.04633
7	0.04886	15	0.04725	23	0.04623
8	0.04860	16	0.04710	24	0.04613
9	0.04834	17	0.04695	25	0.04504
10	0.04812	18	0.04680	26	0.04594
11	0.04792	19	0.04668		
12	0.04775	20	0.04654		
13	0.04759	21	0.04643		

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 2699. p. 41.

• **Ejemplo de cálculo**

En el siguiente ejemplo, se ha ignorado la tolerancia para la dilatación de la tubería.

1. Presión de ensayo = 232 bar
2. Masa del agua en cilindro a presión manométrica cero = 113,8 kg
3. Temperatura de agua = 15 °C
4. Agua forzada hacia el cilindro para elevar la presión a 232 bar = 1745 cm³ (ó 1,745 kg)
5. Masa de agua total, m , en el cilindro a 232 bar = 113.8+1745 = 115.545kg
6. Agua que sale del cilindro al despresurizar = 1742 cm³
7. Expansión permanente, EP = 1745 -1742 = 3 cm³

De acuerdo con tabla C.1, el factor K para 15 ° = 0.04725

$$C = mP \left(K - \frac{0,68P}{10^5} \right)$$

$$= 115,545 \times 232 \times \left(0,04725 - \frac{0,68 \times 232}{10^5} \right)$$

$$= 1224.314 \text{ cm}^3$$

Continuación de la tabla XVII.

Expansión volumétrica total, TE $TE = 1745 - 1224.314 = 520.686 \text{ cm}^3$ $\% PE = (3 \times 100) / 520.686 = 0.58 \%$ Condición de no rechazo del cilindro: $(EP / TE) \times 100 < 10$ $(3 / 520.686) \times 100 = 0.576162 = 0.58$ Conclusión: La expansión volumétrica permanente EP no excede el 10 % de la expansión volumétrica total por lo que el cilindro puede seguir en servicio.		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

2.7.2. Control del mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento debe ser adaptable a modificaciones en su estructura, de tal forma que se mejore o perfeccione a través del paso del tiempo.

- Formato de mantenimiento preventivo para cilindros portátiles: a continuación se presenta el formato del historial del mantenimiento FR-MC-01, figura 24, el cual es de suma importancia tanto para el operario como para el jefe de mantenimiento, ya que en éste se registrará información sobre el cilindro o accesorio revisado, la fecha, la actividad realizada, el responsable del mantenimiento y los repuestos utilizados.

Figura 24.

FR-MC-01. Formato de mantenimiento preventivo de cilindros

MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
CODIGO CILINDRO	ACTIVIDAD REALIZADA	FECHA	TRABAJO REALIZADO POR	REPUESTOS UTILIZADOS		PRUEBA REALIZADA
				CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	

FIRMA _____

OBSERVACIONES

ACTIVIDADES:

1. Identificación del cilindro y preparación para inspección y prueba
2. Inspección visual externa.
3. Despresurización y retiro de válvula.
4. Inspección de condiciones internas.
5. Inspección de válvula y otros accesorios

PRUEBAS:

- a. Prueba contaminación interna
- b. Prueba acústica
- c. Prueba hidrostática

6. Inspección cuello del cilindro
7. Cambio de partes del cilindro
8. Reparación del cilindro
9. Operaciones finales (secado, limpieza, pintura)

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.1. Insumos y repuestos

A continuación se mencionan los insumos y repuestos necesarios para la realización del mantenimiento preventivo en los cilindros y accesorios.

Insumos:

- Thinner
- Pintura
- Lijas
- Teflón
- Acido muriático

Repuestos:

- Válvulas
- Etiquetas de identificación
- Etiquetas de control

2.7.2.1.1. Personal

El jefe de mantenimiento es el encargado de hacer cumplir los procedimientos del programa de mantenimiento preventivo. En términos generales se resume que las funciones del personal de mantenimiento son:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible
- Registrar el resultado de su actividad para, mediante su análisis, permitir la mejora continua (mejora de la fiabilidad, de la mantenibilidad, y productividad).

2.7.2.2. Medidas de seguridad

En la siguiente tabla se detallan los pasos a seguir por parte del personal que labora en la compañía para la seguridad del personal y del equipo que se utiliza.

Tabla XVIII. Medidas de seguridad

	Código: IT-SC-01	Documento: Medidas de seguridad (mantenimiento de cilindros)
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Antes de proceder a cualquier tipo de trabajo deberán estudiarse los posibles riesgos que se pueden presentar durante la ejecución. A continuación se detallan las medidas de seguridad que deben respetarse para proteger la integridad del personal de mantenimiento.

- Solo personal capacitado podrá realizar el mantenimiento a cilindros metálicos
- Usar calzado de seguridad y guantes
- Utilizar casco de seguridad
- Utilizar ropa de seguridad adecuada para realizar las actividades de mantenimiento
- Seguir las normas de seguridad de manejo de cilindros metálicos
- Utilizar el equipo y herramienta adecuada para realizar el mantenimiento a los cilindros
- No se utilizar por ningún concepto herramienta inadecuada
- Las herramientas se inspeccionaran cuidadosamente por el usuario antes de utilizarlas desechar aquellas que estuvieren defectuosas, e informando de ello al jefe de mantenimiento.

Continuación de la tabla XVIII.

- Trabajar con máquinas neumáticas, no desconectar éstas de sus mangueras o válvulas, sin haber cerrado antes la alimentación y dejado que el aire se descargue a través de la propia herramienta. No doblará la manguera para cerrar el paso de aire, salvo en caso de emergencia grave.
- La prueba hidrostática debe ser realizada únicamente por la persona capacitada para realizar este procedimiento.
- Debe trabajar con orden, limpieza y el cumplimiento de normas establecidas

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.2.1. Costos

En la siguiente tabla se detalla el costo del mantenimiento de 1 cilindro.

Tabla XIX. Costo mantenimiento cilindro metálico

COSTO	CANTIDAD
Mano de obra (costo fijo) 4 Horas son necesarias para dar el mantenimiento completo a un cilindro incluyendo prueba hidrostática. 1 hora = Q 12,75 <div style="text-align: right;">4 horas x Q 12,75</div>	<u>Q 51,00</u>
Insumos (costo variable) Galón Thinner = Q 65,00 20 cilindros/galón <div style="text-align: right;">Thinner Q 65,00 / 20</div> Galón pintura = Q 120,00 25 cilindros/galón <div style="text-align: right;">Pintura Q 120, 00 / 25</div> Costo pliego lija No. 80 = Q 3,40 1 Cilindro/ 1 pliego de lija <div style="text-align: right;">Pliego lija</div> Galón Acido Muriático = Q 25,00 4 cilindro/galón <div style="text-align: right;">Acido Muriático Q 25,00/4</div> Rollo Teflón Q 3,75 5 cilindros/1 rollo <div style="text-align: right;">Teflón</div> <div style="text-align: right;">Total</div>	Q 3,25 Q 4,80 Q 3,40 Q 6,25 Q 3,75 <u>Q 21,45</u>
Repuestos (costo variable) <div style="text-align: right;">Válvulas Sherwood</div> Lote de etiquetas de identificación (1 millar) Q 400,00 <div style="text-align: right;">1 Etiqueta = Q 400,00/1000</div> Lote etiquetas de control (1 millar) = Q 70 <div style="text-align: right;">1 etiqueta = Q 70,00/1,000</div> <div style="text-align: right;">Total</div>	Q 115,00 Q 0,40 Q 0,07 <u>Q 115,47</u>
Mantenimiento 1 cilindro <div style="text-align: right;">Mano de obra + Insumos + Repuestos</div> <div style="text-align: right;">TOTAL</div>	 <u>Q 187,92 = Q 188,00</u>

Fuente: ECOGAS, S. A.

2.7.3. Termos criogénicos

Cada Dewar debe someterse a inspecciones periódicas y pruebas, los siguientes procedimientos, conforman los requisitos para tener los termos en las mejores condiciones y así asegurar una operación continua y segura.

Los documentos utilizados en el programa de mantenimiento deben poseer un código que los identifique de la siguiente manera:

AA: es el tipo de documento

PR: procedimiento

CC: corresponde al correlativo por proceso

I: inspección de termos

PT: pruebas a termos

ST: seguridad en el mantenimiento de termos

FR: formato

MT: mantenimiento de termos

IT: instructivo

2.7.3.1. Inspección

Esta es una inspección que se realiza los cilindros para verificar que no tenga fugas o derrames innecesarios por mal manejo, además de comprobar que no tenga agentes contaminantes como polvo, suciedad y grasa. Se debe tener el tiempo adecuado para realizar de manera eficiente esta etapa del proceso. A continuación se presenta la tabla vista del medidor del líquido.

Tabla XX. **Vista del medidor nivel líquido**

	Código: IT-I-01	Documento: Instructivo vista del medidor nivel líquido
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Los recipientes para líquidos, están equipados con un dispositivo nivel de líquido que se enrosca en la parte del cuello para líquido, para permitir medir el contenido. Este componente requiere inspecciones periódicas y mantenimiento para asegurar una operación continua segura.</p> <p>Fugas de líquido en el cilindro en servicio de oxígeno son un potencial peligroso de fuego. En el transporte del cilindro, la superficie exterior puede estar contaminada con mugre del camino, que puede incluir hidrocarburos básicos compuestos, fácilmente combustible en presencia de un medioambiente rico en oxígeno.</p> <p>Si la sustancia combustible en la superficie del cilindro están expuestas a una fuente de ignición en presencia de oxígeno, puede resultar fuego causando daños a la propiedad o heridas al personal. Por lo tanto, el cilindro deberá ser inspeccionado regularmente para asegurar estén libre de fugas en operación y limpieza periódica.</p>		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Sellos de anillo redondo**

	Código: IT-I-02	Documento: Sellos de anillo redondo
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Todos los dispositivos nivel de líquido están equipados con un sistema de sello de anillo redondo. Ambos el Roto-Cal y la caratula del medidor de plástico incorpora un sistema de sellos de anillo redondo, sin embargo, algunos cilindros viejos pueden estar equipados con un empaque de teflón.</p> <p>Normalmente los procedimientos antes del llenado deben incluir inspección en los puntos de contacto entre el dispositivo y el cuello, donde el anillo redondo o empaque es localizado para asegurar no tenga presente fugas.</p>		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Carátula del medidor de policarbonato (plástico)**

	Código: IT-I-03	Documento: Instructivo de inspección de caratula del medidor de policarbonato (plástico)
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Desarrollo:

- Remover la caratula protectora del medidor e inspeccione junto con la caratula del medidor para fugas. Estas pueden estar acompañadas por aplicación de una tenue película de solución inerte para detectar fugas (No-Clorado) y observar indicio de burbujeo de la fuga. La solución y cualquier capa de película en la superficie del cuello será limpiado antes de reinstalar el protector.
- Cualquier medidor de caratula con indicaciones erróneas, rotas o descoloridas deben ser removidas e inmediatamente reemplazadas.

Precaución

- Nunca apretar la caratula del medidor arriba del torque recomendado de 150 pulgadas-libra. Esto puede estrellar las roscas de plástico en la caratula del medidor.
- Nunca lubricar el anillo redondo, Esto puede indicar falla en el anillo redondo y falla en la caratula del medidor.
- Si la fuga está presente, vaciar el contenido del cilindro y VENTEAR todo el remanente de presión. Cuando removemos el ensamble medidor de nivel de líquido de un cilindro frio, asegúrese de usar guantes para prevenir quemarse. El medidor de nivel podrá ser sellado en cualquiera de los dos en el anillo redondo o una junta de teflón. Remover el sello y reemplazarlo.

Continuación de la tabla XXII.

- Remueva el sello y reemplace este con el componente apropiado. Se recomienda reemplazar el empaque de teflón de la caratula del medidor a una parte de sello anillo redondo, estos son más fáciles de sellar. Si la fuga persiste, o cualquier componente tiene daño, reemplace el ensamble completo del medidor de nivel.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Cambio de presión de servicio**

	Código: IT-I-04	Documento: Instructivo de cambio de presión de servicio
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>El valor máximo de presión esta mostrada en la placa de datos que está en la parte trasera del cilindro. NUNCA instale una válvula de relevo con una alta presión que este especificada. Bajas presiones de relevo son comúnmente usadas para limitar la máxima presión del líquido.</p> <p>Cada vez que usted cambie el ajuste de presión de trabajo del ajuste original que el cilindro estuviera entregando estas cosas determinan la operación segura del cilindro. Estos son puntos del cilindro que usted necesita conocer para tener las principales presiones de relevo y la presión fijada en el regulador de aumento de presión.</p>		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Válvulas de doble relevo

	Código: IT-I-04	Documento: Instructivo de cambio válvulas de doble relevo
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Instalación del dispositivo de doble seguridad: Cuando un termo es constantemente cambiado de una alta presión requerida a una baja presión y regresado nuevamente usted puede instalar un ensamble de doble seguridad. Esto le permite cambiar la presión de relevo principal puesto con solamente girar la válvula manual.</p> <p>Reemplazo de la presión de relevo principal: Si el cilindro es enviado para una aplicación permanente con la presión requerida usted puede solamente reemplazar la válvula de relevo.</p> <p>Para hacer estos cambios en la tubería seguir este procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir la válvula de venteo y releve toda la presión del recipiente. Si el cilindro de líquido de servicio de CO2 el recipiente debe ser vaciado del producto primero. • Remover la válvula de relevo. NUNCA intente la reparación o reajustar las válvulas de relevo. • Remover la etiqueta metálica de identificación que muestra la presión de relevo. • Instalar el nuevo ensamble de doble relevo (o solamente el relevo) Con la etiqueta de identificación propia y válvula de relevo. Use un sellador para la rosca compatible con el oxígeno o una cinta teflón. • Presurizar el contenedor y pruebe la fuga con una solución volátil compatible con el oxígeno. 		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Reguladores**

	Código: IT-I-06	Documento: Instructivo de ajuste de reguladores
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Peligro: En cualquier tiempo que usted reduzca el ajuste de presión principal de seguridad del tanque usted debe tener la seguridad que el regulador aumento de presión no esté ajustado a una presión mayor que el de seguridad principal del tanque.

Tipo de reguladores:

Regulador MCR

- Media-Presión (MP) normal 230 psi cilindros 4L-200
- Rango de 50 a 175 psi
- Aumento de presión ajustada de fábrica a 125 psi y el economizador esta automáticamente a 140 psi también.
- Alta-presión (HP) normal 350 psi cilindros 4L-292
- Rango de 150 a 350 psi
- Aumento de presión ajustada de fábrica a 300 psi y el economizador esta automáticamente a 325 psi también.

Desarrollo de ajuste:

- Liberar la presión en el contenedor abriendo la válvula de venteo
- Con un mínimo del contenedor (mitad del contenedor de líquido), abrir la válvula de aumento de presión y observar el medidor de presión hasta que esta pare. El medidor también indicará la presión de control ajustada.
- Cambie la presión del regulador de control con un desarmador en el sentido de las manecillas del reloj para incrementar la presión. Usar la escala del calibrador para aproximar el ajuste deseado. El medidor de presión debe para arriba en el nuevo regulador.
- Continuar ajustando el regulador hasta que la presión deseada este rehecha

Continuación de la tabla XXV.

<p>Regulador LCCM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mediana-presión (MP) normal 230 psi cilindros 4L-200 • Rango de 40 a 160 psi. • Ajuste del aumento de presión de Fabrica a 125 psi y el economizador esta automáticamente a 140 psi también. • Alta-presión (HP) normal 350 psi cilindros 4L-292 • Rango de 80 a 320 psi. • Ajuste del aumento de presión de Fabrica a 300 psi y el economizador esta automáticamente a 325 psi también. <p>Desarrollo de ajuste:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar todas las válvulas manuales. • Regrese su ajuste de la manija plateada en el control múltiple de presión. • Libere la presión en el contenedor abriendo la válvula de venteo. (El contenedor debe estar a la mitad). • Cierre la válvula de venteo y gire el ajuste de la manija plateada hasta que la manija registre un ajuste de la presión deseada. • Con líquido en el contenedor, abra manualmente el aumento de presión (verde) y observe el medidor de presión hasta que este levante al tope. El medidor indicara el ajuste del control múltiple de presión. • Gire la manija del control múltiple de presión (plata) en el sentido de las manecillas del reloj para incrementar la presión. El medidor de presión se levantara al tope en el nuevo ajuste del regulador. • Continúe ajustando el regulador hasta que la presión liberada sea alcanzada. 		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Cambio de servicio**

	Código: IT-I-07	Documento: Instructivo de cambio de servicio
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Los termos están diseñados para contener cualquier producto de gas especificado. Ellos pueden fácilmente ser modificados para trabajar también para nitrógeno así como oxígeno. Los accesorios, indicador de nivel de líquido (en algunos modelos) y caratulas necesitan ser cambiados y el recipiente interno necesita purgado. Si un cilindro es cambiado de inerte (argón ó nitrógeno) a servicio de CO₂, la válvula de relevo debe ser cambiada por una válvula de relevo de CO₂. Cuando los cilindros para líquido son cambiados otra vez para bióxido de carbono u oxido nitroso pruebe para asegurar que el cilindro este a alta presión (350PSI). Unidades de bajas presiones no son diseñadas para estos servicios.

Antes de proceder al mantenimiento o reemplazo de servicio relativas a las partes del cilindro, el contenido del contenedor debe ser vaciado y liberar la presión del contenedor de una manera segura.

Precaución: los cilindros en servicio de oxígeno no deben cambiarse a servicio de CO₂

Precaución: una vez que el cilindro es usado en servicio de CO₂, este no puede ser usado para otro producto de gas, especialmente oxígeno u oxido nitroso.

Precaución: una vez convertido el cilindro uso de nitrógeno o argón para uso de oxígeno, inspeccione el cilindro para asegurar su limpieza.

Ensamble válvula de corte rego

Reemplazo:

- Estar seguro que toda la presión esta removida del cilindro
- Para evitar escarcha en las partes, tener mucho esmero para asegurar que no lleve humedad dentro de la parte alta del vástago de la válvula.
- Abrir la válvula girando manualmente contra las manecillas del reloj prudentemente hasta este vaya a relevar cualquier gas entrampado en el sistema (no aplicar fuerza después de que la válvula está totalmente abierta).

Continuación de la tabla XXVI.

- Usar un desarmador, remover el tornillo girando manualmente contra las manecillas del reloj para permitir remover el resorte de retención, lavarlo, probar elasticidad, lavar el sello, girar manualmente, y lavar cubiertas. Todas las partes pueden ser descartadas excepto posiblemente la válvula manual (Si el cilindro tiene un color especial para cada válvula).
- Usar una llave inglesa grande de ajuste para sostener el cuerpo de la válvula, remover y desechar la cubierta girando en contra de las manecillas del reloj con una llave inglesa de 15/16" que sea capaz de desarrollar un mínimo de 1000 pulgadas/libras de torque.
- Remover estas partes del cuerpo de la válvula y desechar: Base, Base de empaque, asiento del ensamble disco, niples y forro.
- Inspeccionar el cuerpo y limpiarlo si es necesario, estar seguros del interior y sellar las áreas libres de polvo, residuos, y partículas externas. (Tener cuidado para no marcar o estropear las superficies internas de la válvula).
- Enroscar parcialmente el ensamble del disco y niple al final del buje, permitir que el ensamble este fuera del niple cerca de 1/3" del extremo del buje (el niple debe rotar libremente en el buje).
- Insertar el ensamble del disco y niple, atrás del buje, dentro del cuerpo de la válvula hasta su lugar adecuado.
- Poner el empaque del vástago cuidadosamente sobre el lado convexo del vástago hacia abajo del revestimiento.
- Insertar al final de las ranuras del vástago dentro del cuerpo de la válvula, es necesario asegurarse que las ranuras estén completamente asentada en el ensamble del disco y niple.
- Poner la tapa sobre el vástago, para ponerlo es necesario girar la rosca de la tapa dentro del cuerpo de la válvula. Sostener el cuerpo con una llave inglesa y, usando otra llave inglesa (dado de 15/16"), apretando la tapa para 1000 pulgadas/libras de torque. (PRECAUCION: La sección hexagonal de la tapa debe estar libre de rebabas o de filos, de otra manera esto puede tener problemas de sellado más tarde).

Continuación de la tabla XXVI.

- Instalar la arandela de la tapa arriba del vástago de la tapa
- Poner la manija sobre el vástago y en la tapa
- Instalar el sello sobre la base dentro del hueco de la manija
- Instalar sellador sobre la arandela y a la parte baja del hueco de la manija como se indica.
- Con el lado plano muestra un revestido, retener la arandela en el lugar superior del sellador.
- Alinear los agujeros de estas partes y ponga el sellador sobre el resorte
- Poner el resorte retenido sobre el ensamble tal como se muestra, mantener en el centro de agujero alineado con las partes instaladas en los pasos del 13 al 18.
- Instalar la arandela y el tornillo sobre el reten. Apretar firmemente con un desarmador, girando en el sentido de las manecillas del reloj.
- Girar la manija completamente en el sentido de las manecillas del reloj para cerrar la válvula.
- Presurizar el sistema, Probar la válvula para una correcta operación y pruebe todos los puntos de sellado para inspeccionar fugas a fondo y para uso de oxígeno use una solución compatible volátil.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Relicuar el CO2 sólido**

	Código: IT-I-08	Documento: Instructivo de relicuar CO ₂ sólido
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Desarrollo:</p> <p>En este evento el termo pierde presión y el contenido se vuelve sólido, El siguiente procedimiento debe usarse para relicuar el producto CO₂:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localice y corrija la razón de baja presión. Se enlisto justo algunas causas de los termos para tener baja presión causando en esto alta escarcha: <ul style="list-style-type: none"> ○ Válvula de aumento de Presión está cerrada. Abrir la válvula ○ Regulador de aumento de presión esta ajustado para baja. Ajustar el regulador al apropiado ajuste necesario. ○ El regulador de aumento de presión no está abierto apropiadamente. Pruebe el regulador para verificar si este está trabajando apropiadamente y repararlo/reemplazarlo si es necesario. ○ El uso de producto fuera del cilindro es muy alto. Pruebe que las especificaciones de su modelo usado para asegurar en su dibujo cuanto líquido sale del cilindro líquido. ○ La tubería tienen fuga. Ver para escarcha. Escuchar si existe ruido de silbido, Probar con jabón en todas las uniones de fuga. • Conectar la fuente del gas apropiado a la válvula de venteo en el termo escarchado <ul style="list-style-type: none"> ○ Tener cuidado que la presión que usted aplica al cilindro para líquido escarchado no sea más alto que la presión que el termo tiene designada. 		

Continuación de la tabla XXVII.

- Abrir la válvula de venteo en el cilindro con escarcha, la válvula de la fuente de gas y monitorear la presión.
- La presión del termo con escarcha puede subir a 60 psi (4,1 bar) y permanecerá ahí. Cuando la presión inicia a subir por encima de 60 psi, esto es una indicación que el sólido está relicuándose. Continuará aumentando la presión de 200 a 300 psi (13,8 a 20,7 bar). Dependiendo de la duración del tiempo el contenido estará con escarcha, El tiempo de relicuación pueden ser de seis minutos para dos semanas.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Indicadores de nivel de líquido**

	Código: IT-I-09	Documento: Instructivo del cambio de indicadores de nivel de líquido
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Hay dos tipos de indicadores de nivel de líquido en los cilindros para líquidos.</p> <p>El medidor de nivel en los modelos Cyro-Cyl LP tiene un flotador y un resorte que mide la cantidad aproximada de producto en el contenedor.</p> <p>El diseño de estos medidores tiene la posibilidad de usar el mismo flotador y resorte para nitrógeno, argón y oxígeno. Sin embargo, la caratula del nivel de líquido debe ser cambiado para cada producto. Las caratulas están marcadas N para nitrógeno O para oxígeno, y A para argón. La serie de cilindros para líquido Dura-Cyl MP/HP tiene un medidor Roto-Cal. Este medidor tiene un conector de latón que tiene un sistema magnético que mueve una aguja que mide para vacío a la izquierda y lleno a la derecha.</p> <p>PRECAUCION: remueva toda la presión del cilindro antes de reparar el medidor de nivel de líquido. Debe usar guantes cuando maneje la vara del flotador para prevenir quemaduras.</p> <p>PRECAUCION: nunca limpie la caratula de plástico del medidor con solvente.</p> <p>Si el medidor está funcionando mal o tienen fugas este debe ser removido del contenedor y repararlo o reemplazado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir las válvulas de venteo y releve cualquier presión que este en el contenedor • Remover el nilón protector de color de la caratula del medidor removiendo los tres tornillos. • Destornillar y remover el ensamble de la caratula del medidor 		

Continuación de la tabla XXVIII.

- Reemplazar cualquier parte dañadas, elasticidad del resorte, flotador doblado o bajo sospecha, rayado o rotura del cristal de la caratula del medidor.
- Ajustar el ensamble de la caratula del medidor tal como sigue:
 - Sostener el ensamble de la caratula del medidor permitiendo que el flotador caiga libremente.
 - La parte extrema de los indicadores están en la zona de vacío
 - Aflojar el reten del resorte y ajustar el resorte arriba y abajo en la vara del flotador hasta que el indicador baje libremente en la posición recta. Apretar el reten del resorte.
 - Reemplazar el empaque del anillo redondo
 - Insertar el flotador y ensamble la caratula del medidor dentro del contenedor. Estar seguros que el empleo de la guía del flotador este localizado aproximadamente a 21 pulgadas dentro del contenedor.
 - Apretar la caratula del medidor girando a $\frac{1}{4}$ apretando manualmente a (150pulgadas/libras) y reemplazar el protector.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Víctor Ramírez	Jefe Departamento de Mantenimiento	Gerente general

Fuente: elaboración propia.

2.7.3.2. Pruebas

Son pruebas de importancia que se realizan a cada uno de los cilindros que contiene productos criogénicos, cada uno para diferente uso sea este industrial o medico, indicando cada una de las pruebas a realizar.

Tabla XXIX. **Prueba perdida de venteo por evaporación – NER**

	Código: IT-PT-01	Documento: Instructivo de prueba perdida de venteo por evaporación - NER
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Cuando un cilindro esta cuestionado para contener productos criogénicos por la propia duración de tiempo, deberá hacerse pruebas para verificar si el vacio del cilindro está mal o no.

Si el cilindro es usado en nitrógeno, argón u oxígeno iniciamos la prueba con la prueba de pérdidas de evaporación por venteo. Si el cilindro es uso CO2 o N2O la prueba de pérdidas de evaporización por presurización se moverá hacia abajo.

Desarrollo prueba de pérdidas de venteo por evaporación

- Llenar a la mitad el contenedor de producto
- Verificar que las válvulas de aumento de presión, uso de gas y retiro de líquido estén todas cerradas
- Permitir al contenedor ventear por aproximadamente 24 horas
- Pesar el contenedor tan exacto como sea posible
- Permitir al contenedor continuar ventilando por 48 horas adicionales
- Pesar el contenedor tan exacto como sea posible

Continuación de la tabla XXIX.

- Calcular la diferencia entre los dos pesos obtenidos en los pasos 4 y 6. El peso perdido de más de 16 lbs. (7,3 kg) en 48 horas es considerada excesiva y debe enviarse al servicio chart para reparar el vacío
- Si el peso perdido no es excesivo, proceda con la prueba de pérdida de evaporación por presurización

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Prueba de pérdida de evaporación por presurización - PRT**

	Código: IT-PT-02	Documento: Instructivo de prueba de pérdida de evaporación por presurización - PRT
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<ul style="list-style-type: none"> • Presurizar la unidad 50 psi (3,4 bar) y pruebe para cualquier fuga en la tubería • Ventear y entonces llenar la unidad con producto del servicio designado • Mantener la presión en el cilindro para líquido mientras se llena. No ventear después de llenar. • Verificar que todas las válvulas estén fuertemente cerradas • Observar que la presión aumente al ajuste de la válvula de relevo. (Esto tomara arriba de 6 días para un cilindro típico). • Una vez que la unidad esta a la presión de la válvula de relevo, pesar este tan exacto como sea posible. 		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

2.7.4. Control del mantenimiento preventivo

A continuación se presenta el formato del historial del mantenimiento de termos FR-MT-01, el cual es de suma importancia tanto para el operario como para el jefe de mantenimiento, ya que este se registrará información sobre el termo y/ o accesorio revisado, la fecha, la actividad realizada, el responsable del mantenimiento y los repuestos utilizados.

Figura 25. **FR-MT -01 Formato de mantenimiento preventivo termos**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
CODIGO TERMO	ACTIVIDAD REALIZADA	FECHA	TRABAJO REALIZADO POR	REPUESTOS UTILIZADOS		PRUEBA REALIZADA
				CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	

FIRMA _____

OBSERVACIONES

PRUEBAS

- a. Prueba Perdida de venteo por evaporación – NER
- b. Prueba de pérdida de Evaporación por Presurización – PRT

Fuente: elaboración propia.

2.7.4.1. Insumos y repuestos

Insumos

- Desengrasante CM 180
- Trapos de limpieza

Repuestos

- Manómetros
- Sello de vástagos
- Mangueras
- Conectores de entrada y salida
- Protector plástico
- Indicador de nivel

2.7.4.2. Personal

El jefe de mantenimiento es el encargado de hacer cumplir los procedimientos del programa de mantenimiento preventivo. El personal debe realizar las actividades de mantenimiento de acuerdo a los procedimientos establecidos, así mismo el de registrar las actividades realizadas y resultados obtenidos en el formato proporcionado por el encargado del mantenimiento, para realizar el análisis y permitir la mejora continua.

2.7.4.3. Medidas de seguridad

Todo proceso de mantenimiento está sujeto a condiciones que pueden ser riesgosas para el personal, por lo que la manipulación de termos conlleva riesgos para el personal a la hora de realizar las actividades de mantenimiento.

Tabla XXXI. **Medidas de seguridad en el mantenimiento de termos**

	Código: IT-ST-01	Documento: Medidas de seguridad en el mantenimiento de termos
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

A continuación se detallan las medidas de seguridad que deben respetarse para proteger la integridad del personal de mantenimiento.

- Los trabajadores deben asegurarse de tener la capacitación y la información necesarias para realizar el mantenimiento a los termos criogénicos.
- Usar calzado de seguridad y guantes de piel secos
- Utilizar casco de seguridad
- Utilizar mascarilla de protección
- Utilizar ropa de protección
- Seguir las normas de seguridad de manipulación de termos
- Utilice el equipo y herramienta adecuada para realizar el mantenimiento
- No se utilizará por ningún concepto herramienta inadecuada para el trabajo que se vaya a realizar.
- Las herramientas se inspeccionarán cuidadosamente por el usuario antes de utilizarlas, desechándose aquellas que estuvieren defectuosas, e informando de ello al jefe de mantenimiento.

Continuación de la tabla XXXI.

- Trabajando con máquinas neumáticas, no se desconectarán éstas de sus mangueras o válvulas, sin haber cerrado antes la alimentación y dejado que el aire se descargue a través de la propia herramienta. No se doblará la manguera para cerrar el paso de aire, salvo en caso de emergencia grave.
- Jamás quitar el tapón de seguridad de un termo sin las debidas precauciones
- Debe trabajar con orden, limpieza y el cumplimiento de normas establecidas

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

2.7.4.4. Costos

En la siguiente tabla se describe el detalle del costo del mantenimiento de 1 termo criogénico.

Tabla XXXII. **Costo mantenimiento de termo criogénico**

COSTO	CANTIDAD
<p>Mano de Obra (costos fijos)</p> <p>2 Horas son necesarias para dar el mantenimiento completo a un termo criogénico.</p> <p>1 hora = Q 12,75</p> <p style="text-align: right;">2 horas x Q 12,75</p>	<u>Q 25,50</u>
<p>Insumos (costos variables)</p> <p>Desengrasante CM 180 = Q 200,00</p> <p>5 termos/galón</p> <p style="text-align: right;">Desengrasante Q 200,00/5</p> <p style="text-align: right;">Total</p>	<p>Q 40,00</p> <p><u>Q 40,00</u></p>
<p>Repuestos (costos variables)</p> <p style="text-align: right;">Manómetro</p> <p style="text-align: right;">Conectores de Entrada y Salida</p> <p style="text-align: right;">Protector Plástico</p> <p style="text-align: right;">Indicador de nivel</p> <p style="text-align: right;">Válvula gas</p> <p style="text-align: right;">Válvula líquido</p> <p style="text-align: right;">Válvula de venteo</p> <p>Lote etiquetas de control (1 millar) = Q 70</p> <p style="text-align: right;">1 etiqueta = Q 70,00/1000</p> <p style="text-align: right;">Total</p>	<p>Q 135,00</p> <p>Q 150,00</p> <p>Q 75,00</p> <p>Q 210,00</p> <p>Q 118,00</p> <p>Q 118,00</p> <p>Q 118,00</p> <p>Q 0,07</p> <p><u>Q 924,07</u></p>
<p>Mantenimiento 1 termo criogénico</p> <p style="text-align: right;">Mano de obra + Insumos + Repuestos</p> <p style="text-align: right;">TOTAL</p>	<u>Q 989,57 = Q 989,60</u>

Fuente: ECOGAS, S. A.

3. DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO A LA NORMA ISO 9000: 2000

3.1. Base de la documentación

Con el objetivo de dar seguridad, satisfacción al cliente, ganar mayor mercado y de hacer mejoras cada día a llevado a ECOGAS, S. A. a la búsqueda de nuevos métodos para potenciar el trabajo, por medio de la certificación de la planta de producción según la Norma ISO 9001-200. La implementación de esta norma en la empresa hace partícipe de un mercado agresivo y competitivo, lo que la deja con una ventaja, frente a otras empresas del mismo rubro.

3.1.1. Documentación de procesos

Un proceso, es un conjunto de actividades que interactúan y su finalidad es transformar todos aquellos elementos de entradas en salidas. El enfoque basado en procesos en una organización tiene como meta el logro de la eficacia en su sistema de trabajo, entendiendo por eficacia el hecho que además realizar las actividades conforme han sido planificadas, se logren los resultados deseados con el óptimo aprovechamiento de los recursos disponibles. La documentación tiene como meta que una organización asegure una eficaz planificación, operación y control de los procesos, una organización que desee normalizar sus actividades, debe desarrollar un sistema de gestión documentado; con la normalización se busca facilitar y racionalizar el uso de los recursos.

Proteger los intereses del cliente, generar y especificar el control además de organizar la producción y prestación de los servicios por procedimientos. Por lo que la base documental del sistema de gestión de calidad debe reflejar una realidad actual y certera del sistema organizacional de la operación. No debe responder a qué es lo que idealmente se debería hacer, sino qué es lo que actualmente se hace en la realidad de la organización. La base documental no debe ser extensa, ni complicada, simplemente debe ser concreta fácil de leer y entender.

El sistema de gestión de calidad requiere cinco procedimientos obligatorios en el proceso de documentación, los cuales son:

- Control de documentos: los documentos requeridos por el sistema de gestión de calidad deben controlarse, los registros son un tipo especial de documentos y deben controlarse, en cuanto a la aprobación, revisión, actualización, identificación, control de versiones y distribución.
- Control de registros: los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de calidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

- Auditorías internas: la organización debe llevar a cabo a intervalos planificados auditorías internas, para determinar si el sistema de gestión de calidad es conforme con las disposiciones planificadas y si se ha implementado y mantenido de manera eficaz.
- Control de producto no conforme: la organización debe asegurarse que el producto sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir el uso o entrega no intencional.
- Acciones correctivas / preventivas: la organización debe tomar acciones para eliminar la causa de no conformidades, además debe implementar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir la ocurrencia.

3.1.2. Clasificación de procesos

Los procesos pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Procesos claves del negocio: son aquellos en que las salidas están directamente relacionadas con la misión del negocio; son los que agregan valor a los clientes externos.
- Procesos habilitadores o de soporte: son aquellos que producen salidas que alimentan a otros procesos claves; son lo que agregan valor a los clientes internos.
- Procesos gobernadores o de control: son los que producen salidas que regulan o establecen lineamientos para otros procesos.

3.1.3. Línea base de un proceso

El establecimiento de parámetros para la mejora de un proceso se realiza por medio de la identificación de una línea base del proceso. Esta se determina al definir indicadores de desempeño en los procesos, esto se realiza con la finalidad de establecer el nivel de referencia para el análisis de la mejora del proceso.

3.1.4. Elementos para analizar los procesos

Existen algunos elementos de enfoque para analizar los procesos, entre los cuales están:

- Los clientes y los requisitos: debido a que el conocer los requisitos del cliente es el paso inicial cumplir con los mismos y lograr la satisfacción.
- Los productos: el tipo de producto que se maneje es fundamental en el análisis de los procesos.
- Los proveedores y los insumos: es de suma importancia el proveedor así como el tipo de insumo utilizado.
- Las actividades y el flujo del proceso: la interacción de las actividades así como la línea base del flujo del proceso.
- Las actividades y su importancia dentro del proceso: existen actividades determinantes en cada proceso por lo que deben analizarse.

- Los sistemas de control: existen puntos de control o de referencia que se deben cumplir.
- La identificación de las oportunidades de mejora: para el desarrollo de nuevos métodos de trabajo, la búsqueda la mejora continua es esencial.

3.1.5. Gases médicos e industriales

En relación a las condiciones de temperatura y presión relativamente estables existentes en la superficie del planeta, se designa como gas, a todo elemento o compuesto que exista habitualmente en este estado (estado gaseoso), diferentes a los estados sólido y líquido, en las cercanías de las condiciones normales de temperatura y presión (15 °C, 1 atm). Se usa el concepto de vapor para la fase gaseosa de cualquier elemento o compuesto que, en las mismas condiciones, es normalmente líquido o sólido.

Los gases en la actualidad se han convertido en una herramienta indispensables en laboratorios, hospitales y en la industria, aunque son elementos bastante seguros de utilizar, se pueden presentar serios accidentes, cuando se desconocen las propiedades y las normas de seguridad para el adecuado manejo.

Frecuentemente los gases son clasificados de acuerdo a la aplicación en los diferentes ramos de la industria, la medicina, la alimentación, la electrónica, etc. Por lo tanto surge la necesidad de clasificarlos en:

Gases médicos: esta constituye la clasificación más especializada e incluyen los gases más utilizados en medicina, con fines médicos o terapéuticos.

Los gases medicinales más comúnmente utilizados en los hospitales pueden ser clasificados tomando en cuenta la característica y aplicación. Es esta clasificación se encuentran los gases medicinales inflamables, estos presentan entre sí problemas similares con respecto a el almacenamiento, manejo y utilización. Estos gases al mezclarse con oxígeno puro o aire, en las proporciones adecuadas y ante presencia de una fuente de ignición, pueden dar origen a una explosión con consecuencias fatales tanto para el personal como para la propiedad del hospital. Los gases inertes utilizados presentan asfixia por desplazamiento del oxígeno en la atmosfera y los gases criogénicos con el riesgo de quemaduras por bajas temperaturas.

Gases industriales: incluyen la totalidad del rango de gases clasificados por las propiedades químicas para ser utilizados en procesos industriales como son: corte y soldadura de metales, tratamientos térmicos, procesos químicos, refrigeración y tratamiento de aguas.

Ejemplos de estos gases son: oxígeno, acetileno, argón, nitrógeno, entre otros.

3.2. Sistema de documentación

La Alta Gerencia de ECOGAS, S. A., debido a el interés por la realización de una propuesta de procesos de mejora continua que garanticen un crecimiento integrado en todos los departamentos solicitó documentar el proceso de producción con el objeto de poseer las bases para la búsqueda de una futura certificación de los procesos. Debido a la magnitud en las operaciones de la empresa, la documentación del proceso conlleva el tener registradas todas las operaciones para cumplir con un enunciado relacionado con la Norma ISO 9001:2000, que dice que se debe escribir lo que se hace, se debe hacer lo que se escribe y se debe poder demostrar.

La propuesta del sistema de documentación de calidad para la planta ECOGAS, S. A., nace de la necesidad de hacer un sistema que gestione una mejora continua en los procesos, además de documentar todas las actividades que se realizan. El enfoque primordial de la Gerencia de la empresa es adoptar nuevas prácticas de trabajo que coadyuven al logro de los objetivos propuestos dentro de la planificación estratégica que cada año se realiza, esto se llevará a cabo a través del Comité de Calidad, las acciones y atribuciones del mismo están indicadas en el literal 3.2.4.

3.2.1. Política de calidad

En la siguiente tabla se dan los lineamientos a cumplir para establecer los controles de calidad respectivos, y realizar el producto de forma eficiente.

Tabla XXXIII. **Política de calidad ECOGAS S. A.**

	Código: PO-GC-01	Documento: Política de Calidad
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>Se asume el compromiso que la política de calidad sea comunicada, entendida y mantenida en toda la organización a través de un compromiso visible de la Gerencia General en la gestión de la misma. A continuación se detalla la política de calidad propuesta para ECOGAS, S. A., la misma fue realizada conjunto con el Comité de Calidad.</p>		

Continuación de la tabla XXXIII.

ECOGAS, S. A., es una empresa que se dedica a la producción venta y distribución de gases médicos e industriales, servicios y tecnologías a nivel global a la industria, a la salud y para el bienestar humano.

ECOGAS, S. A., asume el compromiso por la preservación del medio ambiente por medio de la mejora continua en el proceso producido, manifiesta la responsabilidad en la implementación y mantenimiento del sistema de calidad basado en la Norma ISO 9001:2000, mejorando las competencias del recurso humano y manteniendo relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores con el objetivo final de satisfacer en todo momento los requisitos del cliente.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Objetivos de calidad

En la siguiente tabla se detallan los objetivos de calidad ECOGAS S. A.

Tabla XXXIV. **Objetivos de la calidad**

	Código: PO-GC-02	Documento: Objetivos de calidad
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>A continuación se detallan los objetivos de calidad para el Sistema de Gestión de Calidad de ECOGAS, S. A.</p> <p>Objetivos de Calidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con la satisfacción del cliente en todo momento por medio de un proceso documentado que responda en cualquier momento a cada solicitud o requerimiento. • Promover la mejora continua en la organización por medio de la implementación del Sistema de Gestión de Calidad, cuya responsabilidad de seguimiento y validación sea realizada por el Comité de Calidad. • Establecer en los procedimientos que integran el Sistema de Gestión de Calidad formatos para el control y seguimiento de las actividades desarrolladas. • Mejora el nivel del conocimiento de los empleados en los temas referentes a la Norma ISO 9000:2000, por medio de la capacitación constante y la frecuente retroalimentación de los jefes inmediatos. • Revisar el Sistema de Gestión de Calidad, por medio de una validación de la Gerencia General, así como la asignación de los recursos que sean necesarios. 		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

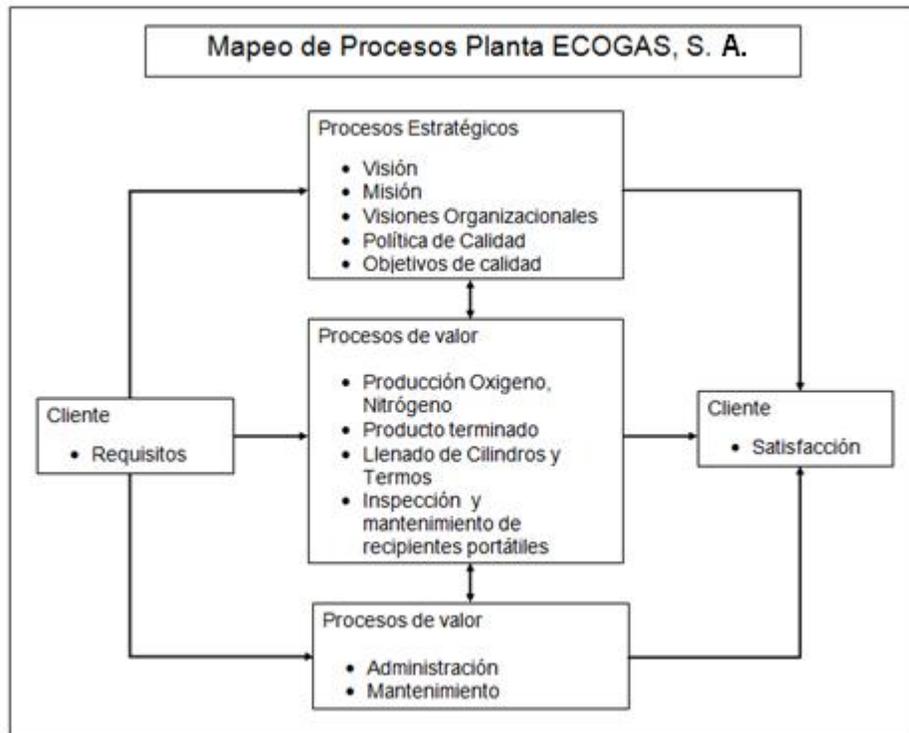
3.2.3. Mapeo de procesos

El mapeo de procesos busca determinar la línea de valor en donde se determinan todos aquellos procesos que le dan sentido a la operación.

- **Procesos estratégicos:** son aquellos que fundamentan la operación entre los cuales están la visión, la misión, los valores organizacionales, la política y los objetivos de calidad.
- **Procesos de valor:** son aquellos que le dan sentido a la operación, entre los cuales están los procesos que se realizan en bodega (producto terminado, recipientes portátiles, producción de gases médicos e industriales, llenado cilindros y termos).
- **Proceso de apoyo:** son aquellos que ayudan a que los procesos de valor se lleven a cabo, administración y mantenimiento.
- **Eje central de la operación:** el objetivo de llevar a cabo el trabajo es el cliente el conocer sus requisitos llevará a lograr la satisfacción.

Para ejemplificar la interacción de los distintos procesos que se realizan en la planta de producción de ECOGAS, S. A., se detalla en la figura 28, en donde los elementos de entrada son los requisitos del cliente, los procesos internos de la organización realizan el trabajo, para tener como salida el logro de la satisfacción del cliente.

Tabla XXXV. Mapeo de procesos



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio.

Alcance:

El sistema de gestión de calidad propuesto compete únicamente y directamente a los procesos desarrollados en la planta de producción de ECOGAS, S. A.

3.2.4. Comité de Calidad

En la siguiente tabla se detalla las funciones del Comité de Calidad.

Tabla XXXVI. **Comité de Calidad**

	Código: PO-GC-03	Documento: Comité de calidad
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

En la propuesta de un sistema de gestión de calidad se establece como ente la mejora continua y el seguimiento la integración de un comité de calidad que este represente las diversas áreas de la empresa y que sea el ente por el cual se canalice todo lo referente al proceso de documentación. La representación de las diversas áreas que integran la empresa es importante debido a que la perspectiva del trabajo es global los diversos punto de vista enriquecen y sustentan las decisiones de tomar.

Luego de realizar la convocatoria y analizar a los integrantes del comité de calidad se debe elegir al grupo que dirigirá el mismo (lo usual es realizar una votación entre todos los integrantes del comité de calidad), una estructura básica para el desarrollo del trabajo es la siguiente:

- Representante del comité
- Delegado de la alta dirección
- Secretario
- Vocal

Entre las actividades a desarrollar por el Comité de Calidad están:

- Capacitar sobre la Norma ISO 9001:2000 a todos los integrantes del Comité.
- Realizar talleres de sensibilización a todo el personal de la empresa con el objetivo de reducir la resistencia al cambio.
- La publicidad es un medio por el cual se puede hacer llegar el mensaje de la documentación de procesos.
- El manejo de una agenda para las reuniones que podría ser semanal dará sentido a los puntos necesarios para verificar los objetivos y metas.

Continuación de la tabla XXXVI.

- El comité se renovara cada año, lo recomendable es cambiar sólo algunos de los miembros no a todos, para darle oportunidad a nuevos miembros y con los integrantes antiguos darle seguimiento a los planes y proyectos.
- La visita a empresas en proceso de certificación o ya certificadas, según la Norma ISO 9001:2000 ampliara la visión de los integrantes del comité.

Actividades del proceso de documentación:

- El comité de calidad integrado deberá analizar la asesoría de un profesional con experiencia en el tema, para realizar el acompañamiento del proceso de documentación.
- Revisar toda la documentación existente, como lo son procedimientos, instructivos, políticas, manuales, formularios, etc.
- Hacer un listado de la documentación con la que se cuente, clasificarla de acuerdo al proceso que pertenece.
- Determinar el alcance de lo que se desea documentar o en caso certificar
- Mapear los procesos macro de la empresa
- Definir los responsables y los plazos para el levantamiento de la documentación pendiente del sistema de gestión.
- Capacitar a todos los involucrados en temas referentes al proceso de documentación.
- Realizar y revisar los documentos elaborados para luego validarlos con el visto bueno de la gerencia general.
- Auditar los procesos, en un inicio las auditorias son de tipo interno, estas son realizadas por personal perteneciente a otro departamento distinto al auditado, para luego realizar las auditorias de segunda mano externas que dan una visión real de cómo se encuentra la empresa en el proceso de certificación.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.3. Procedimiento de revisión por la dirección

La siguiente tabla da a conocer cual es el procedimiento de revisión estructurado para el Sistema de Gestión de Calidad.

Tabla XXXVII. **Procedimiento de revisión por la dirección**

	Código: PR-GC-01	Documento: Procedimiento de revisión por la dirección
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

OBJETIVO: el propósito de este procedimiento es definir la asignación de responsabilidades para programar, conducir y registrar las revisiones por la dirección de la empresa.

ALCANCE: este procedimiento compete a la gerencia general de la empresa y al encargado del comité de calidad.

DEFINICIONES:

Proceso: es el conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforma entradas en salidas. La esencia de recibir una entrada a través de actividades transformarla en algo más valioso que llamamos producto o servicio.

Procedimiento: es la guía detallada que muestra secuencial y ordenadamente como dos o más personas realizan un trabajo. Es una manera especificada de efectuar una actividad.

Método: es la guía detallada que muestra secuencial y ordenadamente como una persona realiza un trabajo. Un método documentado se le denomina instrucción de trabajo.

RESPONSABILIDADES: es responsabilidad del gerente general el realizar la revisión del sistema de gestión de calidad por lo menos dos veces por año.

Es responsabilidad del encargado de comité de calidad el coordinar con las diversas gerencias jefaturas que integran la empresa la organización de las reuniones para la revisión del sistema de gestión de calidad.

Continuación de la tabla XXXVII.

DESARROLLO:

- El gerente general de la empresa programará la fecha para la reunión de revisión, lo cual coordinará con todas las áreas involucradas en el proceso.
- Con la finalidad de fortalecer el establecimiento del sistema de gestión de calidad de la empresa, este se revisara por lo menos dos veces por año.
- El gerente general debe presidir las reuniones que se convoque para la revisión del sistema de gestión o por quien este delegue; deben asistir los miembros del comité de calidad así como las personas que ocupen puestos de gerencia o jefatura, además de los miembros de la organización que consideren pertinente su asistencia. El encargado del comité de calidad debe coordinar dicha actividad.
- La agenda para cada reunión deberá contemplar como mínimo los siguientes temas:
 - Recomendaciones para la mejora del sistema de gestión de calidad
 - Revisar los objetivos y la política de calidad
 - Resultados de las auditorías realizadas, estas incluyen las internas como las externas.
 - Desempeño de los indicadores de procesos
 - Retroalimentación acerca de la calidad del producto
 - Los procesos relacionados con el cliente
 - El estatus de las correcciones preventivas y correctivas
 - Las acciones de seguimiento de reuniones anteriores
 - Estado del sistema de gestión de calidad
 - El proceso de comunicación interna y con el cliente

Continuación de la tabla XXXVII.

- El encargado del comité de calidad realiza la revisión de los puntos detallados en el numeral cuatro del presente procedimiento, además de la determinación de las responsabilidades de acuerdo al departamento que corresponda, para que tengan pleno conocimiento de las atribuciones en la implementación, control, seguimiento, mantenimiento y mejora del sistema de gestión de calidad.
- Las reuniones para la revisión por la dirección deben incluir acciones asociadas a la:
 - Gestión de recursos
 - Procesos asociados con el cumplimiento y satisfacción de los requisitos establecidos por el cliente.
 - La mejora en la eficacia del sistema de gestión de calidad
- Al finalizar la reunión el encargado del comité de calidad deberá generar un informe de los puntos tratados, la delegación de responsabilidades, las acciones de mejora, las fechas límites de realización. Este informe deberá ser revisado mensualmente por encargado del Comité de Calidad quien retroalimentará al gerente general sobre el estatus de dichas acciones así como a todos los involucrados en el proceso.

ANEXOS:

Ninguno

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.4. Procedimiento de control de documento

En la siguiente tabla se detalla cual es el procedimiento correcto para elaborar documentación.

Tabla XXXVIII. Procedimiento de control de documentos

	Código: PR-GC-02	Documento: Procedimiento de control de documentos
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

El control de documentos tiene la finalidad de dar cumplimiento a uno de los cinco requisitos básicos de documentación, según la Norma ISO 9001:2000. El control de documentos establece el método para la elaboración de los documentos, a continuación se detalla el procedimiento:

OBJETIVO: estandarizar el proceso de elaboración y control de documentos del sistema de gestión de calidad de ECOGAS, S.A.

ALCANCE: este procedimiento debe ser utilizado para la elaboración y control de cualquier documento que se realice en la planta de producción, así como todos aquellos que pertenezcan al sistema de gestión de calidad.

DEFINICIONES:

Proceso: conjunto de actividades que interactúan entre sí, con la finalidad de transformar las entradas en salidas.

Calidad: conjunto de características inherentes en un producto que cumplen con los requisitos.

Cliente: es la persona u organización a la cual se le entrega un producto.

Producto: se define como el resultado de un proceso, este puede ser un producto o un servicio.

Continuación de la tabla XXXVIII.

Documento: es la información y su medio de soporte

Registro: son los resultados obtenidos en un proceso que proporcionan evidencia de lo ejecutado.

Procedimiento: forma específica en la que se lleva a cabo un proceso

Documento controlado: es un documento controlado aquel cuya información esta actualizada y vigente, además el uso del mismo es restringido, las copias del mismo se tienen controladas de acuerdo a las funciones que desarrolla cada departamento.

Documento no controlado: es un documento no controlado aquel cuya información se distribuye según necesidades específicas y que no requiere una distribución controlada.

RESPONSABILIDADES: es responsabilidad de todos los colaboradores que posean documentos del sistema de gestión de calidad cumplir las normas establecidas en el presente procedimiento. Es responsabilidad del encargado del comité de calidad velar porque todos los documentos que forman parte del sistema de gestión de calidad estén controlados tal y como lo establece el presente procedimiento.

Es responsabilidad del gerente general el revisar y aprobar la documentación, asegurando que la misma este actualizada.

DESARROLLO:

- Los documentos que se desarrollen en la empresa deben estructurarse de la siguiente forma:
 - Objetivo: se describen los objetivos que se alcanzaran con la aplicación de los documentos, indicando en forma clara el enfoque, intención e importancia del mismo.

Continuación de la tabla XXXVIII.

- **Alcance:** se indica cuando y en qué medida se aplica el documento, es decir, a que procesos afecta, incluye o excluye.
- **Definiciones:** se deben incluir todas las definiciones de todos aquellos términos técnicos utilizados en los documentos y pueda generar confusión.
- **Responsabilidades:** se define quienes tienen la responsabilidad directa o indirecta en el cumplimiento del documento.
- **Desarrollo:** se describen en orden cronológico las actividades necesarias que deben realizarse para cumplir con el propósito del documento.
- **Anexos:** se describen los documentos relacionados, que proporcionan referencia importante como lo son instructivos (describen en forma detallada la secuencia de actividades que conforman un proceso), y formatos (cuentan con un diseño según sea su uso o aplicación).
- **Autorizaciones:** describe en nombre y puesto de la persona que elaboró, revisó y aprobó un documento.
- Los documentos del sistema de gestión de calidad se deben identificar en el encabezado con el logo de la empresa, código, título, versión y fecha.
- El estado de revisión de los documentos que integran el sistema de gestión de calidad es responsabilidad del departamento que lo origina, siendo la firma de este la evidencia de que el mismo fue revisado y aprobado.
- Cuando se requieran copias impresas de los documentos, se deberá, llenar el formato de control de distribución de documentos FR-GC-01, página XXX (donde se indica el código del documento, la versión y firma de la persona que lo recibe). Además en el pie de página de cada copia se debe indicar el puesto de la persona que aprobó el documento original y fecha de emisión. Cada copia impresa se debe identificar con el sello de documento controlado.

Continuación de la tabla XXXVIII.

- Todos los colaboradores deben identificar la necesidad de elaborar procedimientos, instructivos, formatos y otros documentos cuando se considere necesario fortalecer el sistema de gestión de calidad. Asimismo todos los colaboradores deben evaluar en forma crítica los documentos que utilizan y solicitar la revisión de los mismos cuando se considere necesario por medio del formato de solicitud y registro de cambios FR-GC-03, página XXXII.
- Previo a la distribución de un documento, este debe ser revisado por el encargado del proceso al que pertenece, así como por el comité de calidad para verificar que es adecuado y conforme con la Norma ISO 9000:2000.
- Todos los documentos nuevos se deben enviar al comité de calidad para que este inicie el proceso de revisión y aprobación, y los incorpore dentro del sistema documental. Un documento se considera formalmente aprobado cuando haya sido aprobado por el encargado del proceso a la que pertenece.
- La modificación de los documentos integrados dentro del sistema de gestión de calidad se dará cuando se detecten oportunidades de mejoras en las auditorías, o en las revisiones gerenciales.
- Cualquier colaborador puede solicitar la revisión y modificación de un documento del sistema de gestión de calidad, para ello debe llenar el formato de Solicitud y registro de cambios FR-GC-03, página XXXII; en dicho documentos debe identificar la naturaleza del cambio, y luego se le da trazabilidad al documentos que se va a modificar mediante le número de versión. La solicitud debe entregarse al encargado del comité de calidad el cual analizará con el responsable del proceso la factibilidad del cambio.
- Cuando se autorice una modificación se establece un período de 7 días para que el comité de calidad realice el cambio.
- Los cambios realizados se revisan contra la solicitud, actualizando el número de versión del documento y la fecha de edición. Este nuevo documento generado se debe enviar a las personas responsables para la revisión y aprobación.

Continuación de la tabla XXXVIII.

- Al momento de que el documento este aprobado se debe actualizar el formato de Control de distribución de documentos, previniendo la realización de modificaciones no autorizadas a los documentos aprobados restringiendo el nivel de acceso a los mismos.
- Los documentos deben estar en el lugar donde el responsable de la aplicación se encuentra, ya sea por medio electrónico o por copias impresas, de modo que se encuentre disponible para las personas que lo utilizan, asegurando siempre el debido mantenimiento y control.
- Las copias obsoletas deben ser entregadas en el momento en que se entreguen las nuevas versiones.
- Los documentos obsoletos deben ser almacenados electrónicamente en una base de datos diseñada tal fin y la responsabilidad de los mismos será competencia del comité de calidad. Cuando se requiera mantener copias impresas de documentos obsoletos se identificarán con el sello de documento obsoleto por el comité de calidad.
- Los documentos externos se deben identificar con el sello de documento externo, en el caso del nombre, fecha de edición, versión y código del documento se realizará cuando esto aplique.
- Los documentos editados solamente se les podrá sacar una copia no controlada con la autorización por escrito del gerente general y se les colocará en cada una de sus páginas el sello de copia no controlada.
- Los documentos utilizados en el sistema de gestión de calidad deben poseer un código que los identifique de la siguiente manera:

AA-BB-CC

Donde:

Continuación de la tabla XXXVIII.

AA: es el tipo de documento	IT: instructivo
MA: Manual de calidad	FR: Formato
PR: Procedimiento	BB: es el numero de Departamento
PO: Política	GG: Gerencia General
GC: Gestión de calidad	NG: Nitrógeno gas
AD: Administración planta	NL: Nitrógeno líquido
TM: Taller de mantenimiento	LL: Llenado de recipientes
CM: Cilindros metálicos	CB: Cambio de batería.
BT: Bodega de producto terminado	PP: Prueba de pureza
TC: Termos criogénicos	EP: Encendido de planta.
OX: Producción oxígeno	AP: Apagado de planta.
NI: Producción nitrógeno	CC: Corresponde el correlativo por proceso.
OG: Oxígeno gas	
OL: Oxígeno líquido	

ANEXOS:

FR-GC-01 Formato de lista maestra de control de documentos, página XXX.

FR-GC-02 Formato de lista de control de procedimiento, página XXXI.

FR-GC-03 Formato de solicitud y registro de cambios, página XXXII.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.5. Procedimiento de control de registros

La elaboración de los documentos de gestión de calidad requiere un control adecuado, en la tabla siguiente se detallan los pasos a seguir.

Tabla XXXIX. Procedimiento de control de registros

	Código: PR-GC-03	Documento: Procedimiento de control de registros
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>El control de registros tiene la finalidad de dar cumplimiento a uno de los cinco requisitos básicos de documentación, según la Norma ISO 9001:2000. A continuación se detalla el procedimiento de control de registros.</p> <p>OBJETIVO: establecer registros que documenten y respalden los procesos de trabajo realizado.</p> <p>ALCANCE: este procedimiento se aplica directamente al comité de calidad así como a todos los procesos que integran el sistema de gestión de calidad.</p> <p>DEFINICIONES:</p> <p>Proceso: conjunto de actividades que interactúan entre sí, con la finalidad de transformar las entradas en salidas.</p> <p>Calidad: conjunto de características inherentes en un producto que cumplen con los requisitos</p> <p>Cliente: es la persona u organización a la cual se le entrega un producto</p> <p>Producto: se define como el resultado de un proceso, este puede ser un producto o un servicio.</p> <p>Documento: es la información y el medio de soporte</p> <p>Registro: son los resultados obtenidos en un proceso que proporcionan evidencia de lo ejecutado.</p>		

Continuación de la tabla XXXIX.

Procedimiento: forma específica en la que se lleva a cabo un proceso

RESPONSABILIDADES: es responsabilidad del comité de calidad el velar por el cumplimiento de lo estipulado en este procedimiento.

DESARROLLO:

- El comité de calidad es el responsable de controlar el registro e identificación de los documentos internos como externos utilizados en el sistema de gestión de calidad.
- Los documentos se deben conservar en la forma más conveniente para que facilite su uso, ordenamiento, clasificación y recuperación, siguiendo un orden numérico y cronológico.
- Los documentos se pueden archivar en cualquiera de los medios disponibles, electrónicos e impresos.
- Para la protección de los mismos se utilizarán *leitzs*, fólder, cajas; en el caso de los que se encuentren almacenados en medios electrónicos deben realizarse copias para protección de los mismos siguiendo el criterio de importancia así como de la protección de la información requerida para tales casos.
- El responsable de cada área que integre el sistema de gestión de calidad donde se encuentren documentos para consulta de la operación debe asegurarse del adecuado respaldo y protección de estos, evitando el uso de documentos no autorizados.

Continuación de la tabla XXXIX.

- No es permitida la extracción de documentos fuera de las instalaciones de la empresa salvo autorización expresa del gerente general con el visto bueno del comité de calidad.
- Cualquier documento o registro que desee destruirse por aspectos relacionados con su vigencia deberá gestionarse mediante el formato de registro y destrucción de archivos FR-GC-04, página XXXIII.
- Cada seis meses el comité de calidad deberá realizar una verificación de los registros del sistema de gestión de calidad y determinar la disposición de los mismos.

ANEXOS:

FR-GC-04 Formato de registro y destrucción de archivos, página XXXIII.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.6. Procedimiento de auditorías internas

Las auditorías internas tienen como objetivo detectar procesos administrativos o de producción que no se realizan de manera eficiente, en la siguiente tabla se detalla el proceso a seguir.

Tabla XL. **Procedimiento de auditorías internas**

	Código: PR-GC-04	Documento: Procedimiento de auditorías internas
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Las auditorías internas tienen la finalidad de dar cumplimiento a uno de los cinco requisitos básicos de documentación según la Norma ISO 9001:2000, a continuación se detalla el procedimiento de auditorías internas.

OBJETIVO: establecer el grado de cumplimiento del sistema de gestión de calidad, así como la detección de oportunidades de mejora.

ALCANCE: este procedimiento aplica a todas las actividades relacionadas con el sistema de gestión de calidad. Compete directamente al comité de calidad, pero aplica a todos los procesos de la empresa.

DEFINICIONES:

Auditoría: proceso programado que busca establecer el grado de cumplimiento a los criterios de auditoría preestablecidos.

Auditor: persona que realiza una auditoría

Auditor interno: persona que pertenece a la organización y realiza una auditoría

Hallazgos: evidencia encontrada durante el proceso de auditoría de aspectos que no cumplen con los criterios de auditoría.

Criterios de auditoría: políticas, procedimientos y procesos

No conformidad: hallazgo que no cumple con un requisito de la norma

Continuación de la tabla XL.

Evidencia objetiva: datos que verifican o respaldan la existencia de algo

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del gerente general el darle el seguimiento al proceso de auditoría así como la verificación en el cumplimiento de las acciones propuestas.
- Es responsabilidad del comité de calidad elaborar el informe de cada una de las auditorías realizadas.
- Es responsabilidad de todo el personal que labora en los procesos auditados el brindar toda la información en la realización de auditorías y seguir la normativa establecida en el presente procedimiento.
- Es responsabilidad del grupo auditor apegarse a la normativa establecida en el presente procedimiento.

DESARROLLO:

- El comité de calidad es responsable de planificar las auditorías internas de calidad. Los procesos que integran el sistema de gestión de calidad deben auditarse por lo menos una vez por año. Dicha planificación se hace tomando en cuenta la importancia de los procesos a auditar, así como los resultados de las auditorías previas. El plan anual de auditorías internas FR-GC.04, página XXXIII incluyen todas las actividades correspondientes con la Norma ISO 9001:2000 que son aplicables a la empresa y que asigna una fecha de auditoría para cada una de ellas.
- Es posible realizarle modificaciones al plan anual de auditorías siempre que exista una justificación y que se apruebe el cambio por el comité de calidad.
- Se debe realizar una auditoría a todos los procesos incluidos en el sistema de gestión de calidad; a la vez el comité de calidad debe proponer la realización de una auditoría de menor alcance según se requiera siempre priorizando los procesos o actividades a auditar.

Continuación de la tabla XL.

- El grupo auditor es conformado por el comité de calidad o a quienes este delegue, el grupo auditor asignado es independiente a las actividades a auditar. El Comité de Calidad conduce la auditoría y es asistido por un grupo auditor entrenado.
- Durante las auditorías internas se verifica la implementación de los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001:2000 y en los documentos del sistema de gestión de calidad; se verifica además la implementación de los planes de acciones correctivas de auditorías anteriores.
- Una no conformidad mayor constituye una seria deficiencia que afecta negativamente el cumplimiento del sistema de gestión de calidad.
- Una no conformidad menor constituye una omisión temporal a los requisitos del sistema de gestión de calidad.
- El grupo auditor se prepara para la auditoría familiarizándose con la Norma ISO 9001:2000, así como revisando el manual de calidad, procedimientos e instructivos relacionados con el proceso a auditar, refrescando su conocimientos de acciones correctivas y observaciones anteriores, así como preparando el listado de verificación FR-GC-05, página XXXIV.
- El Comité de Calidad comunica a los responsables de cada proceso la fecha programada para la realización de la auditoría, con una semana de anticipación. Dicha programación debe ser revisada por el grupo auditor así como los auditados para poder incorporar oportunamente las modificaciones que se necesiten.
- Cada auditoría inicia formalmente con la reunión de apertura que convoca al grupo auditor así como los auditados, la misma se hace con la finalidad de revisar el programa general de la auditoría, buscando afinar cada detalle para que la esta se realice con éxito. En caso de que la auditoría no cubra por completo todo el sistema de gestión de calidad no es necesario que participe el grupo gerencial en su totalidad, únicamente se requiere la presencia de los involucrados de los procesos a auditar.

Continuación de la tabla XL.

- En la auditoría se buscará que el proceso auditado cumpla con los requisitos establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad, según la Norma ISO 9001:2000.
- Al momento de que el grupo auditor identifique una no conformidad menor o mayor este es analizado con el auditado con la finalidad de aclarado y determinar si es posible corregirlo en ese momento (esto se hace cuando se trate de un hecho aislado y no una oportunidad de mejora a mayor escala). Si la situación no puede corregirse durante la realización de la auditoria es mejor documentar la misma en el informe de auditoría FRGC-06, para que al final esta se comunicada al responsable del proceso auditado.
- Cuando el grupo auditor no identifica ninguna no conformidad u oportunidad de mejora esta debe ser aclarado también en el informe de auditoría FR-GC-06, página XXXV.
- Durante la realización de una auditoría al grupo auditor debe hacer por lo menos una reunión entre sus integrantes para verificar el avance de la auditoría, se busca además discutir algunas oportunidades de mejora, como para la aclaración de dudas.
- La reunión de cierre entre el grupo auditor y los responsables de los procesos auditados marca la finalización de la auditoría. En dicha reunión se comunican y aclaran las oportunidades de mejora detectadas; es importante la determinación de responsables y las fechas límites para las acciones de mejora.

ANEXOS:

FR-GC-04 Formato del programa general de auditorías, página XXXIII.

FR-GC-05 Formato de verificación de auditorías, página XXXIV.

FR-GC-06 Formato de informe de auditoría, página XXXV.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.7. Procedimiento de control de producto no conforme

Este proceso es importante porque el producto final tiene que cumplir con los estándares de calidad y seguridades propuestas para que el producto sea seguro, en la tabla siguiente se describen los lineamientos a seguir.

Tabla XLI. **Procedimiento de control de producto no conforme**

	Código: PR-GC-05	Documento: Procedimiento de control de producto no conforme
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

El control de producto no conforme tiene la finalidad de dar cumplimiento a uno de los cinco requisitos básicos de documentación, según la norma ISO 9001:2000.

OBJETIVO: establecer e identificar las no conformidades evidenciadas para cumplir con los requisitos establecidos por el cliente.

ALCANCE: aplica a todos los procesos involucrados en el sistema de gestión de calidad.

DEFINICIONES:

Acción correctiva: acción que se lleva a cabo para eliminar la causa de una no conformidad evidenciada.

Acciones preventivas: acción que se lleva a cabo para eliminar la causa de una no conformidad potencial.

Conformidad: es el cumplimiento de los requisitos establecidos

Producto: puede un producto o servicio

Hallazgos: evidencia encontrada durante el proceso de auditoría de aspectos que no cumplen con los criterios de auditoría.

No conformidad: hallazgo que no cumple con un requisito

Continuación de la tabla XLI.

Liberar: autorizar el uso de un producto

Producto no conforme: es todo producto o servicio que presenta una no conformidad

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del gerente general el velar por el cumplimiento del presente procedimiento.
- Es responsabilidad del comité de calidad el liberar o retener un producto con una no conformidad detectada.
- Es responsabilidad de cada responsable de proceso el verificar porque el producto entregado al cliente cumpla con los requisitos del sistema de gestión de calidad.

DESARROLLO:

- Los encargados de cada proceso que integre el sistema de gestión de calidad son responsables de la identificación de los productos no conformes sean documentados mediante el registro de no conformidades FR-GC-08 (página XXXVI), de acuerdo a lo establecido en el presente procedimiento. El reporte de no conformidades que emite el comité de calidad es una herramienta muy importante para facilitar la identificación de oportunidades de mejora.
- El personal que participa en la operación es responsable de identificar las no conformidades en los productos empleados durante el ciclo productivo, estas se clasifican en críticas o no, de acuerdo a las especificaciones es de aceptación y rechazo del producto.
- El producto identificado no conforme debe ser retirado del área de producto terminado y remitirlo a un reproceso con la finalidad de evitar rechazos del cliente.

Continuación de la tabla XLI.

- El comité de calidad en base de los reportes de registro de no conformidades FR-GC08 (página XXXVII) realizará un análisis de las tendencias del producto no conforme por lo menos una vez al mes con la finalidad de solicitar al responsable del proceso al acciones correctivas pertinentes.
- En caso que se detecte producto no conforme en el proceso de recepción de mercadería este debe rechazarse de inmediato y comunicarle al proveedor las causas de la no conformidad.
- El encargado de bodega es el responsable de enviar semanalmente un informe al comité de calidad las no conformidades detectadas en la recepción del producto para que este a su vez se comunique las causas con los responsables de los procesos involucrados.
- En caso de que se detecte un defecto o defectos potenciales de una no conformidad después de que el producto haya sido entregado, se procederá a retirar el producto del cliente así como a la reposición del mismo. Para evitar la ocurrencia del problema se aplicará el procedimiento de acciones correctivas y preventivas PR-GC-05, página XXXIV.
- Siempre que una no conformidad sea detectada se debe generar una solicitud de acción correctiva y preventiva FR-GC-09, página XXXVIII.
- El producto en proceso identificado como no conforme debe ser retirado por el personal de operaciones responsable de su manejo, las acciones a realizar son recuperarlo para que cumpla con las especificaciones, aceptarlo mediante una concesión y trasladarlo al área que corresponda para su reproceso, rechazarlo y disponerlo como desperdicio, donarse de acuerdo a una autorización de gerencia general.
- La Gerencia General y el Comité de Calidad deben tener conocimiento del destino final del producto no conforme por medio de los reportes del caso generados por cada responsable del proceso donde ocurran.

Continuación de la tabla XLI.

- Si luego de revisar un producto al cual se le ha detectado una no conformidad se verifica que este cumple con los requisitos para su liberación debe comunicarse con el comité de calidad para analizar la liberación del producto.
- Todo producto recuperado debe ser revisado por el comité de calidad para verificar el cumplimiento de las especificaciones del mismo.
- El cierre de una no conformidad debe ser planteada y registrada en la solicitud de acciones correctivas y preventivas FR-GC-09, página XXXVIII.

ANEXOS:

FR-GC-08 Formato de registro de no conformidades, página XXXVII.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.8. Procedimiento de acciones preventivas/correctivas

Es importante tener acciones preventivas para todo el proceso de envasado de gases médicos e industriales, al no cumplir las normas establecidas viene la etapa de corrección donde se analiza cuál fue la falla en la tabla siguiente se analizan estos pasos a seguir.

Tabla XLII. **Procedimiento de acciones preventivas/correctivas**

	Código: PR-GC-05	Documento: Procedimiento de control de producto no conforme
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>El control de producto no conforme tiene la finalidad de dar cumplimiento a uno de los cinco requisitos básicos de documentación, según la Norma ISO 9001:2000.</p> <p>OBJETIVO: establecer e identificar las no conformidades evidenciadas para cumplir con los requisitos establecidos por el cliente.</p> <p>ALCANCE: aplica a todos los procesos involucrados en el sistema de gestión de calidad</p> <p>DEFINICIONES:</p> <p>Acción correctiva: acción que se lleva a cabo para eliminar la causa de una no conformidad evidenciada.</p> <p>Acciones preventivas: acción que se lleva a cabo para eliminar la causa de una no conformidad potencial.</p> <p>Conformidad: es el cumplimiento de los requisitos establecidos</p> <p>Producto: puede un producto o servicio</p> <p>Hallazgos: evidencia encontrada durante el proceso de auditoría de aspectos que no cumplen con los criterios de auditoría.</p>		

Continuación de la tabla XLII.

Criterios de auditoria: políticas, procedimientos y procesos

No conformidad: hallazgo que no cumple con un requisito

Evidencia objetiva: datos que respaldan la veracidad o existencia de algo

RESPONSABILIDADES: es responsabilidad del comité de calidad

- Dar seguimiento a todos los pedidos de acciones correctiva o preventiva hasta que la misma quede debidamente cerrada.
- Verificar la implementación de acciones correctivas o preventivas que se inicien en cada área y serán de su competencia hasta que se garantice la solución de la no conformidad oportunamente.

DESARROLLO:

- Los pedidos de acciones correctiva o preventiva no solo pueden utilizarse por entidades internas a la empresa sino también para entes externos como proveedores.
- Cualquier colaborador de la empresa puede generar una solicitud de acciones correctiva o preventiva mediante el formato de control de acciones preventivas / correctivas FR-GC-09.
- Todo pedido de acción correctiva o preventiva ya sea real o potencial debe hacerse por escrito al proceso donde se detecto la no conformidad; este pedido debe contener una descripción de la condición no satisfactoria que debe corregirse o prevenirse y especifica el proceso que la origina así como el responsable.
- Se establece un período de cinco días hábiles para que el encargado del proceso responsable desarrolle el plan de acciones.
- Comité de calidad debe informar mensualmente el estado de los pedidos de acción correctiva y preventiva a gerencia general.

Continuación de la tabla XLII.

- Las causas que originan una acción correctiva pueden ser las siguientes:
 - Identificación de una no conformidad en el producto
 - Acumulación de no conformidades de características similares en el producto
 - El incumplimiento de especificaciones del producto
 - Problemas recurrentes en los procesos
 - Quejas de los clientes
 - Entregas no conformes de proveedores
 - Identificación de cualquier situación que incumpla los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad.

- Aplica una acción preventiva siempre que se detecte una situación que necesita ser evaluada para determinar si se puede convertir en una no conformidad, ya sea mediante el análisis de tendencias en el cumplimiento de los objetivos de calidad, resultado de la mediciones de los procesos y del producto, retroalimentaciones de los clientes, proveedores y los resultados de las auditorías internas o externas.

- Siempre que reciba un pedido de acción correctiva o preventiva el responsable del proceso debe investigar las causas y proponer las acciones adecuadas para resolver la no conformidad desde su raíz y asegurar que la esta no vuelva a ocurrir. El plan de acción debe incluir:
 - El resultado del análisis de las causas
 - Las acciones correctivas o preventivas sugeridas
 - Las medidas de contingencia
 - La evidencia objetiva con la que se demuestra la acción sugerida
 - La fecha de implementación y el responsable

- El Comité de Calidad es responsable del seguimiento a los pedidos de acciones preventiva o correctiva.

Continuación de la tabla XLII.

ANEXOS: FR-GC-09 Formato de acciones preventivas / correctivas, página XXXVIII.		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.9. Documentación del proceso productivo

Las etapas para el desarrollo de un producto como lo son la planificación, los procesos relacionados con el producto, así como los requerimientos del producto se desarrollan en la presente propuesta en la parte del desarrollo del producto, con la finalidad de cumplir con los requerimientos del sistema de gestión de calidad.

En la planta de producción de ECOGAS, S. A., se determinaron los siguientes procesos como actividades básicas en la línea de valor del proceso productivo. En la tabla IX se detallan las actividades de valor de la planta de producción.

Tabla XLIII. **Actividades de valor en el proceso productivo**

Actividad
Encendido de planta criogénica
Producción Oxígeno Industrial
Producción Oxígeno Médico
Producción Oxígeno Líquido
Producción Nitrógeno Gas
Producción Nitrógeno Líquido
Prueba de pureza del producto
Cambio de Batería
Llenado de Termos Criogénicos
Apagado de planta criogénica

Fuente: elaboración propia.

3.10. Instructivo encendido planta criogénica

En la siguiente tabla se da a conocer los pasos para poner marcha la planta de gases industriales y médicos, en el cual se detallan las válvulas que se tienen que abrir y otras que se tienen que cerrar.

Tabla XLIV. **Instructivo de encendido de planta criogénica**

	Código: IT-EP-01	Documento: Instructivo de encendido de planta criogénica
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>El proceso de encendido de la planta criogénica es la primera actividad que se realiza en la planta de producción de ECOGAS, S. A. y de este depende todo el proceso de producción.</p>		

Continuación de la tabla XLIV.

OBJETIVO:

Establecer, identificar y verificar las actividades de todos los accesorios y equipos, que estos se encuentren en perfectas condiciones para el encendido de la planta de producción de oxígeno y nitrógeno.

ALCANCE:

Compete directamente al departamento de producción.

DEFINICIONES:

Aire: es una mezcla mecánica de oxígeno, el nitrógeno y otros gases

Válvula: es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

Compresor: un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores.

Planta criogénica: una planta criogénica es un complejo industrial que hace uso de procesos de enfriamiento a muy bajas temperaturas para conseguir nitrógeno, oxígeno y argón a través de la separación física de los componentes presentes en el aire.

Drenar: hacer salir un gas o un líquido de un sistema determinado

Secador molecular: dispositivo utilizado para la retener humedad a temperaturas elevadas

Despresurizar: disminuir o quitar la presión de un sistema

Presurizar: mantener la adecuada presión constante un sistema

Presión atmosférica: es la fuerza que ejerce el aire atmosférico sobre la superficie terrestre

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del jefe de planta velar por el cumplimiento del presente procedimiento.
- Es responsabilidad del operador de planta reportar cualquier falla o anomalía detectada en los equipos y maquinaria.
- Es responsabilidad del operador y jefe de producción el de determinar si la planta está en condiciones de encenderla.

Continuación de la tabla XLIV.

Es responsabilidad del jefe de planta velar por el cumplimiento de normas de seguridad para el presente procedimiento.

DESARROLLO:

Descongelar completa la planta

- Inicialmente drene todo el líquido de la planta hasta el final. D-4, D-5, D-6, & D-9.
- Luego mantenga las siguientes válvulas ajustando (asuma secadora 1 esta lista).
 - Las siguientes válvulas se cierran.
R1, A3, A7, A8, A9, A11, A12, A16.
N2, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10.
O3, O5, & O6.
 - Las siguientes válvulas deben abrirse:
A1, A2, A4, A6, A10, A13, A14, A17, A18, A19.
N1, N11.
O1, O2, O4.
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10 & D11
 - Y cegar los niveles de válvulas de calibre
VL17, VL18, VL19, VL20, VL21 & VL22
 - Abra las válvulas.
R4, R2, R3.
- El motor de expansión levanta la entrada y la conexión de salida de la válvula de empuje de la barra por medio de una palanca. Coloque un pedazo metálico de 4mm de espesor en medio de la barra del majadero y sumirlo y presione la barra. O quite el tapón de la válvula y remueva ambas válvulas de bola (globo), (esto le permitirá aire o flujo correcto para descongelarse) luego repare el tapón de la válvula.

Continuación de la tabla XLIV.

- Encienda el compresor de aire después de haber enfriado la circulación de agua y ajuste la presión de aire que es de 30 Kgs/cm² inicialmente por el cierre de las válvulas de purga del compresor y las válvulas A1, A2, A10. Ajuste la presión de aire por la A1. Ponga a circular el agua enfriada por medio de la bomba circulando y encienda la unidad de refrigeración para atraer al agua la temperatura de 6 a 8 °C.
- Gradualmente abra la entrada de aire para descongelar la válvula del congelador A15 observando la presión en P-13. La presión no debería exceder más que 0,5 Kg /cm².
- Revise el nivel de flujo de aire en todas la válvulas drenadas D1 a D11 y también después el nitrógeno se desahoga.
- Después de media hora o una hora inicie el descongelamiento por medio del calentador de aire T9 y observe la temperatura del aire, después la de calor, no debería exceder de 65 °C, bajo ninguna circunstancia.
- Revisar la temperatura de salida de todas las salidas de descongelación. Debería percibirse la temperatura al acercar la mano y sería alrededor de 35 °C a 40 ° C. El proceso de descongelamiento quizá tome aproximadamente entre 6 y 8 horas.
- Después todos los puntos de salidas de aire son cálidos, apague el interruptor de descongelamiento caliente.
- Después de 30 minutos, cierre la válvula de toma de aire de descongelar A 15. Abra las tuberías drenado de aire de A1 y A2.
- Apague el compresor de aire. Despresurice todas las líneas y contenedores y cierre todas las válvulas de la planta.
- No sobre caliente la planta. Si uno realiza una soldadura en la caja fría esta puede derretirse, y resulte en su total destrucción la caja fría.

Continuación de la tabla XLIV.

Poner en marcha después de descongelarse

- Asegúrese de disponer de electricidad y un voltaje normal, así también de suficiente agua en los niveles de enfriamiento de las torres y tanques. Revise los niveles de aceite de toda la maquinaria en funcionamiento que estén normales. (440 volts y 50 Hz).
- Ponga en circulación el agua refrigerada por medio de la bomba del compresor de aire y asegúrese que el flujo de agua llegue a todas las salidas.
- Empiece a enfriar la bomba de circulación de la bobina y encender la unidad para que la temperatura del agua sea de 6 °C a 10 °C.
- Rotar el volante de toda la maquinaria a mano mínimo una vuelta para la rotación libre. Asegurarse que la válvula del motor de expansión este adentro A 13 este cerrada y los 4mm de embalaje en la varilla de empuje, este removida o la llave de bola este equipada ensamblada y de regreso (esto si las llaves de bola fueron removidas durante la descongelación).
- Mantenga los siguientes ajustes de válvulas: (asuma secador A en línea).

Válvulas abiertas.

A-1, A-2, A-5, A-14,

N-1, N-3, N-6, N-8, N-9, N-10,

D-1, D-2.

Para que se conserve R-2 y R-3 girar 10 veces y se abre, luego se gira 5 veces R-4 y se abre.

Válvulas cerradas.

R-1, A-3, A-4, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, A-11, A-12, A-13, A-15,

A-16, A-17, A-18 A-19,

N-2, N-4, N-5, N-7,

O-1, O-2, O-3, O-5, O-6,

Drenar las válvulas D-3 y D-6.

Continuación de la tabla XLIV.

Todo aislamiento del manómetro y válvulas deberían ser mantenidas ligeramente abiertas. Válvulas de igual separación de calibre deben ser mantenidas cerradas.

- Echar a andar el compresor de aire según el manual del compresor. Después de alcanzar toda la velocidad, cierre la interetapa de las válvulas de drenado, cierre A-2 completamente. Cierre A-1 parcialmente, observando la presión del aire en P-4, que este cerca de 40 Kg /Cm².
- Gradualmente presurizar el colador molecular seco, el cual está listo para operar. (asumir A) por medio de la válvula A-3, gradualmente observando P-5, cuando P-5 este casi cerca de P4, abrir la toma de aire para secar A-3. Repentino presurizando y despresurizando el colador molecular los aglomerados comienzan a ser polvo y esto reduce su vida útil. Por lo tanto la operación debería ser gradual.
- Ahora el aire está listo para ser admitido a la caja fría. Abrir A-11, lentamente observando la presión de P-1. Ahora el aire será soplado a través de los tubos de drenado D-1 y D-2, soplar aire a través de las líneas rectas un par de veces cerrando y abriendo A-11.
- De igual forma se soplo aire mezclado por medio de la línea abriendo y cerrando A-12.
- Después de ahí se cierran A-11, A-12, D-1, y D-2.
- Ahora de nuevo se abre A-11 lentamente observando la presión en P-1, para después despresurizar, abrirse A-1 completamente.
- Ahora la expansión del motor podría ser encendido eléctricamente. Mantener la palanca de la válvula de admisión del sistema hidráulico en posición de alto. La presión de aceite en P-15 debería ser al menos 1,2 Kg /cm². Luego libere todas las antecámaras de compresión en el sistema hidráulico. Mantener la leva de la entrada en la séptima posición. Jale la palanca hidráulica de la válvula de admisión para correr su posición. Ahora la toma y las majas de mortero de la válvula de la conexión de salida deberían de operar.

Continuación de la tabla XLIV.

- La presión inferior de la columna P-2 también se aumentara. Durante el arranque inicial arriba, la presión inferior de la columna estará cerca de 2 a 3 Kg/Cm² en P-2 y de 0,4 a 0,5 Kg/Cm² en P-3, la presión superior de la columna.
- Después de alcanzar una presión constante en la columna superior de P-3, la regeneración del gas soplado para 60/80 NM3/hr la planta debería ser conectada para regenerar el secador de línea, después de chequear los ciclos del secador, el calentamiento debería comenzar.
- El nitrógeno para el enfriador de evaporación debería ser admitido al abrir la válvula N-2. La válvula N-1 debe estar cerrada observando la presión superior de la columna, si hay agua excedente en la evaporación del enfriador, que no debiese exceder de 0,5 Kg/cm², asegurarse que la tubería de nitrógeno se sumerja justamente dentro del agua del enfriador más fresco.
- Ahora observe la presión atmosférica en P-1, P-2. P-3 y P-4. Lentamente aumentar la presión atmosférica en P-4 cerrar A-1 gradualmente, de ese modo la descarga de presión en P-4, está cerca de 55 a 57 Kg/cm². Tomar cautela que P-2 y P-3 no suba. De la misma forma observe la temperatura de expansión del motor del cilindro si los anillos del pistón nuevos ha sido usados.
- Comenzar el enfriamiento, después de 2.1 a 3 horas T-1 alcanzara -90 °C. cuando la temperatura de T-2 llegue a -120 ° comenzar a cerrar la válvula R-4, y ciérrela completamente cuando la temperatura T-2 es -140 ° c.
- Por ahora, nosotros habríamos adelantado la posición de la leva del motor de expansión de 7 a cerca de 5 o 4 dependiendo del incremento en la presión atmosférica en P-2 y P-3, cuando reducimos la posición de la leva, la entrada de la presión aumentara y la presión de la conexión de salida bajaran y viceversa. Cuando la leva se situé en la posición más alta mas aire será maniobrado por el motor de expansión pero la temperatura de caída será menos y viceversa. Cuando enciendan la planta, aun cuando la máquina de expansión es manejada en leva 7, la presión será muy alta.

Continuación de la tabla XLIV.

Después de 5 horas de operación el líquido aparecerá en LV columna inferior y la presión P-1 continuara descendiendo. Las levas luego son intercambiadas de posición 3,2,...etc., para ajustarse a sostener presión alta en P-1 y obtener máxima pureza, por lo tanto la planta es lo suficientemente fresca.

- Cuando T-1 es de -90 °C a -100 °C y cuando T-2 es de -140 °C. abrir la válvula R-1 ligeramente. Luego observar la temperatura de T-3. Esta comenzara a enfriarse.
- Al mismo momento que la temperatura de T-3 antes de que R1 alcance -140°C / - 150°C. abrir ligeramente más sin alterar T3. Media hora después este, el aire líquido comenzara a formarse en la columna inferior. En las plantas recientes de oxígeno el punto de temperatura a T6 le han sido provistos. En el punto de entrada de aire para la columna más abajo. Cuando la temperatura es de - 174 ° C el líquido sustancioso aparecerá en la columna más abajo.
- Ahora el calibre nivelado L1 de la columna inferior debería ser organizado. Lentamente abrir VL 17 y VL 18 simultáneamente y cierre VL 19. El nivel comenzara a levantarse en L1.
- Una hora u hora y media después de esto, el oxígeno líquido comenzara a formarse en el condensador principal.
- Ahora alinear el calibre superior del nivel de la columna L2 abriendo VL 20 y VL 21 gradualmente al mismo tiempo y cerrando VL 22. El nivel del oxígeno de líquido comenzara a incrementar.
- Es una buena práctica para reducir drásticamente una cantidad pequeña (cerca de 10cm de R.L y L.O. inicialmente para fluir alineando abriendo D4 y D5).
- Cuando la columna superior nivele en L2 ha aumentado aproximadamente 40 cm. Colocando las válvulas R-2 y R-3. Los controles deberían ser algo semejantes eso debido al nivel se caerá y otra vez se elevara a la altura de punto de vista de 1cm.

Continuación de la tabla XLIV.

- Cuando R-2 este cercano a las 2 vueltas abrir y cuando R-3 este cercano a la vuelta abrirla. Chequear la pureza del oxígeno por medio del aparato Orsat por prueba colectora de la válvula D-1.
- La pureza del oxígeno debería ser más del 99 % antes de iniciar la producción. El producto es oxígeno cuando la pureza esta cercana al 99 %.
- Para incrementar la pureza del oxígeno, R-2 debe cerrarse lentamente
- Después de lograr una excelente pureza y tener un buen nivel, abrir la válvula de oxígeno O2 y luego la válvula O-1 gradualmente. El oxígeno ahora líquido es permitido su ingreso en la bomba L.O. Mantener la presión observada en P-3.

Atención:

Desde que la chaqueta de la bomba está caliente, la entrada grande de oxígeno en la bomba vaporizara el oxígeno líquido e incrementara la presión en P3.

- Cuando el nivel otra vez se ha levantado luego de una caída. Estamos listos para encender la bomba en L.O.
- Abrir la válvula O-4 y cerrar la válvula O-3
- Antes de encender la bomba L.O., revisar en busca de rotación libre a mano. Limpiar los pistones de la bomba L.O. con el C.T.C.
- Encender la bomba L.O. y revisar la presión del aceite para la lubricación de la manivela en P-16 el manómetro debería ser de aproximadamente de 0,70 Kg/cm².
- Ahora realizar una inspección en busca de oxígeno de flujo en el respiradero O-4.
- Luego abrir O-3, O-5, O-6, y aflojar todas las conexiones de la nariz del toro para cilindros. Cierre O-4. Ahora, las líneas de oxígeno del producto serán purgadas.

Continuación de la tabla XLIV.

- De allí después cierre O-4, O-5, O-6, y apretarse la conexión de la nariz del toro. Conservar las válvulas del cilindro abiertas. Las conexiones de válvulas individuales. Ahora los cilindros del tubo múltiple del amortiguador estarán llenos.
- Una vez estén llenos los cilindros del tubo múltiple del amortiguador estén llenos arriba de los 140 Kg/cm², llenar las líneas principales múltiples este puede ser encendido.

La tasa de producción puede ser chequeada por el tiempo tomado para llenar un set de cilindros conocidos su capacidad.

Nota:

La válvula R-4 ha sido provista para reducir el tiempo de enfriamiento de la planta después de descongelarse y alargando el cierre de arriba 4 a 6 horas. Dependiendo de la duración del tiempo de cesación debería ser tan abierto en que la presión más debajo de la columna quede de 2 a 3 Kg/cm² esta válvula puede ser cerrada completamente cuando T-2 alcance la temperatura – 140 ° C a – 150 °C.

Ponerse en marcha después de corte, suspender operación

- Cuando la planta es detenida por corto tiempo, ya sea debido a la electricidad o el fracaso del agua de refrigeración el principio de arriba no es muy extenso como el anterior.
- Mantener las siguientes condiciones iniciando: (asumir secador "A" en línea).

Válvulas:

A-1, A-5 A-14

N-1, N-3, N-6, N-9, N-10.

O-1, O-2, O-4, R-2 y R-3 gire ocho veces

para abrirlas o según condiciones de la duración de la planta de horas de cesación.

Válvulas Cerradas:

R-1, A-2, A-3, A-4. A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, A-11, A-12, A-13, A-15, A-16, A-17, A-18, A-19.

Continuación de la tabla XLIV.

N-2, N-4, N-5, N-7,
O-3, O-5, O-6,

Drenar las válvulas D-1 a D-5

Toda separación del manómetro de válvulas debería ser ligeramente abierta, niveladas y calibradas. Las válvulas desviadoras deben ser abiertas.

- Encender el compresor de aire luego de asegurarse de haber enfriado el abastecimiento de agua.
- La interetapa cercana drena las válvulas y ajusta la presión atmosférica en P-4, aproximadamente 40 Kg. /Cm² por la válvula A-1.
- Presurizar secador el cual estaba en la operación (asumir A para abrir A-3) después presurizar y abrir A-3 completamente.
- Encender el motor de expansión. Establecer el sistema hidráulico y ejercer presión correctamente. Conservar la leva alrededor de la posición 3-4. Abra la válvula de admisión de aire A-13.
- Observe la presión en P-2 y P-3. Cuando la presión sea normal encender el secador de regeneración (y nitrógeno soplado), iniciar el calentador más seco si se requiere.
- Admitir nitrógeno para la evaporación más fresca para abrir N2 y cerrar N1
- Observar la temperatura de T-1 y T-2 cuando estas son de - 100 °C / ñ 90 °C y -140 °C respectivamente abrir la válvula R-1.
- Controlar las válvulas R-2 y R-3 y observar el nivel de la columna superior L-2. Esto se podría realizar gradualmente.
- Cuando la pureza es normal entonces enfríese la bomba L.O. cerca de media hora u una hora. Encender la bomba L.O.

Continuación de la tabla XLIV.

<p>Mantener la presión de descarga de la bomba cerca de 50 Kg/cm². Esto se hace controlándola válvula O-3. Empezar a llenar los cilindros como se menciona anteriormente.</p> <p>ANEXOS: FR-EP-01. Hoja de control de planta de oxígeno, página XLI, XLII.</p>		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.11. Instructivo producción oxígeno médico e industrial

Este instructivo puntualiza pasos a seguir en la producción de los gases, para garantizar que el producto final esta elaborado con normas y principios establecidos de seguridad y calidad que se detallan en la tabla siguiente.

Tabla XLV. **Instructivo producción de oxígeno médico e industrial**

	<p>Código: IT-OX-01</p>	<p>Documento: Instructivo de producción oxígeno médico e industrial.</p>
	<p>Revisión: 1.0</p>	<p>Fecha: mayo 2012</p>
<p>El oxígeno medicinal y el de uso industrial son la misma materia prima, sin embargo lo que cambia es el tratamiento de limpieza que se da a los cilindros.</p>		

Continuación de la tabla XLV.

Procurando así que una adecuada limpieza podamos entregar un oxígeno de la más alta pureza en el ámbito de la salud.

OBJETIVO: identificar y establecer la secuencia de actividades a seguir para realizar el proceso de producción de oxígeno médico e industrial.

ALCANCE: este procedimiento compete directamente al departamento de producción

DEFINICIONES:

Oxígeno Gas: el oxígeno, sustancia natural extraída principalmente del aire. El oxígeno gaseoso es incoloro, inodoro, insaboro y no inflamable. Soporta la vida y se combina fácilmente con otros elementos.

Válvula: es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

Presión: llamamos presión a la relación que existe entre una fuerza y la superficie sobre la que se aplica.

Temperatura: la temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia.

Bomba de Oxígeno Gas: se utiliza para llenar el oxígeno en los cilindros, trabaja bombeando el oxígeno líquido y gasificando igual que un intercambiar de calor para el relleno final como gas en cilindros.

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del Jefe de planta velar porque lo estipulado en el presente instructivo se cumpla.
- Es responsabilidad del jefe de planta hacer cumplir con el equipo de seguridad que debe utilizar el operador de la planta de producción.

Continuación de la tabla XLV.

Es responsabilidad de los operadores producir el producto bajo los parámetros de calidad establecidos. (Oxígeno 99.5 % de pureza).

DESARROLLO:

- El operador de planta debe verificar que la planta este en óptimas condiciones para la producción de oxígeno gas.
- Abrir válvula R3, punto 9
- Abrir válvula R2, 2 vueltas
- Abrir válvula R7 completamente
- Abrir válvula R8 completamente
- Abrir válvula R1, punto 6
- Verificar válvulas R4, R8, R6, R9, R10 que estén cerradas de lo contrario proceder a cerrarlas.
- Abrir VL4, VL5
- Cerrar VL6
- Verificar el nivel de la columna superior L-2 en 600 unidades
- Encender bomba de gas oxígeno
- Verificar presiones y temperaturas

ANEXOS:

FR-EP-01. Hoja de control de planta de oxígeno, página XLI, XLII.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.12. Instructivo para producción oxígeno líquido

Al igual que los demás productos que elabora la planta, cada uno de estos tiene diferente proceso de producción. Pero se mantienen los estándares de control que se describe en la siguiente tabla.

Tabla XLVI. Instructivo producción oxígeno líquido

	Código: IT-OX-02	Documento: Instructivo de producción oxígeno líquido
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

En este procedimiento se detallan las actividades concernientes a la producción de oxígeno líquido, este procedimiento se realiza mediante la operación de la planta criogénica.

OBJETIVO: establecer la secuencia de pasos de las actividades para la producción de oxígeno líquido.

ALCANCE: este procedimiento aplica directamente al departamento de producción

DEFINICIONES:

Oxígeno líquido: denominado LOX es la forma líquida del oxígeno

Válvula: es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

Presión: llamamos presión a la relación que existe entre una fuerza y la superficie sobre la que se aplica.

Temperatura: la temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia.

Bomba de oxígeno líquido: es una bomba de pistón de acción simple, su función es la de bombear el oxígeno líquido para su envasado.

Continuación de la tabla XLIV.

RESPONSABILIDADES:

- El jefe de planta es el responsable de validar de que el proceso de producción se realice con eficiencia y eficacia.
- El encargado de operar la planta es el responsable de verificar que la planta este en las mejores condiciones, de lo contrario debe informar al jefe de planta.

DESARROLLO:

- El operador de planta debe verificar que la planta este en óptimas condiciones para la producción de oxígeno líquido.
- Abrir válvula R3, punto 9
- Abrir válvula R2, 2 vueltas
- Abrir válvula R7, completamente
- Abrir válvula R8, completamente
- Abrir válvula R1, punto 6
- Verificar válvulas R4, R8, R6, R9, R10 que estén cerradas de lo contrario proceder a cerrarlas.
- Abrir VL4, VL5
- Cerrar VL6
- Verificar el nivel de la columna superior L-2 en 600 unidades
- Abrir válvula de bomba de oxígeno líquido
- Verificar presiones y temperaturas
- Llenado de pipa

ANEXOS:

FR-EP-01. Hoja de control de planta de oxígeno, página XLI, XLII.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.13. Instructivo para la producción nitrógeno gas

En esta tabla se dan a conocer las principales características de este gas y los procesos de producción y estándares de cumplimiento.

Tabla XLVII. Instructivo producción gas

	Código: IT-NI-01	Documento: Procedimiento de producción nitrógeno gas
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

En este instructivo se detallan las actividades concernientes a la producción de nitrógeno gas, este procedimiento se realiza operando la planta criogénica.

OBJETIVO: establecer la secuencia de pasos de las actividades para la producción de nitrógeno gas.

ALCANCE: este procedimiento aplica directamente al Departamento de Producción

DEFINICIONES:

Nitrógeno gas: el nitrógeno es un gas inerte, incoloro, que no tiene olor. El peligro primordial a la salud asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento de aire.

Válvula: es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

Presión: llamamos presión a la relación que existe entre una fuerza y la superficie sobre la que se aplica.

Temperatura: la temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia.

Bomba de nitrógeno: se utiliza para el transporte de nitrógeno a los cilindros, trabaja bombeando el nitrógeno líquido, gasificándolo igual que un intercambiar de calor para el relleno final como gas en cilindros.

Continuación de la tabla XLVII.

RESPONSABILIDADES:

- El jefe de planta es el responsable de validar de que el procedimiento del proceso de producción se realice con eficiencia y eficacia.
- El encargado de operar la planta es el responsable de verificar que la planta este en las mejores condiciones, de lo contrario debe informar al jefe de planta.

DESARROLLO:

- El operador de planta debe verificar que la planta este en óptimas condiciones para la producción de nitrógeno gas.
- Abrir válvula R3, punto 9
- Abrir válvula R2, 2 vueltas
- Abrir válvula R7 completamente
- Abrir válvula R8 completamente
- Abrir válvula R1, punto 6
- Verificar válvulas R4, R8, R6, R9, R10 que estén cerradas de lo contrario proceder a cerrarlas.
- Abrir VL4, VL5
- Cerrar VL6
- Abrir válvula R5, punto 6
- Abrir VL7 y VL8, cerrar VL9
- Verificar el nivel de la columna superior L-3 en 400 unidades
- Abrir válvula R9 y R10 ambas completamente
- Encender bomba de nitrógeno gas
- Verificar presiones y temperaturas de nitrógeno.
- Llenado de cilindros.

Continuación de la tabla XLVII.

ANEXOS:		
FR-EP-01. Hoja de control de planta de oxígeno, página XLI, XLII.		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.14. Instructivo para la producción nitrógeno líquido

En la siguiente tabla se describen las actividades que tiene el proceso de producción de nitrógeno, realizando este paso y controles a seguir.

Tabla XLVIII. **Instructivo producción nitrógeno líquido**

	Código: I IT-NI-02	Documento: Procedimiento de producción nitrógeno líquido
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>En este procedimiento se detallan las actividades concernientes a la producción de nitrógeno líquido, este procedimiento se realiza operando la planta criogénica.</p> <p>OBJETIVO:</p> <p>Establecer la secuencia de pasos de las actividades para la producción de nitrógeno líquido.</p>		

Continuación de la tabla XLVIII.

ALCANCE: este procedimiento aplica directamente al Departamento de Producción.

DEFINICIONES:

Nitrógeno líquido: líquido incoloro que se encuentra a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. El contacto con la piel produce la quemadura criogénica. Se le conserva en termos o tanques con doble pared al vacío.

Válvula: es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema

Presión: se le llama presión a la relación que existe entre una fuerza y la superficie sobre la que se aplica.

Dewar: son envases portátiles para líquidos criogénicos, fabricados de doble pared con aislamiento de alto vacío, que se usan para distribución de oxígeno, nitrógeno y argón en estado líquido.

RESPONSABILIDADES:

- El jefe de planta es el responsable de validar de que el procedimiento del proceso de producción se realice con eficiencia y eficacia.
- El encargado de operar la planta es el responsable de verificar que la planta este en las mejores condiciones, de lo contrario debe informar al jefe de planta.

Continuación de la tabla XLVIII.

DESARROLLO:

Líquido Rico

85 % Nitrógeno – 15 % oxígeno

- El operador de planta debe verificar que la planta este en óptimas condiciones para la producción de nitrógeno gas.
- Abrir válvula R3, punto 9
- Abrir válvula R2, 2 vueltas
- Abrir válvula R7, completamente
- Abrir válvula R8, completamente
- Abrir válvula R1, punto 6
- Verificar válvulas R4, R8, R6, R9, R10 que estén cerradas de lo contrario proceder a cerrarlas.
- Abrir VL4, VL5
- Cerrar VL6
- Verificar el nivel de la columna superior L-3 en 400 unidades
- Abrir válvula D5
- Llenar Dewars

Líquido Pobre

99 % Nitrógeno

- El operador de planta debe verificar que la planta este en óptimas condiciones para la producción de nitrógeno gas.
- Abrir válvula R3, punto 9
- Abrir válvula R2, 2 vueltas

Continuación de la tabla XLVIII.

- Abrir válvula R7, completamente
- Abrir válvula R8, completamente
- Abrir válvula R1, punto 6
- Verificar válvulas R4, R8, R6, R9, R10 que estén cerradas de lo contrario proceder a cerrarlas.
- Abrir VL4, VL5
- Cerrar VL6
- Abrir válvula R5, punto 6
- Abrir VL7 y VL8, cerrar VL9
- Verificar el nivel de la columna superior L-3 en 400 unidades
- Abrir válvula R9 y R10 ambas completamente
- Verificar presiones y temperaturas de nitrógeno.
- Abrir válvula llenado termos Llenado de Dewars

ANEXOS:

FR-EP-01. Hoja de control de planta de oxígeno, página XLI, XLII.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.15. Instructivo de prueba de pureza del producto

En la siguiente tabla se especifican las pruebas de pureza para garantizar que el producto esta elaborado con estándares de calidad y normas.

Tabla XLIX. Instructivo prueba de pureza del producto

	Código: IT-PP-01	Documento: Instructivo de prueba de pureza del producto
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

El análisis del producto a envasar tiene como objeto determinar el porcentaje de pureza del oxígeno, la pureza debe ser de 99.5 %.

OBJETIVO: establecer la secuencia de pasos para la verificación de la pureza presente en el producto a envasar.

ALCANCE: este procedimiento compete directamente al departamento de control de calidad.

DEFINICIONES:

Analizador tipo Orsat: el aparato de orsat es un analizador de gases usado para determinar la composición de una muestra de gases.

Reactivo: un reactivo es una sustancia que interactúa con otra para producir nuevas sustancias con características distintas llamadas productos.

Hidróxido de amonio: es una solución incolora de amoniaco en agua con un olor acre.

Agua destilada: es aquella a la que se le han eliminado las impurezas e iones mediante destilación.

Bureta: la bureta es un instrumento que se utiliza para medir con gran precisión el volumen de líquido vertido.

Continuación de la tabla XLIX.

Pipeta: las pipetas permiten la transferencia de un volumen generalmente de un recipiente a otro de forma exacta.

Absorción: es la operación unitaria que consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa.

RESPONSABILIDADES:

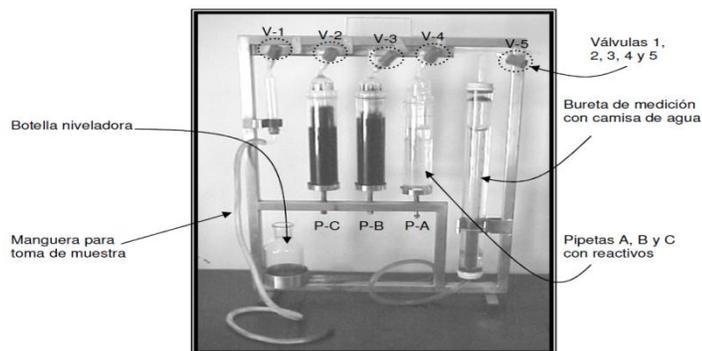
- Es responsabilidad del jefe de planta hacer cumplir el procedimiento de la pureza del producto.
- Es responsabilidad del operador de planta de oxígeno velar porque la pureza del producto sea del 99.5 % para oxígeno médico e industrial.
- Es responsabilidad el operador llevar realizar la prueba de pureza del producto a cada 2 horas.

DESARROLLO:

Método A. Método de análisis orsat

- Aparatos
- Analizador de oxígeno tipo orsat (véase la Figura 29)

Figura E. Analizador de oxígeno tipo Orsat



Fuente: norma técnica colombiana NTC 1409. p. 7.

Continuación de la tabla XLIX.

- Reactivos
 - Solución de cobre amoniacal
 - Se mezcla una parte de hidróxido de amonio (NH_4OH) al 28 % (v/v) con dos partes de agua destilada.
 - Se satura esta mezcla con cloruro de amonio (NH_4Cl). La solución es saturada por la adición de cloruro de amonio hasta que no desaparezcan los cristales en el fondo del recipiente.
 - Espirales de cobre
 - Estos espirales se preparan utilizando alambre de 1 mm de diámetro, los cuales se enrollan y cortan de modo que adopten una disposición de pequeños tubos de aproximadamente 6 mm de diámetro y 1 cm de largo.
- Preparación del analizador
 - Se llena cuidadosamente el recipiente de reacción con los espirales de cobre
 - Luego se llena la pipeta con la solución amoniacal hasta que el nivel de líquido alcance la mitad de la altura de esta.
- Procedimiento
 - Se abre el tapón de vidrio de la bureta para permitir el escape del aire, simultáneamente se levanta el frasco nivelador hasta que la bureta quede completamente llena de agua, luego se cierra el tapón, se conecta la bureta con la línea de conducción del oxígeno por medio de un tubo de caucho y se llena con 100 cm^3 de muestra exactamente medidos, manteniendo abajo el frasco nivelador.
 - Luego se conecta el tapón de vidrio con el tubo capilar doblado y con el frasco nivelador levantado. Se pasa el oxígeno a la pipeta, la cual debe contener la solución amoniacal de cobre. El líquido de la pipeta es desalojado, por el oxígeno, a la esfera de vidrio de la derecha. Cuando se ha desalojado todo el oxígeno de la bureta, se cierra el tapón de vidrio de manera que la bureta no esté conectada ni con la pipeta ni con el aire libre.

Continuación de la tabla XLIX.

ANEXOS:		
FR-PP-01. Hoja control de pureza, página XL		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.16. Instructivo de cambio de batería

En la siguiente tabla se detallan correctamente los pasos a seguir para realizar el cambio de batería para la de producción.

Tabla L. **Instructivo cambio de batería**

	Código: IT-CB-01	Documento: Instructivo de cambio de batería
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012
<p>En este instructivo se detalla el cambio de batería (absorción-regeneración).</p> <p>OBJETIVO: establecer la secuencia de pasos para el cambio de batería.</p> <p>ALCANCE: este procedimiento compete directamente al departamento de producción.</p> <p>DEFINICIONES: batería (tamiz molecular): la batería con tamiz molecular es la encargada de quitar la humedad, el dióxido de carbono y rastros de hidrocarburo que contiene el aire después de pasar por el sistema de refrigeración.</p>		

Continuación de la tabla L.

Absorción: la adsorción un proceso donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua.

Regeneración: la regeneración molecular consiste en introducir aire en el fondo de la batería, pasarlo a través del tamiz molecular y sacarlo por la parte superior. En dirección opuesta se alimenta nitrógeno impuro caliente para extraer el agua.

Venteo: evacuar rápidamente un fluido o una presión.

Válvula: es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del jefe de planta el asegurarse de que el procedimiento se realice bajos los parámetros establecidos.
- Es responsabilidad del operador de la planta de oxígeno registrar la secuencia de regeneración molecular.
- Es responsabilidad del operador de la planta, tomar las medidas de seguridad para el cambio de batería.

DESARROLLO: el cambio de batería debe realizarse cuando la temperatura de la batería en uso (T12 corresponde a 25°C-30°C).

- Abrir válvula de nitrógeno
- Cerrar completamente válvula superior (válvula 1) de la batería en uso (batería 2)
- Cerrar completamente válvula inferior (válvula 2) de la batería en uso (batería 2)
- Cerrar válvula de venteo ubicada entre batería 1 y batería 2
- Abrir válvula de venteo de la batería 1 (girar 2 vueltas)
- Verificar presión igual a 46 Kg/cm² en la batería en uso (batería 2)

Continuación de la tabla L.

Esperar 30 minutos:

- Abrir válvula A completamente de la batería 2
- Abrir válvula B (girar 2 vueltas) de la batería 2

Esperar 60 minutos:

- Abrir válvula B completamente de la batería 2

Esperar 30 minutos:

- Cerrar válvula A y B de la batería 1
- Verificar presión igual a 46 kg/cm^2 en la batería para la absorción (batería 1)
- Cerrar válvula de venteo de batería 2
- Abrir válvula de venteo de batería 1
- Abrir completamente válvula de ventero ubicada entre batería 1 y batería 2
- Verificar que la Presión llegue a 0 kg/cm^2
- Abrir completamente válvula superior (válvula 1) de la batería 1
- Abrir completamente válvula inferior (válvula 2) de la batería 1
- Encender panel de baterías
- Cerrar válvula de nitrógeno
- Verificar que la temperatura de la batería 1 (T12 corresponde a $135 \text{ }^\circ\text{C}$ - $140 \text{ }^\circ\text{C}$).
- Apagar panel de baterías.

ANEXOS:

FR-CB-01. Formato secuencia de regeneración molecular, página XLIII.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.17. Instructivo llenado de termos criogénicos

El proceso de llenado de los recipientes tiene un proceso adecuado de manera eficiente y segura el cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla LI. Instructivo llenado de termos criogénicos

	Código: IT-LL-01	Documento: Instructivo de llenado de Termos Criogénicos
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

Después de que el Termo ha pasado la inspección previa al llenado, se conecta para su llenado. Durante el proceso de conexión se inspeccionan visualmente las mangueras flexibles, el conector y las válvulas de la estación de llenado en busca de defectos (tales como retorcimientos, cortes, etc.), luego se procede al llenado.

OBJETIVO: determinar la secuencia de actividades a seguir para realizar el proceso de llenado de termos criogénicos.

ALCANCE: este procedimiento compete directamente al área de producción e involucra a directamente al producto terminado y departamento de mantenimiento.

DEFINICIONES:

Termo Criogénico (PGS): son envases portátiles para líquidos criogénicos, fabricados de doble pared con aislamiento de alto vacío, que se usan para distribución de oxígeno, nitrógeno y argón en estado líquido.

Bascula: es un aparato que sirve para determinar el peso de un termo criogénico.

Guantes de Carnaza: estos son equipos de protección individual destinados a proteger parcial o totalmente la mano del trabajador. La mayoría de los guantes de carnaza son confeccionados en resistente carnaza con grado industrial.

Continuación de la tabla LI.

Venteo: es permitir la liberación de presión o vacío al interior de un estanque de combustible permitiendo el ingreso o la salida de gases.

Válvula: es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

Purgar: serie de operaciones realizadas para eliminar impurezas en un sistema

Casco de seguridad: el principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos. También puede proteger frente a otros riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica.

UAP: ultra alta pureza

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del jefe de planta velar porque lo estipulado en el presente procedimiento se cumpla.
- Es responsabilidad del jefe de planta hacer cumplir con el equipo de seguridad que debe utilizar el encargado del llenado.
- Es responsabilidad del operario seguir las normativas sobre su seguridad en el llenado de termos.

DESARROLLO:

Máquina y equipo: termo PGS y básculas

Herramienta de trabajo: llave especial de 1 1/8"

Equipo de seguridad: uniforme, zapatos, lentes, casco de seguridad y guantes de carnaza.

- Inspeccionar visualmente las válvulas, conectores y etiquetas, cerrar todas las válvulas.
- Anotar el reporte, no de serie y producto a llenar.

Continuación de la tabla LI.

- Colocar 20 el PGS en la báscula, se compara el peso con el indicado en la placa de datos, la diferencia es el contenido residual del líquido a llenar.
- Conectar la manguera de llenado a la válvula de venteo del PGS, abrir las válvulas de venteo y líquido de PGS. Las 2 válvulas de líquido de termo.
- Si el llenado es CO₂, ajuste la válvula de venteo del PGS para mantener la presión por arriba de 70 psi durante la transferencia y evitar la formación de Helio seco.
- Durante el llenado verificar que no se tenga fugas, de presentarse se debe eliminar
- Cuando se alcance el peso de llenado o salga líquido por la válvula de venteo del PGS cerrar la válvula del líquido del PGS y después la de venteo.
- Cerrar la válvula de alimentación del líquido del termo y purgar la presión en la cima de transferencia, desconectar la manguera.
- Completar el reporte de llenado y mueva el PGS de la báscula al área de embarque o equipo de transporte asignado.
- Llenar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla de valores, llenado de Dewar

Producto	Volumen M³	Peso kg
O ₂		
N ₂		

Fuente: investigación de campo.

Continuación de la tabla LI.

- Durante el llenado verificar que no se tengan fugas, en caso de tenerse eliminarlas o enviar el PGS a mantenimiento.
- Una vez teniéndose el peso cerrar la válvula de líquido al PGS y desconectar
- Anotar el paso en el reporte y colocan etiquetas PGS
- Si el contenido es oxígeno industrial o nitrógeno industrial, pasar al punto 15
- Si es argón industrial o UAP, nitrógeno UA P u oxígeno medicinal o UAP, analizar el contenido y mantener en cuarentena los PGS's.

Si el resultado es satisfactorio se libera

- Colocar sello termo formado en la válvula del gas de uso y se envía el PGS al área de llenos o se embarca.

ANEXO:

FR-PP-01. Formato de hoja de control de pureza, página XL.

AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.18. Instructivo de apagado de planta criogénica

Para apagar correctamente la planta de producción y no correr riesgos de seguridad industrial se deben de seguir los pasos bien especificados que se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla LII. Instructivo apagado planta criogénica

	Código: IT-AP-01	Documento: Instructivo de apagado de planta criogénica.
	Revisión: 1.0	Fecha: mayo 2012

La planta debe ser apagada bajo ciertas circunstancias, entre las que podemos mencionar, el mantenimiento, emergencia o por alguna falla, a continuación se presentan los pasos.

OBJETIVO: determinar la secuencia de actividades a seguir para realizar el proceso de apagado de la planta de separación de aire para la obtención de oxígeno, nitrógeno y argón.

ALCANCE: compete al área de producción, y directamente al departamento de mantenimiento

DEFINICIONES:

Adiestrar: preparar para el apagado de la planta

Drenar: hacer salir un gas o un líquido de un sistema determinado

Motor de expansión: el motor de expansión es una vertical de efecto simple siendo un motor de tipo reciprocante, este produce el frío requerido para operar la planta.

Palanca hidráulica: es una máquina simple con un sistema hidráulico que se emplea para multiplicar una fuerza.

Continuación de la tabla LII.

Válvula drenadora: estas válvulas nos sirven para la eliminación de condensados de agua dentro de las tuberías o en los elementos auxiliares del sistema como post enfriador, secador, tanques de reserva, etc.

La función de estas consiste en abrirse cada cierto tiempo para comunicar el sitio donde existe condensado con el exterior, permitiendo que este sea desalojado.

Válvula de admisión: son las encargadas de inyectar el gas líquido o mezcla hacia un sistema.

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del jefe de planta velar por el cumplimiento del presente procedimiento.
- Es responsabilidad del operador de planta reportar cualquier falla o anomalía detectada en los equipos y maquinaria.
- Es responsabilidad del jefe de producción y del operador determinar cuándo apagar la planta.
- Es responsabilidad del jefe de producción y del operador, tomar las medidas necesarias en cualquier apagado de emergencia de la planta.

DESARROLLO: la planta puede ser apagada varias veces bajo circunstancias, por consiguiente la misma es adiestrada bajo diferentes categorías como:

- Cierre normal (planeado)
- Cierre de emergencia en caso de falla eléctrica, la falla de agua de refrigeración o el problema del compresor de aire o alguna otra maquinaria que falle durante el funcionamiento.
- Cerrarla solo en caso de una falla del motor de expansión
- **Cierre normal planeado**

Continuación de la tabla LII.

- Detener el llenado del cilindro de oxígeno cuando una cantidad de cosas particular está terminada y las válvulas del final de oxígeno del respiradero. O-3, O-5, O-6 y abrir la válvula O-4.
 - Detener la bomba de L.O y cerrar las válvulas O-1 y O-2. Drenar el oxígeno líquido a través de la válvula D-6.
 - Abrir el respiradero de nitrógeno N-1 y luego cerrar N-2
 - Detenga el soplador del calentador más seco y de nitrógeno
 - Reducir la presión atmosférica abriéndose A-1 por cerca de ½ hora para una vuelta
 - Cierre A-13 y detenga motor de expansión
 - Cierre la válvula A-11 de la toma de aire
 - Cerrar la toma de aire más seca y la conexión de la válvula de salida
 - Abrir todo lo que separador reduce drásticamente y reducir la interetapa del compresor.
 - Detenga el compresor de aire
 - Cuando la presión atmosférica en P-1 comience a descender cerrar la válvula R-1, aislar, calibrar y nivelar las válvulas. VL-17, VL-18 y VL-21 abrir VL-19 y VL-22. Detener la circulación de agua fresca después de 15 minutos.
- **Apagado de emergencia**
 - Abrir la válvula de purga de aire A-1, a una vuelta
 - Detener el calentador más seco y el soplador del nitrógeno
 - Abrir N-1 y cerrar N-2
 - Detener la bomba eléctricamente L.O.
 - La válvula de admisión del motor de expansión, la palanca hidráulica del sistema es para ser jalada para detener su posición.
 - Detener el motor de expansión eléctricamente
 - Observar que la presión atmosférica no exceda los límites
 - Cerrar la válvula R-1

Continuación de la tabla LII.

<ul style="list-style-type: none">o En caso de un mantenimiento corto, A-11 y las válvulas drenadoras de aire necesitan ser cerradas y el compresor de aire puede mantenerse trabajando. De otra manera deben estar cerrados.• Cerrarla solo en caso de una falla del motor de expansión <p>Si el motor de expansión presenta algún tipo de falla la planta debe apagarse para evitar más daños que ocasione que la planta se tenga más tiempo sin producir.</p> <p>ANEXOS:</p> <p>Ninguno</p>		
AUTORIZACIONES		
Elaborado por: Víctor Ramírez	Revisado por: Jefe Departamento de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente general

Fuente: elaboración propia.

3.19. Costos de la documentación

A continuación se describe el detalle del costo de la documentación del proceso de producción. El documento consta de 100 páginas.

Tabla LIII. **Costo propuesta de documentación proceso producción**

COSTO	CANTIDAD
Impresión de una pagina	Q 0,50
Impresión del documento completo : 100 páginas x Q 0,50	Q 50,00
Encuadernado	Q 15,00
Documento digital – CD	Q 5,00
Costo documentación original: Impresión del documento + Encuadernado + CD	Q 50,00 + Q 15,00 + Q 5,00
TOTAL	Q 70,00

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA CAPACITACIONES

La capacitación es el conjunto de actividades encaminadas a proporcionar conocimientos, desarrollar habilidades y modificar actitudes del personal de todos los niveles jerárquicos para que se desempeñen mejor en el puesto de trabajo.

4.1. Necesidad de capacitación del personal

La necesidad de capacitar al personal nace como un elemento esencial en el proceso de seguimiento o mejora continua de un sistema. Todos los empleados deberán estar capacitados para que el sistema funcione en la totalidad. La capacitación no sólo incluye, brindar información sobre las tareas que se van a desempeñar, sino también la práctica en el uso de los manuales, equipo y materiales. Es necesario capacitar a la persona encargada de la gestión de calidad, para que ésta a su vez capacite a otros, y detectar las fallas que pueden presentarse en los distintos procesos, de ésta forma será más fácil el monitoreo de las actividades, para evaluar el sistema implantado.

4.2. Planificación de capacitaciones

Para poder implementar el programa de mantenimiento preventivo y documentar todos los procesos realizados en ECOGAS, S. A., el personal que conforma tanto el comité de calidad como el Departamento de Mantenimiento requieren de habilidades técnicas, los procedimientos establecidos y del conocimiento de los temas involucrados.

Para ello existe la necesidad de crear una planificación de capacitaciones con el fin de preparar y programar las actividades adecuados para el adiestramiento del personal involucrado.

4.2.1. Programación de capacitaciones

Cada plan de capacitación debe de incluir un programa con el fin de dar una idea clara de lo que se va a capacitar y de que forma se va a transmitir este conocimiento. El cual debe contener: la descripción de la capacitación, modalidad, duración, hacia quien va dirigido y las prácticas que deben realizarse, a continuación se presenta el programa de capacitación dirigido al comité de calidad y personal de mantenimiento.

Tabla LIV. Programa de capacitación

No.	DIRIGIDO A	TEMA	MODALIDAD	DURACIÓN
1	Personal de Mantenimiento	Programa Mantenimiento de recipientes portátiles para envasado de gases médicos e industriales	Conferencia	2 días
2	Personal de mantenimiento	Generalidades de Cilindros metálicos Generalidad de Termos Criogénicos	Conferencia	1.5 horas
3	Comité de calidad	Comité de calidad Funciones del comité Normas ISO	Conferencia	4 horas
4	Personal de mantenimiento	Especificaciones del Departamento de Transportes de Estados Unidos. (Norma DOT)	Conferencia	1 hora

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Capacitación al personal de mantenimiento

Según el manejo y mantenimiento que realicen a los cilindros y termos, así será la vida útil de los recipientes, por lo que es de suma importancia que el personal conozca el programa de mantenimiento para recipientes portátiles.

Después de recibir un adiestramiento sobre los procedimientos básicos y adecuadas pruebas en los mismos, el personal estará en capacidad de realizar las actividades siguientes:

- Mantenimiento preventivo a cilindros metálicos
 - Inspecciones
 - Pruebas
 - Control del mantenimiento
 - Medidas de seguridad

- Mantenimiento preventivo a termos criogénicos
 - Inspecciones
 - Pruebas
 - Control del mantenimiento
 - Medidas de seguridad

La capacitación se llevará a cabo en el aula de capacitaciones, se tiene estipulado 2 días.

4.2.3. Capacitación recipientes portátiles

La manipulación de recipientes portátiles conlleva riesgos y cuidados por lo que es de suma importancia que el personal de mantenimiento conozca completamente un cilindro o un termo criogénico.

Esta capacitación consiste en:

- Descripción física de un cilindro metálico
- Descripción física de un termo criogénico
- Medias de seguridad en la manipulación de recipientes portátiles

La capacitación se realizara en el aula de capacitaciones con una duración de una hora con treinta minutos.

4.3. Capacitación de Normas ISO a Comité de Calidad

En la búsqueda de una certificación ISO es necesario proporcionar a los miembros del comité de calidad las herramientas adecuadas para poder desempeñarse en su labor de auditores internos.

El contenido de la capacitación para el Comité de Calidad consisten en:

- Generalidades de las Normas ISO
 - La calidad
 - Organización Internacional de Estandarización
 - Objetivos
- Norma ISO 9001:2000

- Sistema de Gestión de Calidad basado en las Normas ISO 9001:2000
- Principios del Sistema de Gestión de Calidad
- Documentación de un Sistema de Gestión de Calidad
 - Manual de calidad
 - Manual de procedimientos
 - Instructivos de trabajo
 - Registros
 - Procedimientos según norma internacional
- Comité de Calidad
 - Funciones y responsabilidades del comité

Se estima una duración de 4 horas para dicha capacitación

4.3.1. Capacitación normas DOT

El objetivo de esta capacitación es la de proporcionar un conocimiento general e integral de las especificaciones DOT aplicado en los envases portátiles. La capacitación sobre la norma DOT está dirigida al personal de mantenimiento, el contenido es el siguiente:

- Norma DOT
- Cilindros utilizados por ECOGAS, S. A.
- Datos de fabricación
- Otras especificaciones

La capacitación se llevará a cabo en el aula de capacitaciones y se tiene estimado un tiempo de 1 hora.

4.4. Resultados de la capacitación del personal

La evaluación del plan de capacitación es un proceso continuo que empieza con satisfacer los objetivos de la capacitación, lo recomendable es analizar los programas de capacitación del comienzo, durante y al final. Existen varios métodos para evaluar la efectividad de los programas de capacitación, entre los cuales se encuentran: evaluación del desarrollo del evento de capacitación, y la evaluación del aprendizaje en la capacitación.

Al terminar el evento de capacitación se debe de evaluar de forma anónima el desarrollo de la misma, evaluando los siguientes aspectos: los objetivos, el contenido, los aspectos organizacionales, aspectos didácticos y presentación de la capacitación. Esta evaluación servirá para retroalimentar a los instructores del programa de capacitación para evaluar y mejorar las capacitaciones futuras.

La evaluación del aprendizaje se debe de evaluar de forma continua, evaluando a los técnicos al principio de la capacitación para determinar el nivel de conocimiento y habilidades de cada participante, así el instructor conocerá donde debe hacer más énfasis en el tema de la capacitación. El instructor también podrá efectuar preguntas durante la capacitación sobre los temas más importantes, y al final de la capacitación también puede aplicarle una prueba que puede ser similar al del principio, esperando que estos resultados sean mejores que en la prueba al principio, mejorando así el conocimiento, actitud y habilidades de los técnicos y operadores.

En la tabla XIII. Se presenta el formato para evaluar la capacitación.

Tabla LV. **Formato para evaluación de la capacitación**

PREGUNTAS	RANGO DE CALIFICACIÓN		
	BIEN	REGULAR	NO SATISFACTORIO
Objetivos de la capacitación a. Se cumplieron los objetivos de la capacitación b. Se cumplieron sus expectativas personales acerca de la capacitación			
Contenido de la capacitación a. Tema apropiado a su trabajo b. El tema fue bien transmitido hacia su persona			
Aspectos organizacionales a. Salón b. Refrigerio c. Duración de la capacitación			
Aspectos didácticos y presentación de la capacitación a. Utilización de material didáctico en la capacitación b. Metodología adecuada para la capacitación c. Practica de los nuevos conocimientos			

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La implementación del programa de mantenimiento preventivo en los recipientes portátiles proporciona beneficios a la empresa, entre los que se pueden mencionar la disponibilidad de recipientes en perfectas condiciones, para otorgar seguridad al personal de mantenimiento así como al cliente y garantizar un servicio confiable y rentable.
2. El programa de mantenimiento preventivo consta de instructivos de inspecciones y pruebas que permiten aumentar la vida útil del recipiente.
3. La documentación del proceso de producción consta de procedimientos e instructivos, con esta documentación se logra cumplir con los requisitos establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad.
4. Documentar el proceso de producción bajo Normas ISO 9001:2000, permiten estandarizar procesos y controlar la calidad del producto.
5. La documentación del proceso de producción sirve de guía para la documentación de todas las actividades en la empresa.
6. Se capacitó al personal de mantenimiento en los siguientes temas; Norma DOT, mantenimiento preventivo de recipientes portátiles. Asimismo la capacitación del personal de operación de producción se llevo a cabo en temas de Norma ISO 9001 y la estandarización del proceso.

7. Se establecieron instructivos de medidas de seguridad en el que permite al personal tener un correcto manejo y manipuleo de los recipientes, tanto por el personal de mantenimiento como el del cliente.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el programa de mantenimiento preventivo y continuar con la documentación para alcanzar la certificación ISO 9001.
2. Revisar semestralmente el Sistema de Gestión de Calidad, con la finalidad de que los planes de mejora se conserven.
3. Reestructurar la misión y visión de la empresa, y verificar la estructura organizacional para mejorarla.
4. Fomentar la capacitación del personal, buscando no sólo el mejor desempeño de sus labores, si no también, el crecimiento intelectual y de la motivación para desempeñar sus labores.
5. Involucrar a todo el personal de la empresa en las capacitaciones referentes al sistema de gestión de calidad, lo cual reducirá la resistencia al cambio del personal así como lograr la identificación con el programa.
6. Velar porque el seguimiento a los formatos de control propuestos para lograr que el programa de mantenimiento preventivo funcione de la mejor manera.
7. Se recomienda cumplir con las normas de seguridad establecidas en la manipulación de recipientes portátiles para evitar accidentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABURTO OSNAYA, Marta G. *Evaluación de instalaciones y manejo de gases medicinales en el Hospital General de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México, 1997. 154 p.
2. ACOSTA LINO, Iván Amado. *Diseño del plan de mantenimiento programado de la primera etapa del sistema de producción criogénica de una planta de separación de gases del aire: escuela superior politécnica del litoral*, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Ecuador, Guayaquil, 2010. 170 p.
3. BELÉN MUÑOZ, Abella. *Mantenimiento industrial*. Universidad III de Madrid. Área de Ingeniería Mecánica. España, Madrid: 2001. 48 p.
4. ECOGAS. *Curso PGS-DEWAR*. USA: ECOGAS, 2000. 108 p.
5. _____. *Manual de especificaciones de la planta de oxígeno*. Guatemala: ECOGAS. S. A, 2007. 65 p.
6. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. *Inspección visual de cilindros de acero para gases comprimidos: Norma Técnica Colombiana NTC 5137*. Colombia: ICONTEC, 2002. 29 p.

7. _____. *Inspección periódica y ensayo de cilindros de acero sin costura. Norma Técnica Colombiana NTC 2699.* Colombia: ICONTEC,2009. 52 p.
8. _____. *Cilindro para gases. Marcación. Norma Técnica Colombiana NTC 5719.* Colombia: ICONTEC, 2009. 22 p.
9. _____. *Cilindro para gases. Llenado de cilindros de alta presión con gases industriales y medicinales no inflamables. Norma Técnica Colombiana NTC 4584.* Colombia: ICONTEC, 1999. 22 p.
10. _____. *Etiquetado de precaución y marcación de contenedores para gases comprimidos. Norma Técnica Colombiana NTC 2462.* Colombia: ICONTEC, 2008.79 p.
11. _____. *Métodos de pruebas hidrostáticas para cilindros de gas comprimido. Norma Técnica Colombiana NTC 5171.* Colombia: ICONTEC, 2003. 36 p.
12. _____. *Productos químicos. Oxígeno. Ensayos. Determinación del contenido de oxígeno. Norma Técnica Colombiana NTC 1409.* Colombia: ICONTEC, 1991. 10 p.
13. _____. *Sistemas de Gestión de la Calidad. Norma Técnica Colombiana NTC 5171.* Colombia: ICONTEC, 2000. 31 p.
14. INDURA CHILE. *Manual de gases.* Santiago, Chile: INDURA CHILE, 2006. 81 p.

15. INFRASAL, S.A de C.V. *Manual de Seguridad de Gases*. San Salvador: INFRASAL, S. A de C.V, 2009. 53 p.
16. International Organization for Standardization. *Sistemas de Gestión de la Calidad, Norma Internacional ISO 9001. Sistema de Gestión de Calidad-Requisitos*. Comité Técnico ISO/TC 176. Suiza: ISO 9000, 2005. 42 p.
17. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación. Norma Mexicana IMNC. *Sistemas De Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario. Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Calidad COTENNSISCAL*. Norma ISO 9000:2000, NMX-CC-9000-IMNC-2000. México: NORMA MEXICANA IMNC 2001. 61 p.
18. Norma Venezolana Convenin. *Cilindros de Alta Presión para Gas. Requisitos para la verificación del diseño y mantenimiento*. Convenin Venezuela: NORMA VENEZOLANA CONVENIN, 2000. 24 p.
19. Tecnología Química Industrial. *Componentes del aire y tecnologías para su separación*. USA:Tecnología, Química Industrial, 1988. 37 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. FR-GC-01. Formato de lista de control de documentos

		Documento: Formato de lista de control de documentos	
		Código: FR-GC-01	Fecha: Junio 2012
Revisión: 1			

CÓDIGO	PROCESO DE CALIDAD	CÓDIGO	FORMATO	FECHA DE ELABORACIÓN	DISTRIBUCION DE DOCUMENTOS				
					CC	GG	JP	EBPT	EP
PR-GC-01	Control de documentos	FR-GC-01	Lista maestra de control de documentos	Junio 2012	0	C	C	C	C
		FR-GC-02	Lista maestra de control de procedimientos	Junio 2012	0	C	C	C	C
		FR-GC-03	Solicitud de registro y de cambios	Junio 2012	0	C	C	C	C
PR-GC-02	Control de registros	FR-GC-04	Registro y destrucción de archivo muerto	Junio 2012	0	C	C	C	C
PR-GC-03	Auditorías internas	FR-GC-05	Programa general de auditorías	Junio 2012	0	C	C	C	C
		FR-GC-06	Listado de verificación de auditorías	Junio 2012	0	C	C	C	C
		FR-GC-07	Informe de auditorías	Junio 2012	0	C	C	C	C
PR-GC-04	Control de producto no conforme	FR-GC-08	Registro de no conformidades	Junio 2012	0	C	C	C	C
PR-GC-05	Acciones preventivas / Correctivas	FR-GC-09	Control de acciones preventivas/correctivas	Junio 2012	0	C	C	C	C

REFERENCIAS: CC: Comité de Calidad; GC: Gerencia General; JP: Jefe de Planta; EBPT: Encargado de Bodega de Producto Terminado; EP: Encargado de Producción; O: Original; C: Copia

AUTORIZACIONES:
 Elaborado por: Victor Ramirez
 Revisado por: Encargado del Comité de Calidad
 Autorizado por: Gerente General

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **FR-GC-02. Formato de lista de control de procedimiento**

		Código: FR-GC-02		Documento: Formato de lista de control de procedimiento	
		Revisión: 1		Fecha: Junio 2012	

CÓDIGO	PROCESO DE CALIDAD	CÓDIGO	FORMATO	FECHA DE ELABORACIÓN	DISTRIBUCIÓN DE DOCUMENTOS					
					CC	GG	JP	EBPT	EP	
PR-EP-01	Encendido de Planta Criogénica	FR-EP-01	Hoja de control de Planta de Oxígeno	Junio 2012	O	C	C	C	C	
PR-OX-01	Producción Oxígeno Médico e Industrial	FR-EP-01	Hoja de control de Planta de Oxígeno	Junio 2012	O	C	C	C	C	
PR-OX-02	Producción Oxígeno Líquido	FR-EP-01	Hoja de control de Planta de Oxígeno							
PR-NI-01	Producción Nitrógeno Gas	FR-EP-01	Hoja de control de Planta de Oxígeno	Junio 2012	O	C	C	C	C	
PR-NI-02	Producción Nitrógeno Líquido	FR-EP-01	Hoja de control de Planta de Oxígeno		O	C	C	C	C	
PR-PP-01	Prueba Pureza	FR-PP-01	Hoja Control de Pureza	Junio 2012	O	C	C	C	C	
PR-CB-01	Cambio de Batería	FR-CB-01	Formato Secuencia de Regeneración Molecular		O	C	C	C	C	
PR-LL-01	Llenado Termos	FR-LL-01	Formato de control de llenado de Termos Portátiles.							
PR-AP-01	Apagado Planta Criogénica	Ninguno								

REFERENCIAS: CC: Comité de Calidad; GC: Gerencia General; JP: Jefe de Planta; EBPT: Encargado de Bodega de Producto Terminado; EP: Encargado de Producción; O: Original; C: Copia

AUTORIZACIONES:

Elaborado por: Víctor Ramirez
 Revisado por: Encargado del Comité de Calidad
 Autorizado por: Gerente General

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **FR-GC-04. Formato de registro y destrucción de archivos**

	Código:	FR-GC-04	Documento:		
	Revisión:	Fecha:	Formato de registro y destrucción de archivos		
1		Junio 2012			

FORMATO DE REGISTRO Y DESTRUCCIÓN DE ARCHIVOS

INGRESO DE ARCHIVO:

#	DEPARTAMENTO	FECHA		Documento	Responsable
		Ingreso	Devolución		

SALIDA DE ARCHIVO:

#	DEPARTAMENTO	FECHA		Documento	Responsable
		Ingreso	Devolución		

DESTRUCCIÓN DE ARCHIVO:

#	DEPARTAMENTO	FECHA		Documento	Responsable
		Ingreso	Devolución		

AUTORIZACIONES:
 Elaborado por: Victor Ramirez
 Revisado por: Encargado del Comité de Calidad
 Autorizado por: Gerente General

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **FR-GC-05. Formato de programa general de auditorías**

	Código: FR-GC-05	Documento: Formato de programa general de auditorías
Revisión: 1	Fecha: Junio 2012	

PROGRAMA GENERAL DE AUDITORÍAS

CÓDIGO	PROCESOS	PERIODICIDAD				RESPONSABLE
		S	M	T	A	
EP-P-01	Encendido de Planta					
OX-P-01	Producción de Oxígeno					
NI-P-01	Producción de Nitrógeno					
PP-P-01	Prueba de pureza					
CM-P-01	Cambio de Batería					
LL-P-01	Llenado de Termos Criogénicos					
AP-P-01	Apagado de planta					
TM-P-01	Taller de mantenimiento					

Referencia: S Semanal
 M Mensual
 T Trimestral
 A Anual

AUTORIZACIONES:
 Elaborado por: Victor Ramirez
 Revisado por: Encargado del Comité de Calidad
 Autorizado por: Gerente General

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **FR-GC-07. Formato de informe de auditoría**

	Código: FR-GC-07	Documento: Formato de informe de auditoría
Revisión: 1	Fecha: Junio 2012	

INFORME DE AUDITORIA

No. DE INFORME	<input style="width: 90%;" type="text"/>
FECHA	<input style="width: 90%;" type="text"/>
FECHA DE AUDITORIA	<input style="width: 90%;" type="text"/>
NÚMERO DE AUDITORIA	<input style="width: 90%;" type="text"/>
AUDITOR LIDER	<input style="width: 90%;" type="text"/>
DEPARTAMENTO AUDITADO	<input style="width: 90%;" type="text"/>

DETALLE DE LA AUDITORIA:

NO CONFORMIDADES:

#	DESCRIPCIÓN
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

ACCIONES PROPUESTAS:

#	DESCRIPCIÓN
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

AUTORIZACIONES:
 Elaborado por: Victor Ramirez
 Revisado por: Encargado del Comité de Calidad
 Autorizado por: Gerente General

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **FR-GC-08. Formato de registro de no conformidades**

	Código: FR-GC-08	Documento: Formato de registro de no conformidades
	Revisión: 1	Fecha: Junio 2012

REGISTRO DE NO CONFORMIDADES

No.
AUDITOR LIDER
DEPARTAMENTO
 FECHA
RESPONSABLE

DETALLE DE LA NO CONFORMIDAD:

DOCUMENTACIÓN O EVIDENCIA OBTENIDA:

REQUIERE ACCIÓN INMEDIATA:

SI
 ACCIÓN PROPUESTA:
 NO

FECHA DE REVISIÓN:

FIRMA AUDITOR LIDER

RESPONSABLE DEL AREA

AUTORIZACIONES:
 Elaborado por: Víctor Ramirez
 Revisado por: Encargado del Comité de Calidad
 Autorizado por: Gerente General

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **FR-GC-09. Formato de acciones preventivas/correctivas**

	Código: FR-GC-09	Documento: Formato de acciones preventivas / correctivas
Revisión: 1	Fecha: Junio 2012	

CONTROL DE ACCIONES PREVENTIVAS / CORRECTIVAS

No.	<input style="width: 80%;" type="text"/>	AUDITOR LIDER	<input style="width: 98%;" type="text"/>
		DEPARTAMENTO	<input style="width: 98%;" type="text"/>
FECHA	<input style="width: 80%;" type="text"/>	RESPONSABLE	<input style="width: 98%;" type="text"/>

DETALLE DE LA NO CONFORMIDAD:

DETALLE DE LA RECLAMACIÓN:

DETALLE DE LA NO CONFIRMIDAD O RECLAMACIÓN:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES PROPUESTAS:

No.	ACCION	FECHA LIMITE	RESPONSABLE

FIRMA AUDITOR LIDER

RESPONSABLE DEL ÁREA

AUTORIZACIONES:
 Elaborado por: Victor Ramirez
 Revisado por: Encargado del Comité de Calidad
 Autorizado por: Gerente General

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **FR-CB-01. Formato secuencia de Regeneración Molecular**

	Código: FR-CB-01	Documento: Formato Secuencia de Regeneración Molecular																
Revisión: 1	Fecha: Junio 2012		CAMBIO DE BATERIA															
			SECUENCIA DE REGENERACIÓN MOLECULAR															
Operador: _____			Fecha: _____															
			CICLO 1				CICLO 2				CICLO 3				CICLO 4			
			Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	
PRESURIZACION																		
PARALELO																		
DESPRESURIZACION																		
CALEFACCION																		
ENFRIAMIENTO																		
			CICLO 5				CICLO 6				CICLO 7				CICLO 8			
			Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	Fecha	Batería 1	Batería 2	
PRESURIZACION																		
PARALELO																		
DESPRESURIZACION																		
CALEFACCION																		
ENFRIAMIENTO																		
OBSERVACIONES:																		
AUTORIZACIONES:																		
Elaborado por: Victor Ramirez																		
Revisado por: Encargado del Comité de Calidad																		
Autorizado por: Gerente General																		

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUCTIVO A

DESCRIPCIÓN, EVALUACIÓN DE DEFECTOS Y CONDICIONES PARA EL RECHAZO DE CILINDROS PARA GAS DE ACERO SIN COSTURA EN EL MOMENTO DE LA INSPECCIÓN VISUAL

1) Generalidades

Los defectos de los cilindros pueden ser físicos, de material o debido de la corrosión como resultado de las condiciones ambientales o de servicios a las cuales el cilindro ha sido sometido durante su vida. El objeto de esta guía es presentar directrices generales para los inspectores de cilindros de gas en cuanto a su aplicación de criterios de rechazo.

2) Defectos físicos y materiales

Tabla A1. Defectos físicos y materiales sobre la superficie externa del cilindro

Defectos	Descripción	Condición de rechazo
Abombado	Visible hinchazón del cilindro	Todo cilindro con tal defecto
Abolladura	Son deformaciones causadas por el contacto con objetos no cortantes, de forma que el espesor de la pared del cilindro permanece prácticamente invariable.	La profundidad de la abolladura no debe ser mayor de 2 mm. El diámetro de la abolladura no debe ser mayor de 30 veces la profundidad.
Corte o ranura	Son deformaciones causadas por contacto con objetos cortantes o punzantes de tal forma que el metal	Cuando la longitud del corte o ranura excede el 20% del diámetro del cilindro o la profundidad del

	del cilindro queda afectado, reduciendo el espesor de la pared, donde el metal ha sido removido redistribuido. (véase la Figura A1)	corte excede el 5% del espesor de la pared.
Defectos	Descripción	Condición de rechazo
Abombado	Visible hinchazón del cilindro	Todo cilindro con tal defecto
Abolladura	Son deformaciones causadas por el contacto con objetos no cortantes, de forma que el espesor de la pared del cilindro permanece prácticamente invariable.	La profundidad de la abolladura no debe ser mayor de 2 mm. El diámetro de la abolladura no debe ser mayor de 30 veces la profundidad.
Corte o ranura	Son deformaciones causadas por contacto con objetos cortantes o punzantes de tal forma que el metal del cilindro queda afectado, reduciendo el espesor de la pared, donde el metal ha sido removido redistribuido. (véase la Figura A1)	Cuando la longitud del corte o ranura excede el 20% del diámetro del cilindro o la profundidad del corte excede el 5% del espesor de la pared.
Abolladura con corte, raspadura o canal	Una abolladura en la superficie en la cual hay corte, raspadura o canal	<p>Cuando el tamaño de la abolladura, raspadura o canal sea mayor que la condición de rechazo como defecto individual.</p> <p>Cuando ninguna de las condiciones de rechazo individuales de abolladura o corte son excedidas, pero la profundidad de cualquier abolladura excede de 1.5 mm o el diámetro de cualquier abolladura es menor de 35 veces su profundidad y la longitud del corte es al menos igual al de la abolladura.</p>

		Cuando la profundidad de corte o raspadura es mayor que el 5% del espesor actual de la pared del cilindro.
Grieta	Una rajadura o hendidura en el metal (véase la Figura A2)	Todo cilindro con defectos semejantes.
Laminación, solaparse o plegarse.	Las laminaciones son excedentes de material en la pared del cilindro, algunas veces muestra una discontinuidad, grieta o protuberancia en la superficie.	Todos los cilindros que presenten este defecto que excedan los valores permitidos por las especificaciones de construcción.
Daño por fuego	Calentamiento excesivo general o localizado de un cilindro usualmente indicado por: <ul style="list-style-type: none"> a) Pintura quemada o carbonizada b) Quemadura de pintura y metal c) Deformación del cilindro d) Daño por fuego en la válvula 	Cuando el daño por fuego es de tipo b, c o d. Cuando la pintura ha sido removida por daño por fuego del tipo a. Nota: Sí la pintura está superficialmente quemada, el cilindro puede ser aceptado.
Tapones o adiciones en el cuerpo, cuello o base	Adicionar o conectar partes o accesorios metálicos en el cuello, cuerpo o base del cilindro.	Cualquier cilindro que presente este defecto a menos que se determine que el tapón o accesorio sea parte del diseño aprobado del cilindro.
Marcación o troquelado	Marcación por medio del troquelado del metal.	Cualquier cilindro que sea troquelado en el cuerpo. Cuando el cilindro presente la falta o duda o alteración de los datos técnicos: Identificación del fabricante, mes y año de fabricación, serial de

		fabricación, propietario, presión de trabajo o de prueba, fecha(s) de prueba(s) hidrostática.
Limado, esmerilado o mecanizado.	En la acción mecánica ejercida sobre la superficie del cilindro, eliminando los números de identificación y datos técnicos.	Cualquier cilindro que presente este defecto.
Quemadura por arco o soplete.	Quemadura del metal del cilindro, endurecimiento del área afectada por el calor, la adición o remoción del metal fundido, observando protuberancias o cráteres.	Cualquier cilindro que presente este defecto.

Fuente: elaboración propia.

3) Corrosión

a) Generalidades

- Es importante que la superficie externa del metal este completamente limpia de productos de corrosión previo a la inspección del cilindro.
- El cilindro puede someterse a condiciones ambientales que podrían causar corrosión externa del metal.
- La corrosión interna también puede ocurrir debido a condiciones de servicio.
- Es difícil presentar límites de rechazo definidos en forma tabular para todos los tamaños y tipos de cilindros y sus condiciones de servicio. Por lo general, los límites de rechazo se establecen luego de una experiencia de campo considerable.
- Se requiere una extensa experiencia y criterio para evaluar si los cilindros que se han corroído internamente son seguros y adecuados para retomar al servicio. Es importante que se retire de la superficie del metal productos de la corrosión antes de la inspección del cilindro.

b) Evaluación de la corrosión

La corrosión de los cilindros debe ser evaluada de acuerdo a lo establecido en la tabla A2.

Tabla A2. Corrosión en la pared del cilindro

Defectos	Descripción	Condición de rechazo
Corrosión general	Pérdida de espesor de pared interna o externa mayor al 20% de la superficie total del cilindro. (véase figura A3)	<p>Sí la profundidad de la penetración excede del 20% del espesor original de la pared.</p> <p>Sí la corrosión presenta área muy extensa o su profundidad es dudosa, deben realizarse las siguientes pruebas:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Hacer la prueba hidrostática de expansión volumétrica con un máximo de expansión permanente no menor de 2% de la expansión volumétrica.
Corrosión local	Pérdida del espesor de pared sobre un área interna o externa sobre un área menor al 20% de la superficie total del cilindro o cráteres aislados con un diámetro mayor a 10 mm.	<p>Sí la profundidad de la picadura excede el 20% del espesor original de pared del cilindro.</p> <p>Sí la corrosión es dudosa en cuanto a la profundidad o área, realice los siguientes ensayos:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Hacer la prueba hidrostática de expansión volumétrica con un máximo de expansión permanente no menor de 2% de la expansión volumétrica.
Corrosión lineal	Picaduras localizadas linealmente en la pared del cilindro (véase Figura A4)	Sí la longitud de la corrosión en cualquier dirección excede la circunferencia del cilindro o si la profundidad de la penetración excede el

		25% del espesor original de la pared.
Picaduras	Corrosión interna o externa de picaduras hasta 20 mm de diámetro con una concentración no mayor a una picadura por cada 500 mm ² de la superficie (véase Figura A5)	Sí la profundidad de la picadura de diámetro mayor de 5 mm excede 40% del espesor de pared original del cilindro.

Fuente: elaboración propia.

Figura A1. Corte o ranura

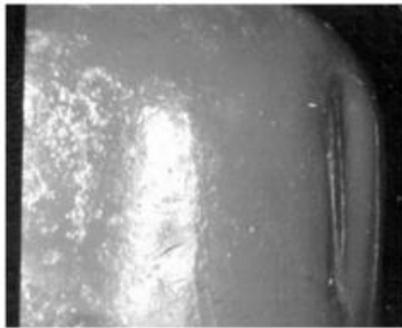


Figura A2. Grieta

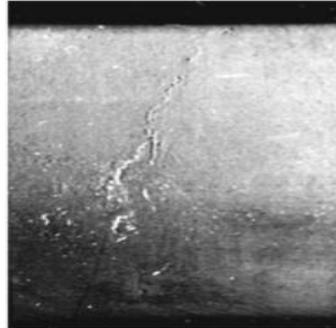


Figura A3. Corrosión general

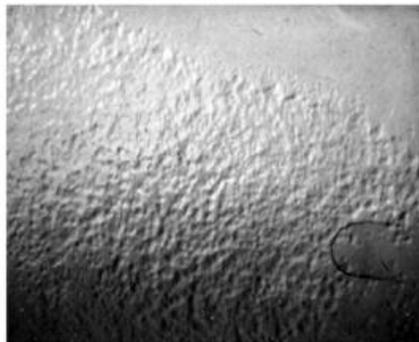


Figura A4. Corrosión en línea

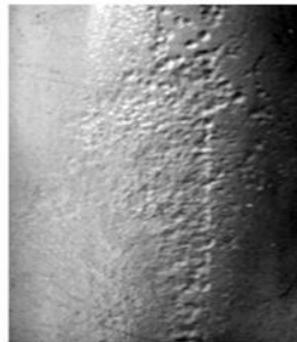
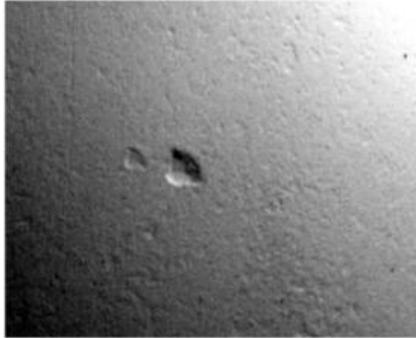


Figura A5. Picaduras aisladas



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 2699 p. 2.

ANEXO 2. INSTRUCTIVO B

INSTRUCTIVO QUE SE DEBE ADOPTAR AL RETIRAR LA VALVULA O CUANDO SE SOSPECHA QUE LA VALVULA DE UN CILINDRO ESTA OBSTRUIDA

1) Verificación de obstrucción en la válvula

- Sólo personal capacitado debe realizar los siguientes procedimientos. En vista de los riesgos potenciales en los cilindros, esta operación puede conducir a lesión debida a la liberación de la energía almacenada, riesgos tóxicos y de incendio; por lo tanto, el personal debe tomar las precauciones que se consideren necesarias para realizar el trabajo. Cuando se ha liberado el gas, si lo hay, y la presión dentro del cilindro se reduce a la presión atmosférica y, en el caso de gases licuados, cuando no existe congelamiento o rocío en el exterior del cilindro, se puede retirar la válvula después de realizar una verificación adicional a fin de establecer que existe paso libre a través de la válvula.
- Se debe realizar una verificación sistemática para establecer que el paso a través de la válvula no presenta obstrucción. El método adoptado debe ser un procedimiento

reconocido tal como alguno de los siguientes, o uno que ofrezcan salvaguardas equivalentes:

- Mediante introducción de un gas, no reactivo al gas almacenado en el cilindro, a una presión de 5 bar y verificación de su descarga.
- Usar la perilla mostrada en la figura B1, para introducir aire a la conexión de la válvula, observando si hay resistencia al paso de este. Este método no debe utilizarse para gases inflamables o tóxicos.
- Para cilindros de gases licuados, verificar que el peso del cilindro vacío sea igual a la tara estampada sobre el cuello del mismo. Si existe una diferencia positiva, el cilindro pudiera contener gas licuado bajo presión o contaminantes no presurizados.

2) Válvula no obstruida

- Cuando se ha establecido que no existe obstrucción en el flujo de gas pasando por la válvula del cilindro, después de despresurizarlo, se remueve la válvula.

3) Válvula obstruida

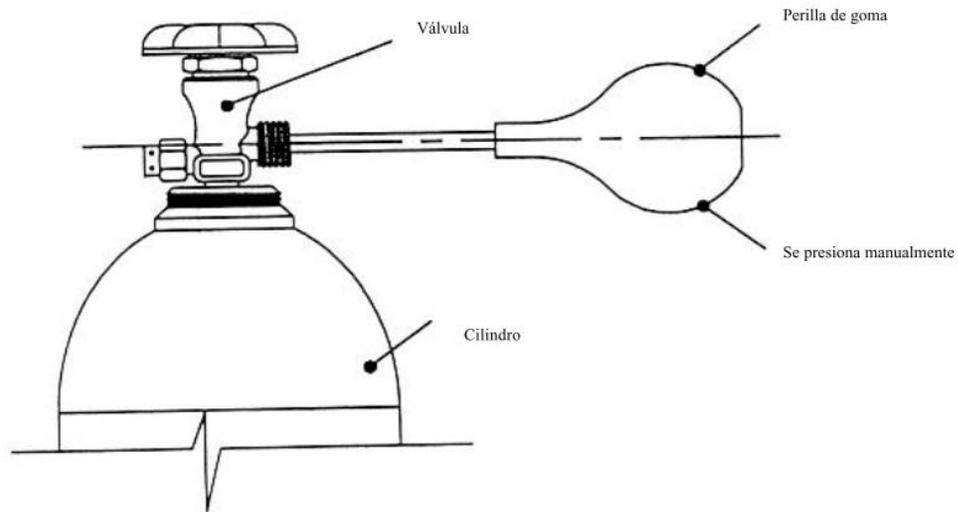
- Cuando el cilindro presenta obstrucción en la válvula, debe ser aislado con la finalidad de tratarlo en forma especial como sigue a continuación:
 - a. Se coloca el cilindro en el banco de sujeción.
 - b. Aflojar el dispositivo de seguridad ligeramente permitiendo en forma controlada la salida del gas hasta vaciar completamente el cilindro.
- Si hay flujo de gas repita la acción descrita en la sección 1) del procedimiento B, haciendo por el dispositivo de seguridad, luego el cilindro puede considerarse vacío y la válvula se debe retirar por precaución.

Nota

Los cilindros que contienen gases tóxicos, irritantes, corrosivos o inflamables deben ser vaciados considerando las medidas de seguridad que requiera la descarga del gas, con equipos apropiados y por el personal calificado en el manejo de tales gases. Para los cilindros

que se desconozca el contenido o que no puedan ser vaciados con seguridad, deben ser manejados en forma especial por el personal calificado.

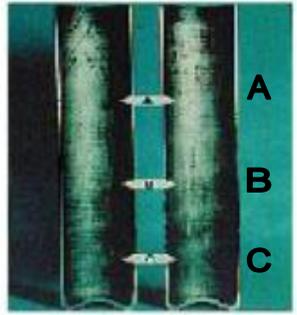
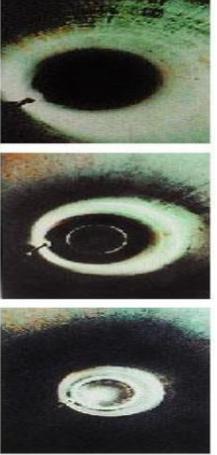
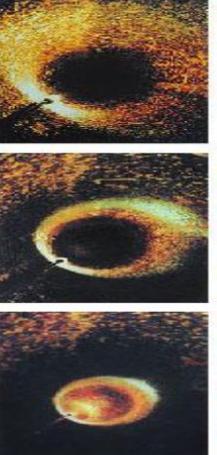
Figura B1. Uso de perilla para detección de obstrucción en válvula

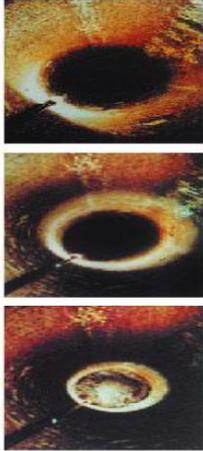
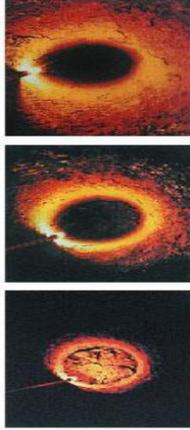


Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 2699. p. 33.

ANEXO 3

Tabla C1. Inspección Interna de Cilindros

 <p>Cilindro I Corte del cilindro que muestra la posición relativa de la luz en la inspección.</p>	 <p>1. Como nuevo Esencialmente limpio con buena luz en el interior.</p>	 <p>2. Aceptable Muestra una superficie con coloración y</p>	 <p>3. Inservible Superficie original cubierta por productos</p>
--	--	---	--

	Aceptablemente limpio para continuar en servicio siguiendo los chequeos apropiados.	posicionamiento de oxido. Aceptable para servicio siguiendo los chequeos apropiados.	corrosivos. Requiere tratamiento. Si después se encuentra satisfactorio, puede hacer prueba hidrostática.
 <p>4. Corroído Superficie con mucha pérdida de material. No puede ser probado ni llenado. Hacer aumento de inspección y enviar a un chequeo especial.</p>	 <p>5. Desecho Corrosión severa. No es posible recuperar. EL cilindro nunca puede ser probado ni llenado.</p>	 <p>Cilindro 5 Corte del cilindro que ilustra el grado de corrosión encontrado después de ser raspado.</p>	

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 4

NTC 4584

Norma técnica colombiana

Llenado de cilindros de alta presión con gases industriales y medicinales no inflamables.

- Literal 2. Inspección previa al llenado de cilindros con gases comprimidos, pág. 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

NTC5137

Norma técnica colombiana

Inspección visual de cilindros de acero para gases comprimidos.

- Literal 6. Cilindros de alta presión, pág. 16 a la 23.

NTC 2462

Norma técnica colombiana

Etiquetado de precaución y marcación de contenedores para gases comprimidos

- ANEXO A (informativo); Sistema de rotulación CGA para cilindros de gases comprimidos, pág. 58, 59, 60, 61 y 62.
- ANEXO D (normativo); etiquetado para cilindros de líquidos criogénicos, pág. 78.

NTC 2699

Norma técnica colombiana

Cilindros de gas. Inspección periódica y ensayo de cilindros sin costura.

- Literal 4, literal 5, literal 6, literal 7, literal 8, literal 9, literal 10, literal 12, literal 15, literal 16.
- ANEXO A (informativo); intervalos de inspección periódica y ensayo, pág. 24 y 25.
- ANEXO B (normativo); descripción, evaluación de defectos y condiciones para el rechazo de cilindros para gas de acero sin costura en el momento de la inspección visual, pág. 26 a la 30.
- ANEXO D (normativo); procedimiento que se debe adoptar al retirar la válvula o cuando se sospeche que la válvula de un cilindro esta obstruida, pág. 32 a la 34.
- ANEXO G (normativo); anillos de fecha de ensayo para cilindros de gas, pág. 44.
- ANEXO E (informativo); ensayo de expansión volumétrica de cilindros de gas, literal E4 (ensayo de expansión volumétrica sin camisa de agua, pág. 38, 39, 40, 41, 42).

NTC 1409

Norma técnica colombiana

Productos químicos. Oxígeno

- Literal 6. Ensayos. Determinación del contenido de oxígeno. Método A. Método de análisis Orsat, pág. 3, 4 y 5.

CONVENIN 3017:2000

Norma venezolana. Cilindros de alta presión. Requisitos para la verificación de diseño y mantenimiento.

