

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL AREA DE
EQUIPOS CRIOGENICOS HDT-CRYOGAS DE LA REFINERIA DE
BARRANCABERMEJA



RUBEN DARIO ANGEL ANGEL
ERICH FREUD TORRES ARAGON

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL AREA DE
EQUIPOS CRIOGENICOS HDT-CRYOGAS DE LA REFINERIA DE
BARRANCABERMEJA

RUBEN DARIO ANGEL ANGEL
ERICH FREUD TORRES ARAGON

Monografía de Grado
Presentada como requisito para optar el título de
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Director
CARLOS HENRY GONZALEZ DIAZ
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2012

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios todo poderoso por permitir cumplir este objetivo en mi vida profesional, agradezco a mi esposa por su comprensión, apoyo incondicional y por ser ese motor que me impulsaba no desfallecer, a mis padres por su consejo y motivación, a mis compañeros con los que logre una gran amistad y su colaboración en las actividades de la especialización, muchas gracias a todos.

RUBEN DARIO ANGEL ANGEL

Primero agradezco a Dios por tan hermosa oportunidad de ayudarme a alcanzar un paso más en mi vida, agradezco a mis padres y hermanos por el gran apoyo recibido durante esta carrera tan hermosa, ya que sin ellos este logro no hubiera sido posible pues son el pilar de formación como persona y como Ingeniero Mecatrónico, los valores recibidos por mi padre Hernán Torres V. y Mi madre Aura Leonor Aragón A. se convirtieron en la base fundamental para mi crecimiento profesional. LOS AMO.

ERICH FREUD TORRES ARAGON.

CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION	19
1. MARCO CONTEXTUAL.	21
1.1 PRESENTACION DE LA EMPRESA	21
1.1.1 Historia	21
1.1.2 Ubicación	24
1.1.3 Filiales	25
1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	27
1.2.1 Misión	27
1.2.2 Visión	28
1.2.3 Valores corporativos	30
1.2.4 Políticas de Calidad y Gestión Ambiental	31
1.3 PROCESO DE OBTENCION DEL NITROGENO	32
1.3.1 Nitrógeno	32
1.3.2 Aplicaciones	34
1.3.3 Almacenamiento	35
1.3.4 Descripción del proceso	35
1.3.4.1 Diagrama	36
1.3.4.2 Impacto ambiental y seguridad	37
1.3.4.3 Ubicación de instalaciones de separación de aire	38
1.3.4.4 Aire de alimentación	38
1.3.4.5 Componentes principales del aire de alimentación	39
1.3.5 Aplicaciones en la industria química	40
1.3.5.1 Blanketing	41
1.3.5.2 Crio pulverización	42
1.3.5.3 Enfriamiento de reactores	43
1.4 EQUIPOS DE CRYOGAS EN LA REFINERIA	44
1.4.1 Funcionamiento de tanques criogénicos	44

1.4.1.1 Ventajas	44
1.4.1.2 Sistema de un tanque criogénico	45
1.4.2 Funcionamiento de estación criogénica	48
1.4.2.1 Medidas de control por activación del sistema de seguridad	48
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	54
2.1 JUSTIFICACIÓN	55
2.2 OBJETIVOS	56
2.2.1 OBJETIVO GENERAL	56
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	56
2.3 METODOLOGIA	57
2.3.1 Proceso de la investigación	57
2.3.1.1 PRIMERA FASE: Análisis de la situación actual de los equipos	57
2.3.1.2 SEGUNDA FASE: Desarrollo del modelo gerencial	58
2.3.1.3 TERCERA FASE: Estrategias para la implementación	58
3. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO	59
3.1 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO	59
3.2 TEORÍA DEL MANTENIMIENTO	64
3.2.1 Mantenimiento correctivo	64
3.2.2 Mantenimiento preventivo	66
3.2.3 Mantenimiento predictivo	69
3.2.4 Mantenimiento Proactivo	71
3.3.5 Nuevas filosofías de mantenimiento	72
3.3.5.1 Mantenimiento centrado en la confiabilidad	72
3.2.5.2 Mantenimiento productivo total TPM	75
4. PROPUESTA DEL MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO	79
4.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	79
4.2 ESTRUCTURA DEL MODELO GERENCIAL	80
4.2.1 Beneficios del modelo gerencial	81
4.2.2 Plan estratégico	82
4.2.3 El plan estratégico comprende	83

4.2.4 Actividades del plan estratégico	84
4.3 GESTION DE EQUIPOS	84
4.3.1 Recopilación de la información	84
4.3.2 Descripción de los equipos	85
4.3.3 Función principal y características técnicas de los equipos	87
4.3.3.1 Tanque criogénico de almacenamiento	87
4.3.3.2 Evaporadores de incremento interno de presión	89
4.3.3.3 Válvula de control incremento de presión interna	90
4.3.3.4 Transmisores de nivel	92
4.3.3.5 Transmisores de presión	93
4.3.3.6 Vaporizador	94
4.3.3.7 Válvula de control proporcional de vapor	95
4.3.3.8 Válvula de control proporcional de nitrógeno	96
4.3.3.9 Reguladores de presión	97
4.3.3.10 Válvula de control de agua hacia el vaporizador	98
4.3.4 Cronograma de mantenimiento	100
4.3.5 Frecuencias de mantenimiento	101
4.4. GESTION DE LA INFORMACION	107
4.4.1 Sistemas de información	107
4.4.2 Sistema de información para mantenimiento.	109
4.4.3 Codificación de equipos	110
4.4.3.1 Hoja de los equipos	116
4.4.4 Diseño de la documentación para el manejo de la información	116
4.5 GESTION DE INVENTARIOS	117
4.5.1 Manejo de inventario efectivo	117
4.6 GESTION DE LA CALIDAD	120
4.6.1 Procedimientos	121
4.6.2 Instructivos	123
4.6.3 Indicadores	123
4.6.3.1 Disponibilidad (availability)	123

4.6.3.2 Confiabilidad (reliability)	123
4.6.3.3 Mantenibilidad (mainteinability)	124
4.6.4 Cálculos de los indicadores	124
4.7 GESTION DEL RECURSO HUMANO	127
4.7.1 Propuesta de capacitación	127
4.7.2 Selección de los temas	128
4.7.3 Cronograma de capacitación	129
CONCLUSIONES	130
BIBLIOGRAFIA	132
ANEXOS	134

LISTA DE TABLAS

	PAG
Tabla 1. Propiedades Físicas	32
Tabla 2. Nitrógeno	34
Tabla 3 Otros componentes del Aire	40
Tabla 4. Los doce pasos del programa TPM	77
Tabla 5. Equipos de Tanque T-81, T -82 y T- 83	85
Tabla 6. Equipos de vaporación	86
Tabla 7. Equipos de línea de PSI	86
Tabla 8. Especificaciones Técnicas Tanque T-81	88
Tabla 9. Especificaciones Técnicas Tanque T-82	88
Tabla 10. Especificaciones Técnicas Tanque T-83	88
Tabla 11. Especificaciones Técnicas	89
Tabla 12. Especificaciones Téc. Actuador Neumático doble efecto	90
Tabla 13. Especificaciones Técnicas válvula Solenoide	91
Tabla 14. Especificaciones Técnicas válvula de Bola	91
Tabla 15 Especificaciones Técnicas en Rosemaunt	92
Tabla 16. Especificaciones Técnicas Transmisor Rosemaunt	93
Tabla 17. Especificaciones Técnicas Vaporizador	94
Tabla 18. Especificaciones Técnicas Válvula Proporcional	95
Tabla 19. Especificaciones Técnicas Válvula proporcional	96
Tabla 20. Especificaciones Técnicas Reguladores	97
Tabla 21. Especificaciones Técnicas Actuador Neum. doble efecto	98
Tabla 22. Especificaciones Técnicas Válvula Solenoide	99
Tabla 23. Especificaciones Técnicas Válvula de Bola	99
Tabla 24. Codificación de equipo	110
Tabla 25. Repuestos en el inventario Cryogas Barrancabermeja	119
Tabla 26. Procedimiento mantenimiento correctivo y preventivo	122
Tabla 27. Control y calibración de equipos de medición el clientes y estaciones de llenado	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo de la empresa	21
Figura 2. Ubicación de la empresa	22
Figura 3. Organigrama Corporativo	27
Figura 4. Departamento de Mantenimiento SI (Sistema de Ingeniería)	31
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso	36
Figura 6. Componentes del Aire	39
Figura 7. Sistema de tanque criogénico	45
Figura 8. Servicio de emergencia	49
Figura 9. Operación válvulas de Seguridad Tanques	50
Figura 10. Diagrama de Estación Criogénica	52
Figura 11. Diagrama Estación Criogénica de HDT	53
Figura 12. Generaciones del mantenimiento	60
Figura 13. Curva de falla en los equipos productivos	63
Figura 14. Evolución de las expectativas del mantenimiento	63
Figura 15. Estructura del modelo gerencial	81
Figura 16. Ciclos de tareas del plan estratégico de mantenimiento	83
Figura 17. Sistemas de información	107
Figura 18. Mapa de procesos de Cryogas	121
Figura 19. Propuesta de capacitación	128
Figura 20. Cronograma	129

LISTA DE FOTOS

	PAG
Foto 1. LiderGas S.A	25
Foto 2. Ingemédicas Ltda	26
Foto 3. Panorámica de la Planta de HDT-CRYOGAS	54
Foto 4. Tanques Criogénicos HDT	87
Foto 5. Evaporadores de Aletas	89
Foto 6. Válvula de Incremento Interna de Presión	90
Foto 7. Transmisor Rosemaunt	92
Foto 8. Transmisor Rosemaunt	93
Foto 9. Vaporizador	94
Foto 10. Válvula Proporcional	95
Foto 11. Válvula Proporcional	96
Foto 12. Reguladores	97
Foto 13. Válvula on/off para agua	98

LISTA DE ANEXOS

	PAG
Anexo A. Hoja de vida de los equipos	135
Anexo B. Ficha técnica de los equipos	136
Anexo C. Solicitud de trabajo	137
Anexo D. Órdenes de mantenimiento correctivo	138
Anexo E. Orden de mantenimiento preventivo	139
Anexo F. Reporte de actividades	140
Anexo G. Procedimiento correctivo y preventivo	141
Anexo H. Control y calibración de equipos	147
Anexo I Válvulas de compuesta globo y retención	156
Anexo J. Tablas de cálculo de indicadores	186

GLOSARIO

ASU: unidad de separación de aire.

BLANKETING: consiste en mantener una atmósfera inerte por encima de un producto almacenado con el fin de protegerlo de oxidaciones, combustiones y/o explosiones.

DESTILACIÓN FRACCIONADA: proceso físico utilizado en química para separar mezclas (generalmente homogéneas) de líquidos mediante el calor, y con un amplio intercambio calórico y másico entre vapores y líquidos.

ESTACIÓN CRIOGÉNICA: conjunto de equipos o herramientas que permiten la manipulación de productos criogénicos que sirven para el desarrollo de actividades en la industria petroquímica.

NITROGENO: gas inerte, sin olor, sin color, no corrosivo extremadamente frío y no inflamable.

INERTIZACIÓN: consiste en la inyección de nitrógeno hasta lograr bajar el límite peligroso o no deseado de una atmósfera contaminante para el producto.

PUNTO DE EBULLICIÓN: temperatura en la cual la materia cambia de estado líquido a estado gaseoso, es decir hierve.

PESO MOLCULAR: suma de los pesos atómicos que entran en la fórmula molecular de un compuesto.

PUNTO DE ROCIO: temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire y agua, produciendo rocío, neblina o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

PURGA DE TUBERÍA: limpiar o purificar la tubería.

TANQUES: deposito cerrado de líquidos o gases

RESUMEN

TITULO: MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL AREA DE EQUIPOS CRIOGENICOS HDT-CRYOGAS DE LA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA

AUTORES: ERICH FREUD TORRES ARAGON
RUBEN DARIO ANGEL ANGEL

PALABRAS CLAVES: Destilación Fraccionada, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Nitrógeno, confiabilidad, Disponibilidad.

DESCRIPCION:

Este proyecto tiene por objeto la elaboración de un programa estructurado para el desarrollo de las actividades de mantenimiento de la empresa CRYOGAS, en el Área de Tanques Criogénicos de la Unidad de HDT ECOPETROL, tomado como base la estrategia actual de mantenimiento de la compañía, el plan estratégico empieza con la recolección de la información y la adecuación de los formatos de mantenimiento existentes, así como la verificación del estado de los equipos mediante inspecciones visuales y las hojas de vida de los mismos.

Luego de realizar el estudio de los sistemas que componen los equipos y con base en las recomendaciones hechas en los manuales de los fabricantes, la documentación técnica de los mismos, la experiencia recogida por parte de los operarios y el personal de mantenimiento, se crean las rutinas que permiten evitar estados inadecuados en los equipos, con el fin de integrarlas dentro de un programa de mantenimiento preventivo que garantice la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

El programa de mantenimiento preventivo será una herramienta importante para el personal del departamento ya que brindara información detallada de los equipos, rutinas de mantenimiento, guías y procedimientos que ayudaran a mejorar las actividades que se desarrollan en el área criogénica de HDT, y de esta forma lograremos disminuir los paros por emergencias y aumentaremos la vida útil de los equipos.

¹ Proyecto de grado.

¹ Facultad: Ingenierías físico mecánicas. Escuela: Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Carlos Gonzalez Diaz.

SUMMARY

TITLE: MANAGEMENT MODEL FOR PREVENTIVE MAINTENANCE OF CRYOGENIC EQUIPMENT AREA HDT-CRYOGAS OF THE BARRANCABERMEJA REFINERY

**AUTHORS: ERICH FREUD TORRES ARAGO
RUBEN DARIO ANGEL ANGEL**

KEYWORDS: Fractional Distillation, Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Nitrogen, reliability, availability.

DESCRIPTION:

This project has as objective the elaboration of a structured program for the development of the CRYOGAS company maintenance, in the Cryogenic Tanks area of the HDT ECOPETROL Unit, taking as base the actual strategy of company maintenance, the strategic plan begins with the recollection of the information and for the adequacy of the existent maintenance formats, such as the verification of the status of the equipments by visual inspection and the resumes of theirs.

After making the studies of the systems which compose the equipment and in based of the recommendations of the manufacturers manual, the technical documentation of the theirs, the recollected experience from operators and maintenance personnel, then the creation of routines which permit to avoid inadequate states of equipments, which the objective of integrate them in a program of preventive maintenance which guarantees the maximum availability and reliability of the equipments.

The preventive maintenance program will be an important tool for the department personnel because it brings detailed information of the equipments, maintenance routines, guides and procedures which help to improve the activities which are developed in the HDT cryogenic area, and in this form we achieve decrease the emergency stops and increase the useful life of the equipments.

¹ Thesis.

¹ Faculty: mechanical physical engineerings. School: Mechanical Engineering. Director: Carlos Gonzalez Diaz.

INTRODUCCION

Gases Industriales de Colombia CRYOGAS, empresa colombiana dedicada a la comercialización de los distintos gases del aire para el área medicinal e Industrial en su afán de alcanzar el reconocimiento mundial por la distribución de este tipo de productos se esfuerza por implementar políticas y certificaciones de calidad en cada uno de sus procesos con el fin de obtener un mejoramiento continuo en sus procedimientos de mantenimiento que permitan incrementar la vida útil de sus activos y por ende distribuir un producto de la mayor calidad.

Este proceso de mejora se debe a que la compañía adquirido equipos o herramientas de alta tecnología que necesitan un plan de mantenimiento riguroso que permita organizar toda la información y planificar de forma estructura las actividades a desempeñar por el departamento de mantenimiento, esta herramienta seguirá la estrategia actual de mantenimiento y se fundamentara en los conceptos de mantenimiento preventivo y predictivo de forma que se logre optimizar su desarrollo e implementación mediante un adecuado sistema de base de los datos recopilados durante el tiempo del proyecto.

Los costos de mantenimiento y operación han aumentado de una manera rápida con el paso de los últimos años. Existen nuevas técnicas que permiten disminuir y mejorar la confiabilidad y desempeño de las mismas. El mantenimiento busca asegurar el servicio de una empresa de una manera continua, segura y compatible con el medio ambiente. Con el paso del tiempo la llegada de nuevas tecnologías han ido creando herramientas filosóficas que permiten un mejor uso de los recursos de mantenimiento, tales como el Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y el Análisis Causa Raíz. Estas técnicas permiten enfocar la intención hacia problemas tanto crónicos como esporádicos. El mantenimiento

actual está caracterizado en la búsqueda continua de las tareas que permitan eliminar o minimizar las ocurrencias de fallas y/o disminuir las consecuencias de las mismas. Para lograr esto los diferentes estudios han demostrado un gran poder en identificar tareas potenciales a ejecutar.

El alcance y objetivos de la monografía es desarrollar un manual de procedimientos para la ejecución del mantenimiento de nuestra compañía, permitiendo involucrar al personal encargado de la operación de mantenimiento y obtener un control para el desarrollo de las actividades de los contratistas.

1. MARCO CONTEXTUAL.

1.1 PRESENTACION DE LA EMPRESA

1.1.1 Historia

Figura 1. Logo de la empresa



Fuente: Cryogas

CRYOGAS, con más de 60 años de experiencia en Colombia, es ahora una compañía filial del grupo empresarial chileno INDURA, el cual ocupa la primera participación en el mercado de gases y soldaduras en Chile, y cuenta con operaciones directas en México, Ecuador, Perú y Argentina, además de una red que cubre a toda la región y Norteamérica.

CRYOGAS en Colombia ofrece un amplio portafolio de gases industriales, mezclas, gases medicinales y científicos, productos y equipos para soldadura, discos abrasivos, elementos de seguridad para el soldador y completos servicios de asistencia técnica y soporte comercial en todo el país, todo enfocado a brindar Soluciones Integrales para diferentes sectores industriales.¹

Nuestros Ingenieros están entrenados para diseñar, instalar, iniciar y verificar los sistemas de suministro de gases que se requieran en nuevos desarrollos, y capacitar a nuestros clientes en la operación de estos sistemas y en los

¹ <http://www.cryogas.com.co/colombia.asp>

procedimientos de seguridad. La calidad de nuestros productos y servicios se encuentra certificada bajo la norma ISO 9001-2000, en las unidades básicas de manufactura, garantizando así la homogeneidad y cumplimiento de los estándares Internacionales.

CRYOGAS cuenta con dos modernas plantas de producción de gases del aire, situadas en Barbosa (Antioquia), con Certificación NTC ISO 14001-2004 Sistemas de Gestión Ambiental, y Sibaté (Cundinamarca) y una planta de Dióxido de Carbono (CO₂), con una capacidad de producción de 22 toneladas por día, que alimentan diversos tanques de almacenamiento instalados en diferentes ciudades del país, para el suministro a granel en tanques criogénicos y en forma gaseosa en cilindros, todas con certificación de BPM.

Para entregar un óptimo servicio a nuestros clientes, CRYOGAS cuenta con una amplia y capacitada fuerza de ventas y ha abierto las puertas en más de 24 puntos de venta directos en las diferentes ciudades del país: Bogotá, Medellín, Cali, Urabá, Pasto, Barranquilla, Cartagena, Montería, Pereira, Manizales, Bucaramanga, Barrancabermeja, Duitama, Cúcuta, Ibagué, Neiva y Villavicencio.

Para dar soporte directo a nuestra infraestructura, CRYOGAS cuenta con CRYOLÍNEA, el Centro Integral de Servicio al Cliente que atiende las 24 horas del día, todos los días del año, donde los clientes pueden solicitar sus pedidos y hacer seguimiento de éstos, recibir asesoría técnica y comercial, solicitar información sobre sus estados de cuenta, solucionar sus inquietudes y reclamos, comprar directamente nuestros productos, entre otros, y el cual se encuentra certificado bajo la norma ISO 9000:2000.

CRYOGAS es una Compañía siempre dispuesta a conocer y responder a las necesidades individuales de cada cliente, para convertirnos así en sus socios y asesores, y poderles entregar un servicio óptimo y de excelente calidad. ²

La salud, la seguridad y el cuidado del medio ambiente son de vital importancia para Cryogas. Estas son tres áreas claves para que nuestro negocio continúe teniendo éxito. Nuestro compromiso es generar productos y servicios que no afecten adversamente a nadie ni a nada, no contaminen el medio ambiente, no malgasten los recursos, no sean causa de cualquier otra forma de pérdida. El Sistema Integrado de Gestión de Cryogas cubre las áreas de Seguridad, Salud, Ambiente y Calidad y está certificado en ISO 9001 versión 2000 (Sistema de Gestión de la Calidad) e ISO 14001 versión 2004 (Sistema de Gestión Ambiental) según aprobación del ICONTEC en los siguientes procesos:

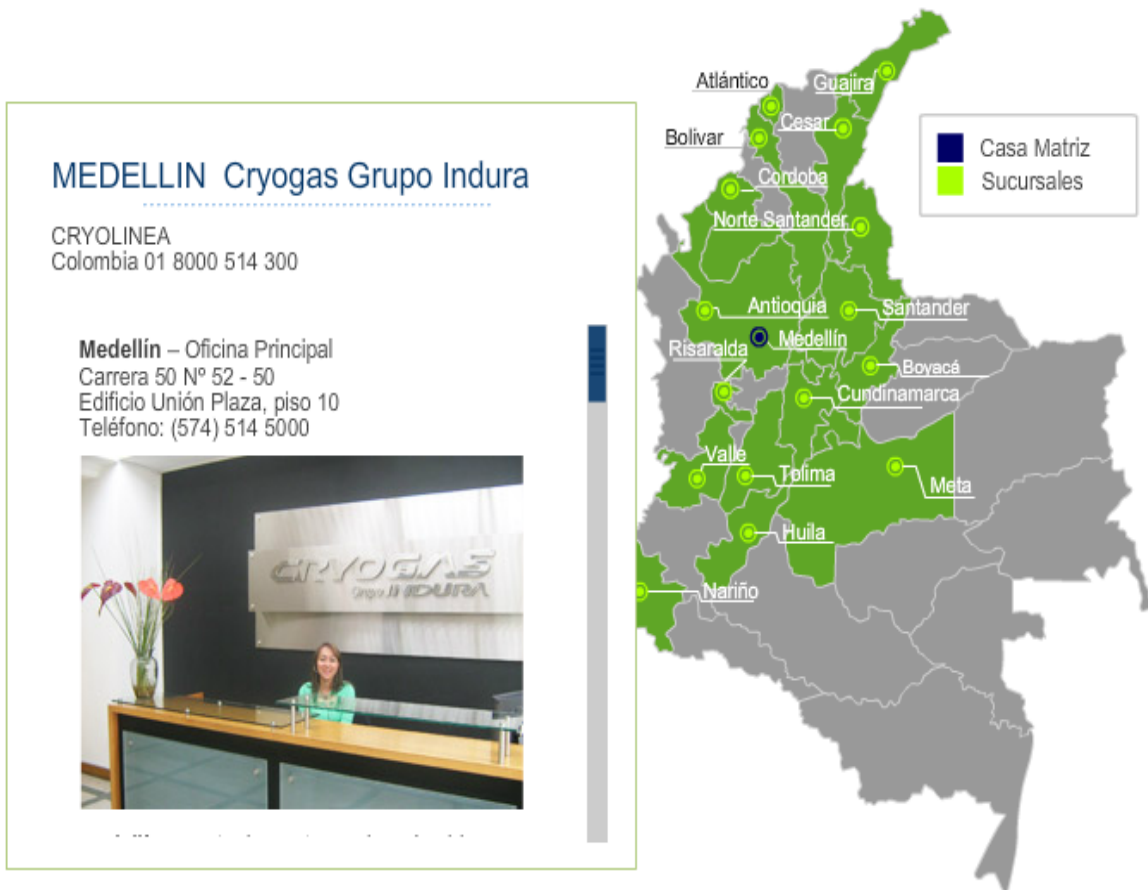
- Producción de Gases de Aire
- Producción de Gases Especiales
- Llenado de cilindros de Gases Industriales y Medicinales.
- Servicios de Ingeniería en Clientes
- Distribución de Líquidos.
- Centro de Servicio al Cliente.

Cryogas cuenta con Certificación de Capacidad de Producción según el modelo de Buenas Prácticas de Manufactura, en las estaciones de llenado, y continua trabajando en su completa implementación, indispensable para la fabricación de Gases Medicinales. Además cuenta con Certificación de BPM en las Plantas de producción.

² <http://www.cryogas.com.co/colombia.asp>

1.1.2 Ubicación

Figura 2. Ubicación de la empresa



INDURA S.A. Todos los derechos reservados 2008

Centro de Servicio al Cliente – Cryolinea: 01 8000 514300
Colombia Oficina Principal
Cra. 50 No. 52 – 50 Piso 10 Edificio Unión Plaza.
Teléfono: 514 50 00 - Fax: 511 42 29
Medellín – Colombia

Optimizado por :
www.teparatres.cl

Fuente: Cryogas

1.1.3 Filiales

Foto 1. LiderGas S.A



Fuente: El autor

Pereira

Kilómetro 8, Vía Cerritos

Diagonal a Terpel

Pereira

Teléfono: (576) 313 2800 / 313 2828

Foto 2. Ingemédicas Ltda.



Fuente: El autor

Bucaramanga

Cra 35 N° 54-117

Teléfono: (577) 647 8822

Fax: (577) 657 5959

Gas Project S.A

Medellín

Carrera 64A N° 39-16

Barrio Conquistadores

Teléfono: (574) 235 7708, 235 43 92 - Fax: (574) 265 2363

Bogotá

Calle 13 N° 69-30

Teléfono: (571) 412 8599 Fax: (571) 412 8599 Ext.102

Cali

Carretera Yumbo Kilómetro 9

Calle 10 N° 21-351

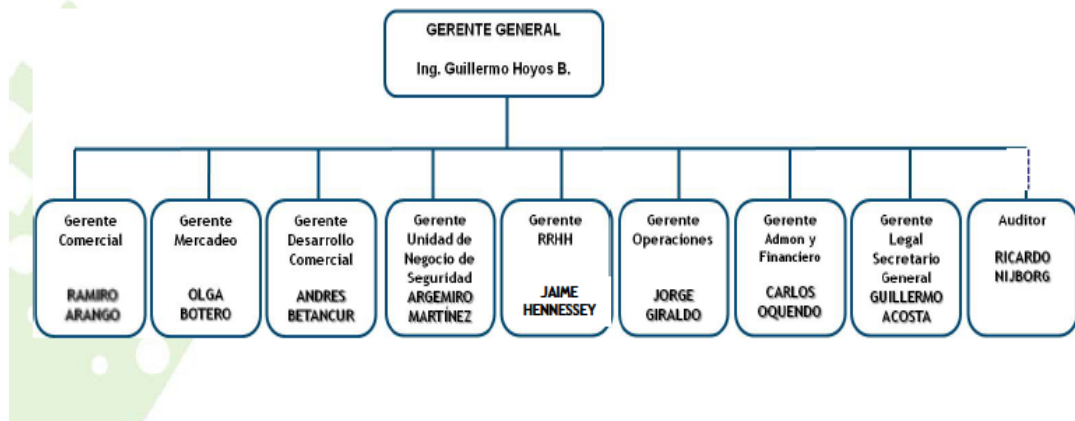
Teléfono: (572) 669 3010

Barranquilla

Teléfono: (575)314-890 44 64

1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Figura 3. Organigrama Corporativo



Fuente. Gases Industriales de Colombia CRYOGAS.

1.2.1 Misión

Es lograr la satisfacción y el crecimiento rentable, propio y de nuestros clientes, entregando soluciones innovadoras e integrales, acordes con sus necesidades, a través de la excelencia en la producción, venta y distribución de gases, sistemas y servicios relacionados con ellos, apoyados en nuestro talento humano y en la protección y conservación del medio ambiente.

1.2.2 Visión

1. En Cryogas entendemos que el desarrollo personal y profesional de nuestra gente nos permitirá alcanzar la excelencia. Por lo tanto valoraremos el esfuerzo, la responsabilidad, la colaboración y la transparencia con los que cada trabajador realiza sus labores colectivas e individuales y fomentaremos en el equipo de trabajo una actitud positiva de satisfacción y servicio, sin vulnerar los espacios privados de cada persona y su familia.³
2. Mantendremos la actitud de liderazgo en los mercados en que actuemos buscando oportunidades de crecimiento rentable, la atención directa y la Satisfacción permanente de las necesidades de nuestros clientes, mediante la innovación, la disponibilidad adecuada de equipos y recursos y la superación constante de nuestras metas.
3. Mantendremos una cultura de seguridad con actitud de liderazgo y los más altos estándares para garantizar que nadie resulte lesionado.
4. La seguridad, la excelencia, la eficiencia y el respeto por el medio ambiente continuarán siendo las bases de todas nuestras operaciones.
5. Seguiremos garantizando a nuestros clientes, accionistas, empleados y a la comunidad en general, la satisfacción de sus expectativas.

Para el logro de lo anterior, haremos nuestro mejor esfuerzo actuando dentro de los valores corporativos y del código de conducta, del marco legal del país y de los más altos niveles de integridad y ética.

³ <http://www.cryogas.com.co/colombia.asp>

Nuestro futuro depende de la total satisfacción de nuestros clientes, de nuestros compromisos a exceder sus expectativas en todos los aspectos relacionados con nuestro negocio y de un comportamiento ambiental sano por medio del control de las actividades y procesos que puedan ocasionar impactos negativos en el aire, agua y suelos. El éxito de esta política depende de las convicciones, valores y responsabilidades, detallados en nuestra visión y en el cumplimiento de los requisitos organizacionales, la legislación y las normas obligatorias aplicables, como mínimo, para el buen funcionamiento de dichas actividades.

El proceso de mejoramiento continuo es el medio a través del cual mantendremos y optimizaremos nuestro Sistema de Calidad, Seguridad y Gestión Ambiental.

El personal de todas las instalaciones es responsable de garantizar que las actividades que realizan, incluyendo el procesamiento o fabricación, el llenado, la distribución y la administración de recursos, se lleven a cabo de una manera tal que se reduzcan los desechos, emisiones y vertimientos contaminantes. Por esto, somos responsables de generar aportes que contribuyan a mejorar las condiciones de los procesos.

CRYOGAS ha desarrollado y mantiene programas de capacitación que garantizan la aplicación y el entendimiento pleno de su POLÍTICA DE CALIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL y realiza un proceso de difusión y despliegue de los planes anuales de negocios a través de los equipos de trabajo. Además, ha desarrollado estrategias de comunicación que permiten la aplicación y la reinterpretación de la misión en cada puesto de trabajo y la creación de conciencia sobre la importancia de minimizar o controlar cualquier efecto adverso al ambiente o a la comunidad, y emprender acciones correctivas o preventivas oportunas.

La implementación de estas políticas, objetivos y planes ambientales, y los indicadores de gestión serán revisados regularmente y serán modificados según se requiera para asegurar su continua aplicabilidad y efectividad.

La adhesión a las políticas y prácticas contenidas en el MANUAL DE CALIDAD, GESTIÓN AMBIENTAL, MANUALES DE PROCEDIMIENTOS, E INSTRUCCIONES DE TRABAJO es obligatoria para todos los asociados con CRYOGAS.⁴

1.2.3 Valores corporativos

CRYOGAS se debe a sus clientes, accionistas y trabajadores y llegará tan lejos como sus accionistas y trabajadores se lo propongan.

Nos esforzamos en ser innovadores y en mantener una avanzada tecnología a fin de ofrecer productos de calidad a precios competitivos.

Bajo las normas laborales, legales y contractuales, favorecemos una comunicación directa, franca y oportuna con nuestros trabajadores, en un ambiente de transparencia, cordialidad y mutuo respeto.

Nos comprometemos con nuestros trabajadores y confiamos en sus potencialidades, honorabilidad y rectitud, y exigimos su compromiso y lealtad.

Debemos ser capaces de crear nuestro futuro como empresa, apoyados permanentemente en las acciones que perfeccionen a las personas en su trabajo.

⁴ <http://www.cryogas.com.co/colombia.asp>

Promovemos y apoyamos el trabajo en equipo como también valoramos y reconocemos la creatividad individual en el trabajo.

Tenemos conciencia de nuestra responsabilidad en los derechos de los clientes, trabajadores y en la protección del medio ambiente.

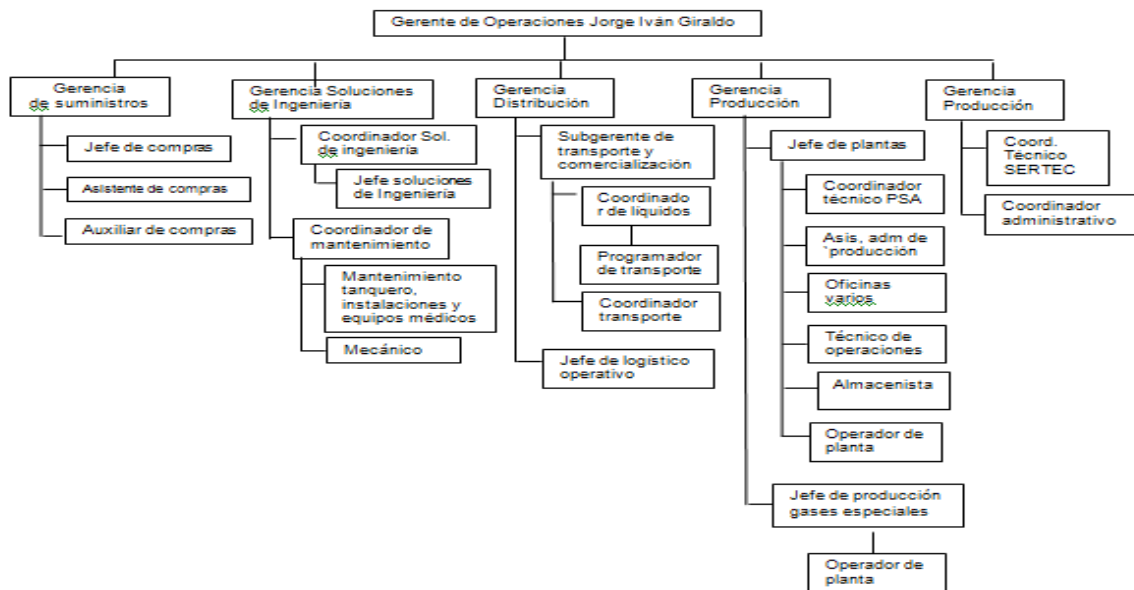
Nuestro futuro está basado en la honestidad permanente en nuestro que hacer. Seguridad y Prevención de Pérdidas.

1.2.4 Políticas de Calidad y Gestión Ambiental

En CRYOGAS S.A nos hemos comprometido a ser reconocidos por nuestros clientes como el mejor proveedor de gases y de productos y servicios complementarios, así como a proteger y conservar el medio ambiente, a través del cumplimiento de nuestra MISIÓN Y VISIÓN.

Figura 4. Departamento de Mantenimiento SI (Sistema de Ingeniería)

Fuente. Gases Industriales de Colombia CRYOGAS.



1.3 PROCESO DE OBTENCION DEL NITROGENO

1.3.1 Nitrógeno

El Nitrógeno es un gas inerte, sin olor, sin color, no corrosivo extremadamente frío y no inflamable. Es de notar que a muy altas temperaturas en unión de ciertos metales forman nitruros, con el Oxígeno forman óxidos y con el Hidrógeno en presencia de catalizadores forma amoníaco. Del Nitrógeno podemos sacar dos grandes propiedades que son explotados:

- Su baja temperatura en estado líquido (- 196 °C)
- Sus características de inerte

Tabla 1. Propiedades Físicas

	Unidades U.S.	Unidades S.I.
Fórmula Química	N2	N2
Pesos Moleculares	28.01	28.01
Densidad del gas a 70 °F y 1 Atm	0.072 lb/pies cúbicos	1.153 kg/mts cúbicos
Gravedad específica del gas a 70 °F y 1 Atm	0.967	0.967
Volumen específico a 70 °F a 1 Atm	13.89 pies cúbicos/lb	0.867 mts cúbicos/kg
Densidad del líquido en el pto. de ebullición y 1 Atm	50.47 lb / pies cúbicos	808.5 kg / mts. cúbicos
Punto de ebullición a 1 Atm	- 320.4 ° F	- 195.8° C
Punto de fusión a 1 Atm	- 345.8 °F	- 209.9 °C
Temperatura crítica	- 232.4 °F	- 146.9 °C
Presión crítica	493 psig	3.399 kpa (abs)
Densidad crítica	19.60 lb/pies cúbicos	314.9 kg/mts cúbicos

Punto triple a 1.81 psig	- 346 °F	- 210 °C
Calor latente de vaporización en pto.de ebullición	85.6 Btu/lb	199.1 kj/kg
Calor latente de fusión en el pto de fusión	11.1 Btu/lb	25.1 kj/kg
Calor específico del gas a 70 °F y 1 Atm		
cp	0.249 Btu/lb	1.04 kj/kg
cv	0.177 Btu/lb	0.741 kj/kg
Peso del líquido a pto.de ebullición	71.23 lb/gal	808.5 kg/mts. cúbicos

Fuente: Cryogas

El nitrógeno líquido compone el 78.03% por volumen de la atmósfera y el 75.5% por peso. Es inerte, no tiene color ni sabor, no es corrosivo y es inflamable.

Propiedades físicas del nitrógeno:

- Peso Molecular: 28.01
- Punto de ebullición @ 1 atm: -320.5F (-195.8C, 77K)
- Punto de congelamiento @ 1atm: -346.0F (-210.0C, 63K)
- Temperatura critica: : -232.50F (-146.9C)
- Presión critica: -346.0F (-210.0C, 63K)
- Densidad gas @ 68F (20C), 1 atm: 0.0725 lb/scf
- Gravedad especifica, gas (aire=1) @ 68F (20C), 1 atm: 0.967
- Volumen especifico @ 68F (20C), 1 atm: 13.80 scf/lb
- Nitrógeno liquido:
- Densidad liquida @ BP, 1 atm: 50.45 lb/scf
- Gravedad especifica, liquido (agua=1) @ 68F (20C), 1 atm: 0.808
- Calor latente de vaporización: 2399 BTU/lb mol
- Radio de expansión, líquido a gas, BP 68F (20C): 1 a 694

1.3.2 Aplicaciones

Podemos decir que el Nitrógeno posee innumerables aplicaciones y sobre todo basada en sus características, el Nitrógeno como gas bajo condición de inerte es utilizados en sistemas eléctricos en la industria química, y en la industria alimenticia en empaquetamiento de alimentos, es usada en las industrias químicas para proteger aceites, vinos para evitar su oxidación, para protección de sistemas en los cuales es probable que existan explosiones usando como gas protector y se purga etc. El Nitrógeno como líquido, aprovechando sus condiciones de refrigerantes es utilizado en las industrias metalmecánicas, industrias de gomas, plásticos, en los transportes frigoríficos, enfriamiento de secciones químicas, en la congelación de alimentos y por último en uso medicinal y veterinario.

Tabla 2. Nitrógeno

Industrias alimenticias	Congelamiento de alimentos, preservación de alimentos, aceites, etc. empaquetados de alimentos, transporte alimentos refrigerados.
Industrias químicas y petroquímicas	Inertización de sistemas. Protección de productos - protección contra incendios y explosiones. Enfriamiento de reacciones químicas.
Industrias de gomas	Desbarbados de gomas, moliendas
Industrias del plásticos	Desbarbado de plásticos. Fabricación de botellas
Industrias metalúrgicas y metalmecánicas	Tratamiento de aceros y otros metales. Tratamientos térmicos. Uniones por expansión
Industrias medicinales y veterinarias	Congelamiento de sangre, sueros, vacunas, conservación de semen.
Industrias del aluminio	Desgasificación de aluminio
Industrias eléctricas	Llenado de bulbos, barrida de bulbos para bombillos, llenados de cables eléctricos, transforma poros, etc.

Fuente: Cryogas

1.3.3 Almacenamiento

- Este se almacena de dos formas:
- En estado gaseoso, se almacena en cilindros
- En estado líquido, se almacena en tanques criogénicos diseñados especialmente para resguardarlos térmicamente

1.3.4 Descripción del proceso

Una unidad de separación de aire criogénica (ASU) es una planta de procesos en la cual el aire es separado en sus gases constitutivos mediante destilación a bajas temperaturas.

La planta está conformada por un conjunto de columnas de destilación, intercambiadores de calor, absorbedores y maquinaria de soporte para la compresión, la expansión y el control de gases y líquidos.

Los gases constitutivos se venden y se distribuyen a los clientes para una gran variedad de aplicaciones industriales, médicas y otras aplicaciones especializadas.

El proceso básico para la separación del aire a gran escala no ha presentado cambios durante varias décadas. En este proceso, el aire sufre las siguientes transformaciones:

- Se comprime y luego se purifica removiendo el dióxido de carbono y el vapor de agua:
- Se enfría hasta una temperatura cercana a su temperatura de licuefacción, y luego:

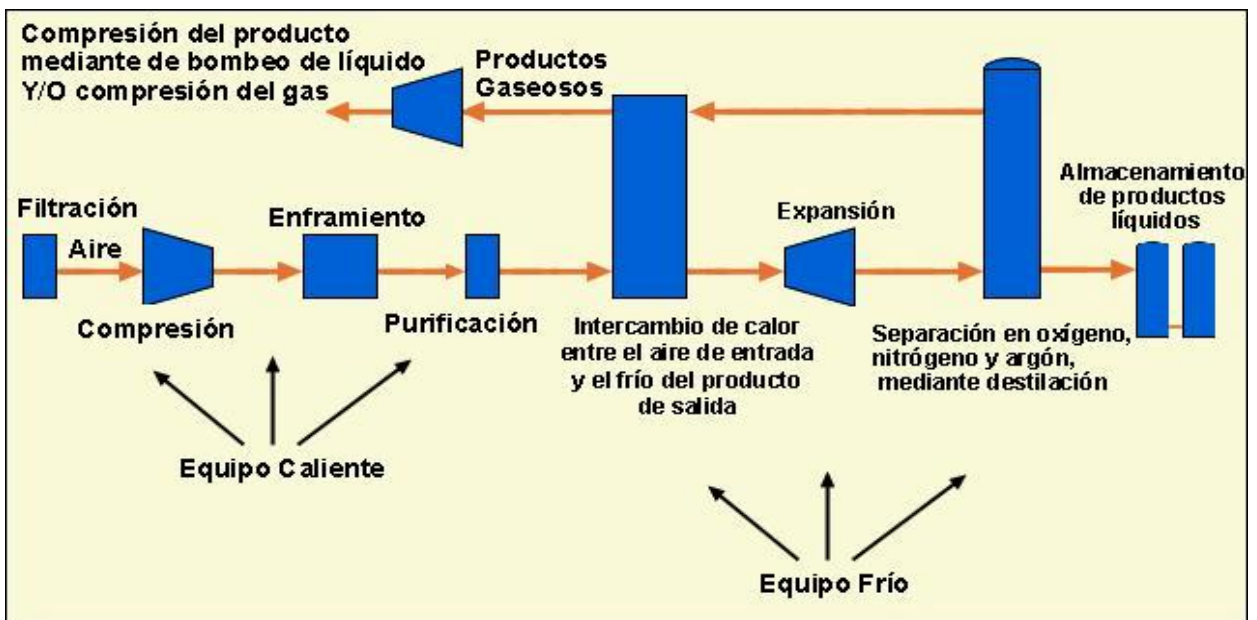
- Se separa mediante destilación fraccionada en los productos oxígeno, nitrógeno y argón.

1.3.4.1 Diagrama

El siguiente diagrama permite visualizar de manera muy simplificada el proceso de separación del aire. Cada planta de separación de aire tiene una versión diferente y mucho más compleja de este proceso. Luego se explica la función de cada uno de los equipos.⁵

El equipo caliente incluye todo el equipo que opera a temperaturas ambiente o superiores. El equipo frío se encuentra instalado en el interior de la caja fría.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso



Fuente. Gases Industriales de Colombia CRYOGAS.

⁵ GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA p, Loc. cit.

Una planta real contiene diversos equipos distribuidos en forma más compleja. La distribución detallada para cada planta está consignada en un Diagrama de Flujo del Proceso (PFD), que muestra todo el equipo del proceso (operaciones unitarias) y los flujos de fluidos entre los equipos.

1.3.4.2 Impacto ambiental y seguridad

El oxígeno es un material peligroso y la mala operación de una planta de separación de aire puede emitir grandes cantidades de energía con los peligros que esto representa para el personal y el equipo. La operación siempre debe realizarse de acuerdo con prácticas seguras especificadas.

El proceso de separación del aire es intrínsecamente limpio y no genera productos secundarios indeseables. Sin embargo, debido a que requiere altos consumos de energía, emite de manera indirecta cantidades significativas de gases que causan el efecto invernadero.⁶

Por lo tanto, es importante operar una planta de la manera más eficiente posible, tanto para minimizar costos como para reducir el impacto sobre el medio ambiente.

Aunque la materia prima no tiene un costo ni tasa retributiva, las plantas ASU son grandes consumidoras de energía. Por ejemplo, una unidad que produce 2,000 toneladas diarias de oxígeno consume cerca de 30 megavatios (MW) de electricidad.

La maquinaria principal de la planta (los compresores de suministro de aire y de

⁶ **GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA.** Introducción a las Unidades de Separación de Aire. Bogotá: CRYOGAS, 2011

productos) consume la mayor parte de la energía.

1.3.4.3 Ubicación de instalaciones de separación de aire

Los gases industriales solamente se transportan a distancias que sean económicamente viables. Dado que estas distancias están limitadas por los costos de transporte y las propiedades físicas de los gases, las instalaciones de producción están ubicadas cerca de los mercados que abastecen. Para el caso de productos de mayor valor (por ejemplo, argón, helio, gases especiales), puede ser factible ubicar la planta a cierta distancia del cliente.

Normalmente, las instalaciones de separación de aire están ubicadas en los sitios cercanos a los clientes de grandes volúmenes tales como:

- plantas siderúrgicas
- plantas químicas
- plantas petroquímicas
- refinerías de petróleo
- plantas de fundición

De manera que el gas pueda ser suministrado directamente al cliente a través de tuberías.

1.3.4.4 Aire de alimentación

La materia prima para la producción del Oxígeno y nitrógeno es el aire de la atmósfera, denominado aire de alimentación en instalaciones de separación de aire.⁷

⁷ **GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA.** Introducción a las Unidades de Separación de Aire. Bogotá: CRYOGAS, 2011. Este documento plantea conceptos

1.3.4.5 Componentes principales del aire de alimentación

El aire de la atmósfera está compuesto por una mezcla de varios gases. Los componentes principales son el nitrógeno, el oxígeno y el argón, junto con otros gases presentes en menores cantidades.

El vapor de agua también está presente en el aire de alimentación. El contenido de agua del aire varía de manera considerable con las condiciones ambientales locales. Este diagrama muestra los componentes principales del aire seco.

Figura 6. Componentes del Aire



Fuente. Cryogas

Tabla 3 Otros componentes del Aire

SÍMBOLO QUÍMICO	COMPONENTE	VOLUMEN (% en el Aire)	PARAMETRO DE DEPENDENCIA
H ₂ O	Vapor de Agua	Variable	Temperatura Humedad Presión
CO ₂	Dióxido de Carbono	0,035	Cercanía a Plantas químicas o Plantas de Energía
He	Helio	0,005	-
Ne	Neón	0,0016	-
Kr	Kriptón	0,00011	-
Xe	Xenón	0,000008	-
CO	Monóxido de Carbono	Variable	Condiciones Ambientales Locales
SO ₂	Dióxido de Azufre	Variable	Condiciones Ambientales Locales
NO ₂	Dióxido de Nitrógeno	Variable	Condiciones Ambientales Locales
HS	Ácido Sulhídrico	Variable	Condiciones Ambientales Locales
NH ₃	Amoniaco	Variable	Condiciones Ambientales Locales
CH ₄	Metano	Variable	Condiciones Ambientales Locales
	Otros Hidrocarburos	Variable	Condiciones Ambientales Locales

Fuente. Cryogas

1.3.5 Aplicaciones en la industria química

En la industria del petróleo y química existe una gran gama de aplicaciones; Oxidar presenta algunas de las tecnologías disponibles a su servicio:

- Blanketing
- Eternizaciones y purgas tuberías y/o recipientes a presión
- Recuperación de solventes
- Enfriamiento de equipos y/o reactores
- Otras aplicaciones

1.3.5.1 Blanketing

Consiste en mantener una atmósfera inerte por encima de un producto almacenado con el fin de protegerlo de oxidaciones, combustiones y/o explosiones. Esto se logra con el sistema de inyección continua de nitrógeno.

Dependiendo del tipo de producto almacenado, capacidad de almacenamiento, temperatura de evaporación, límites de inflamabilidad, se puede realizar el cálculo de los equipos necesarios y los consumos de nitrógenos requeridos para el Blanketing.

- **Inertizaciones y purgas**

Consiste en la inyección de nitrógeno hasta lograr bajar el límite peligroso o no deseado de una atmósfera contaminante para el producto. Esto con el fin de poder Realizar cualquier operación al equipo o tubería. Ej. Soldaduras, cortes, pruebas de hermeticidad.⁸

En función de la tubería o equipo, el % contaminante, tiempo, etc. Se calcula el flujo y presión requeridos de nitrógeno hasta lograr que la operación sea segura.

- **Recuperación de solventes**

Los principales problemas en la recuperación de sustancias orgánicas volátiles son:

- Temperaturas de condensación muy bajas

⁸ http://www.oxicar.net/productos_tanques_sistemas.htm

- Variaciones de las temperaturas por cambios de procesos
Mantenimiento por periodos largos de estas temperaturas.

CRYOGAS ha desarrollado una tecnología para la recuperación de solventes y/o condensación de los compuestos orgánicos con nitrógeno líquido. Esta tecnología garantiza una recuperación de hasta 99%. Como ejemplo podemos mencionar el isobutano, vapores de gasolina, acetona, cloruro de metileno, etc. Se puede utilizar el nitrógeno líquido inclusive para el transporte de solventes peligrosos con riesgo de explosión.

1.3.5.2 Crio pulverización

Existen muchos problemas con la molienda tradicional de productos químicos tales como resina, azufre, gomas, etc.

- Finura del grano no deseada
- Calentamiento del material llegándose a licuar
- Peligro de explosiones
- Alto consumo de energía
- Paradas por limpieza de los molinos⁹

Este problema se elimina con la utilización de nitrógeno líquido.

- **Ventajas**
 - ✓ Aumento de la producción
 - ✓ Reducción del consumo de energía
 - ✓ Evita explosiones
 - ✓ Mayor calidad de producto

⁹ Oxicar http://www.oxicar.net/productos_tanques_sistemas.htm

- Eliminación de desechos por oxidación y sobrecalentamiento

1.3.5.3 Enfriamiento de reactores

El nitrógeno es gas inerte y a presión atmosférica posee una temperatura de -196°C, y una capacidad calórica de 100 Kcal/Kgm. Estas dos características dan al nitrógeno la capacidad de eliminar calor y bajar las temperaturas en los procesos donde se requiere tener un control de la temperatura. Este procedimiento es aplicable a los reactores de la industria química y farmacéutica

- **Ventajas**

- ✓ Seguridad de operación.
- ✓ Aumento de producción
- ✓ Mayor versatilidad

- **Otras aplicaciones**

- ✓ Trasegar líquidos de un recipiente a otro
- ✓ Recuperación de pozos con inyección de Nitrógeno
- ✓ Producción de azufre con oxígeno
- ✓ Calcinación de coque
- ✓ Purga de embarcaciones
- ✓ Pruebas de hermeticidad¹⁰

¹⁰ http://www.oxicar.net/productos_tanques_sistemas.htm

1.4 EQUIPOS DE CRYOGAS EN LA REFINERIA

1.4.1 Funcionamiento de tanques criogénicos

Se utilizan de acuerdo a las necesidades de consumo de cada cliente, podemos abastecer gases -en cilindros o a granel- en estado líquido. La ventaja de entregar mayores cantidades de gas en estado líquido, radica en el menor costo de almacenamiento y transporte, comparado con los gases en cilindros.

Los gases licuados son transportados en camiones cisternas y son almacenados en tanques criogénicos instalados en el negocio del cliente.

El tanque o termo criogénicos, se componen de un recipiente interior hecho de acero inoxidable y un recipiente exterior de acero inoxidable o de acero al carbono. El espacio entre los dos tanques está lleno de un súper-aislamiento y un vacío de aproximadamente 10 micrones, lo que permite aislar el contenido del mismo a una temperatura de -183°C a -199°

1.4.1.1 Ventajas

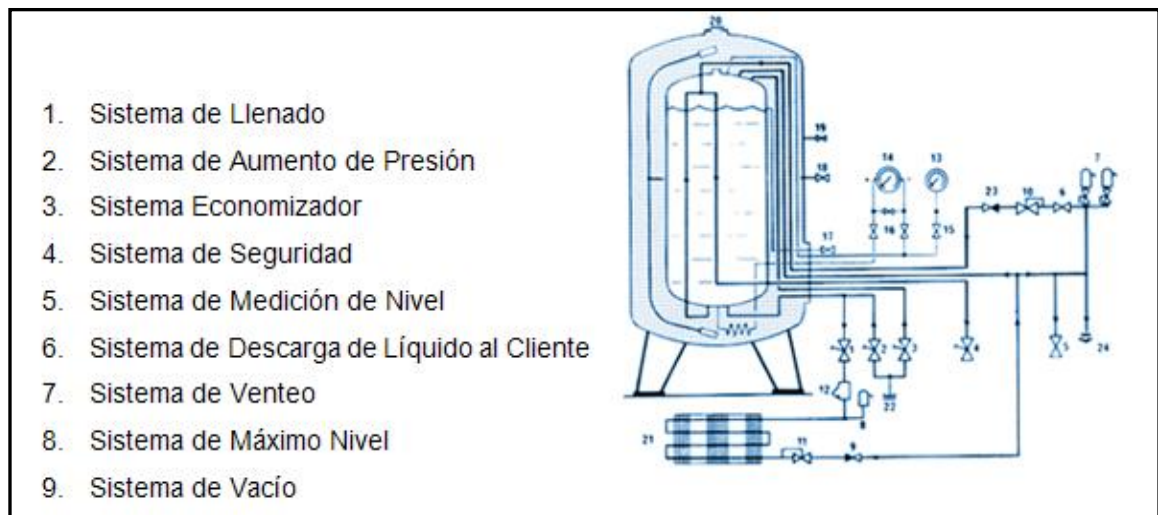
- Suministro Interrumpido Con una alta confiabilidad, pues un tanque criogénico puede contener el equivalente de hasta 1000 cilindros de Nitrógeno a alta presión.
- Mantenimiento Realizado por técnicos de CRYOGAS, liberando de esta tarea al Depto. de mantenimiento del Cliente.
- Mayor seguridad Los termos y tanques tienen Nitrógeno u/o Oxígeno líquido almacenado a aprox. 8 a 10 bar (aprox. 135 psig) “baja presión”, los

cilindros están a 200 bar (2900 psig), por lo que ya no existen los peligros asociados a la alta presión.¹¹

1.4.1.2 Sistema de un tanque criogénico

Los tanques criogénicos están formados por nueve sistemas fundamentales (Figura No 7 detallada del tanque):

Figura 7. Sistema de tanque criogénico



Fuente: Oxicar

- Sistema de Llenado: Es el sistema por el cual se efectúa el llenado del tanque, este llenado es posible efectuarlo por dos puntos: por el fondo, por encima o por ambos en conjunto. Este sistema está compuesto por la conexión de llenado (Nº22) y las válvulas Nº 2 y Nº3. Las válvulas serán usadas según sea el proceso elegido.

¹¹ http://www.oxicar.net/productos_tanques_sistemas.htm

- Sistema de Aumento de Presión: Los Tanques Criogénicos deben mantenerse a una presión a la de trabajo del cliente, es por ello que existe este sistema ya que permite elevar la presión del tanque cuando esta cae por debajo de lo graduado. El sistema está compuesto por un vaporizador (Nº 21), un filtro (Nº 12), una válvula check (Nº 9), una válvula criogénica de compuerta (Nº 1) y un regulador (Nº 11).¹²
- Sistema Economizador: Este sistema permite la salida de gas o por el tubo de líquido (aprovecha el gas de exceso en el tanque), lográndose esto por la mezcla de gas - líquido en la intersección de los tubos por efecto venturí. Además, ofrece otra ventaja, ya que no permite que el tanque alcance presiones superiores a las de trabajo. El sistema economizador está compuesto por el regulador economizador (Nº 10) la válvula check (Nº 23) y la válvula de compuerta (Nº 6).
- Sistema de Seguridad: Este sistema está compuesto por un de alta presión y el otro de baja presión (vacío).
- Sistema Alta Presión: la presión de trabajo del tanque es 15 BAR, si por cualquier causa la presión se eleva por encima de esta, se disparan DOS válvulas de seguridad calibradas a esta presión y aún para mayor seguridad si la presión sigue aumentando, alcanzando los 350 psig, se rompe un disco de ruptura, que permite el desahogo total del gas en el tanque. Este sistema está compuesto por dos válvulas de seguridad (Nº 7) y un disco de ruptura (Nº 24).
- Sistema Alta Presión: la presión de trabajo del tanque es 15 BAR, si por cualquier causa la presión se eleva por encima de esta, se disparan DOS

¹² http://www.oxicar.net/productos_tanques_sistemas.htm

válvulas de seguridad calibradas a esta presión y aún para mayor seguridad si la presión sigue aumentando, alcanzando los 350 psig, se rompe un disco de ruptura, que permite el desahogo total del gas en el tanque. Este sistema está compuesto por dos válvulas de seguridad (Nº 7) y un disco de ruptura (Nº 24).

- Sistema de Vacío: por cualquier causa en una sobre - presión interna por pérdida de vacío, etc. existe una válvula de seguridad de 4" que permite un desahogo total del tanque. Sistema compuesto por una válvula de ruptura (Nº 20).¹³
- Sistema de Medición de Nivel: Es el sistema que permite medir el volumen de líquido existente en el tanque, efectuándose esto por un indicador de nivel diferencial calibrado en litros y los líquidos en el punto normal de ebullición. Este sistema está compuesto por una válvula de distribución de cuatro vías (Nº 16) y un indicador de nivel (Nº 14) con un manómetro de presión (nº 13) que indica la presión interna del tanque.
- Sistema de Descarga de Líquido al Cliente: Es el sistema que permite la salida de líquido al cliente, dependiendo de los requerimientos de este, será líquido o gas, se instalará un vaporizador (gas) de acuerdo a la capacidad requerida. Este sistema está compuesto por una válvula de compuerta criogénica (Nº 4).
- Sistema de Venteo: Este sistema es el que permite aliviar la presión del tanque en cualquier momento, hasta el punto de llevarla a 0 (cero) psig. Sistema compuesto por una válvula de compuerta criogénica (Nº 5).

¹³ http://www.oxicar.net/productos_tanques_sistemas.htm

- Sistema de Máximo Nivel: Este sistema permite la visualización el llenado, cuando el tanque ha alcanzado su máximo nivel. Además, sirve de seguridad ya que se puede controlar el nivel, no sobrepasando la capacidad criogénica del tanque. Sistema compuesto por una válvula de bola (Nº 17).
- Sistema de Vacío: Este sistema permite medir y efectuar el vacío al tanque. Está compuesto por una válvula para hacer vacío (Nº 18) y una válvula para medición (Nº 14).¹⁴

1.4.2 Funcionamiento de estación criogénica

Para realizar el suministro de nitrógeno gaseoso desde la estación criogénica se procede de la siguiente forma. El nitrógeno se almacena en tanques criogénicos provistos de alto vacío y un material aislante de la temperatura ambiente, lo cual permite mantener en estado líquido a determinada presión y temperatura. Este se gasifica por medio de vaporizadores ambientales.

1.4.2.1 Medidas de control por activación del sistema de seguridad

Las válvulas de seguridad actúan cuando la presión del tanque supera los 250 psi, llamar a la línea gratuita de información.

¹⁴ http://www.oxicar.net/productos_tanques_sistemas.htm

Figura 8. Servicio de emergencia



Fuente: Cryogas

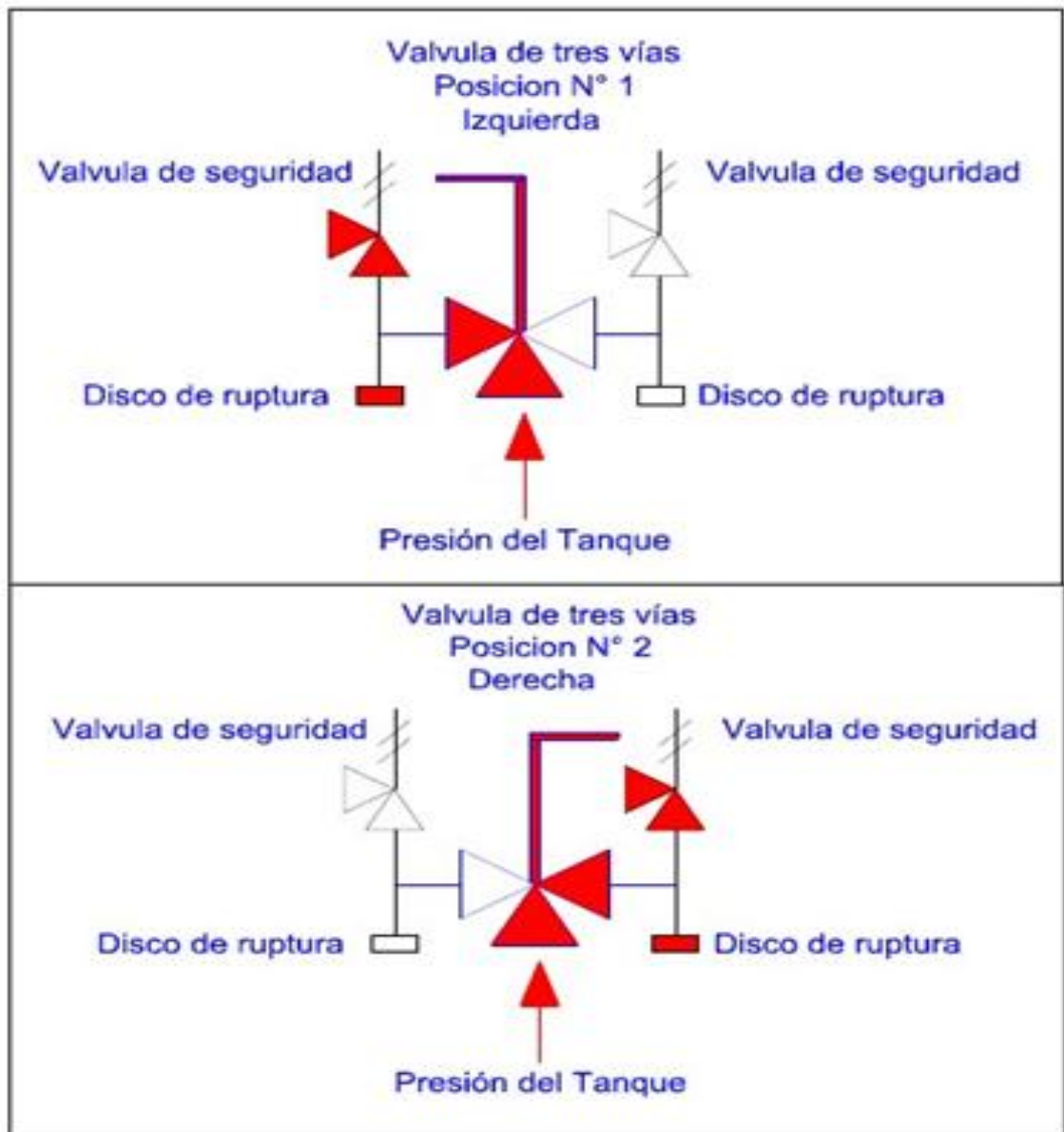
Deje que la presión del tanque baje a menos de 200 psig, controlando la lectura de esta presión en el manómetro instalado junto al indicador de nivel, la válvula debe cerrar automáticamente es decir el flujo de gas se detiene. Recuerde que esta es un dispositivo de seguridad que está actuando porque la presión llevo a su set Pont. Esta acción no implica una condición de riesgo. El técnico que asistirá vera la razón del aumento de presión.¹⁵

Si la válvula de seguridad no cierra (no se detiene el flujo), después que la presión descendió a menos de 200 psig, cambie de posición la palanca de la válvula de tres vías. La válvula de tres vías, comunica la presión del tanque al sistema de seguridad. Cuando la palanca está en la posición tope hacia la izquierda comunica la presión al set de ese lado y deja cerrado el paso de flujo hacia el lado derecho. Lo mismo ocurre en la posición hacia la derecha.

No se debe dejar en la posición central o intermedia, ya que cada set debe operar en forma independiente.

¹⁵ **GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA.** Introducción a las Unidades de Separación de Aire. Bogotá: CRYOGAS, 2011.

Figura 9. Operación válvulas de Seguridad Tanques



Fuente: Cryogas

Si la presión del tanque aumentara bruscamente por efecto de una sobrecarga de nivel o las válvulas de seguridad no actuaran, los discos de ruptura instalados con cada una de las válvulas de seguridad, se activarán, liberando la presión a 350 PSIG.

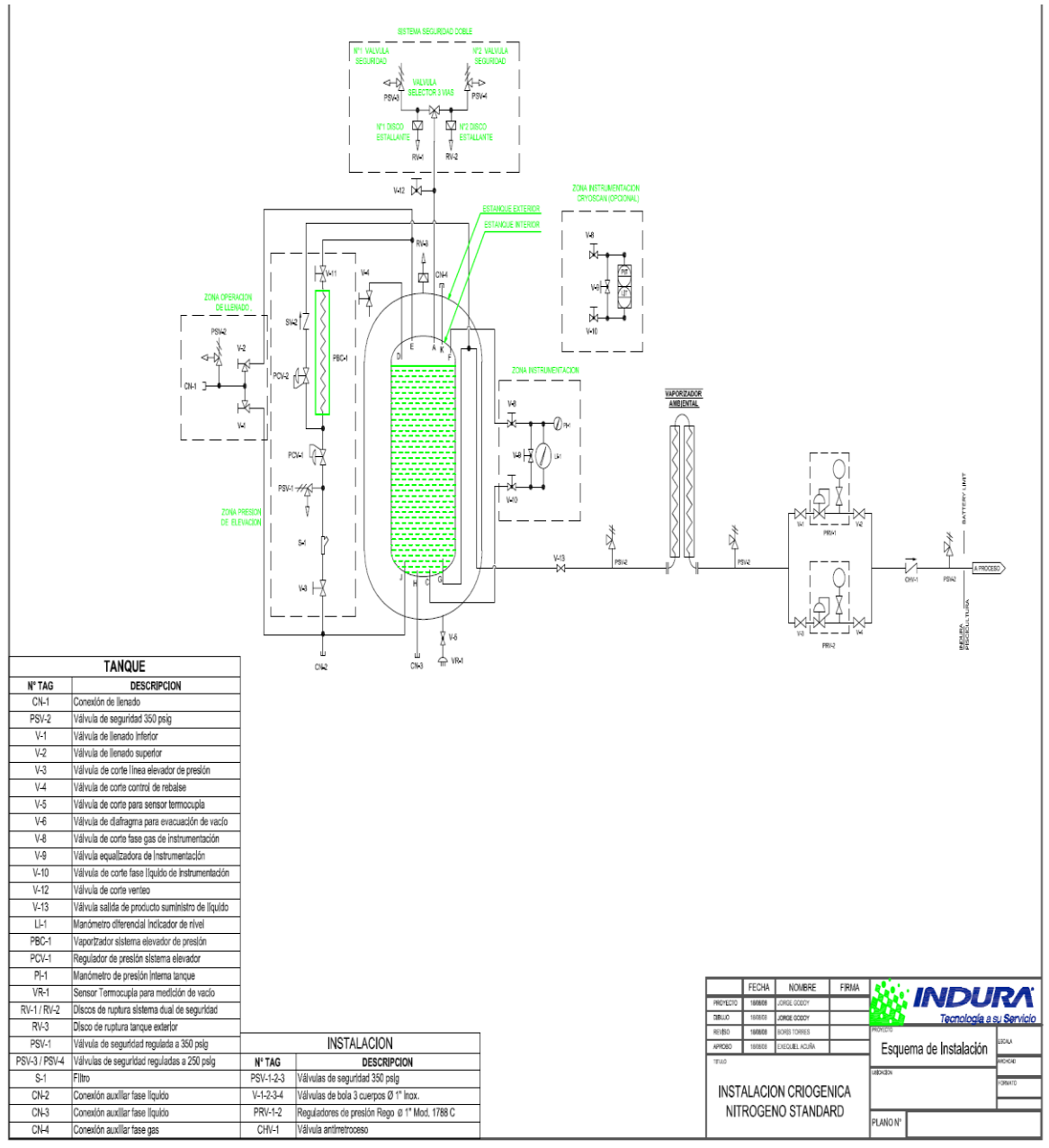
Esta situación obliga a cambiar de posición la palanca de la válvula de tres vías del sistema de seguridad.¹⁶

Nota: Antes de manipular la palanca verifique que la presión del tanque este bajo los 200 psig, descongele la válvula de seguridad y disco de ruptura si lo requiere, esto es importante debido a que si el disco a seleccionar está congelado podría romperse con una menor presión y se perdería el último dispositivo que retiene la presión del tanque. Una vez cambiada de posición la palanca de la válvula de tres vías la presión del tanque debe mantenerse estable.¹⁷

¹⁶ **GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA.** Introducción a las Unidades de Separación de Aire. Bogotá: CRYOGAS, 2011.

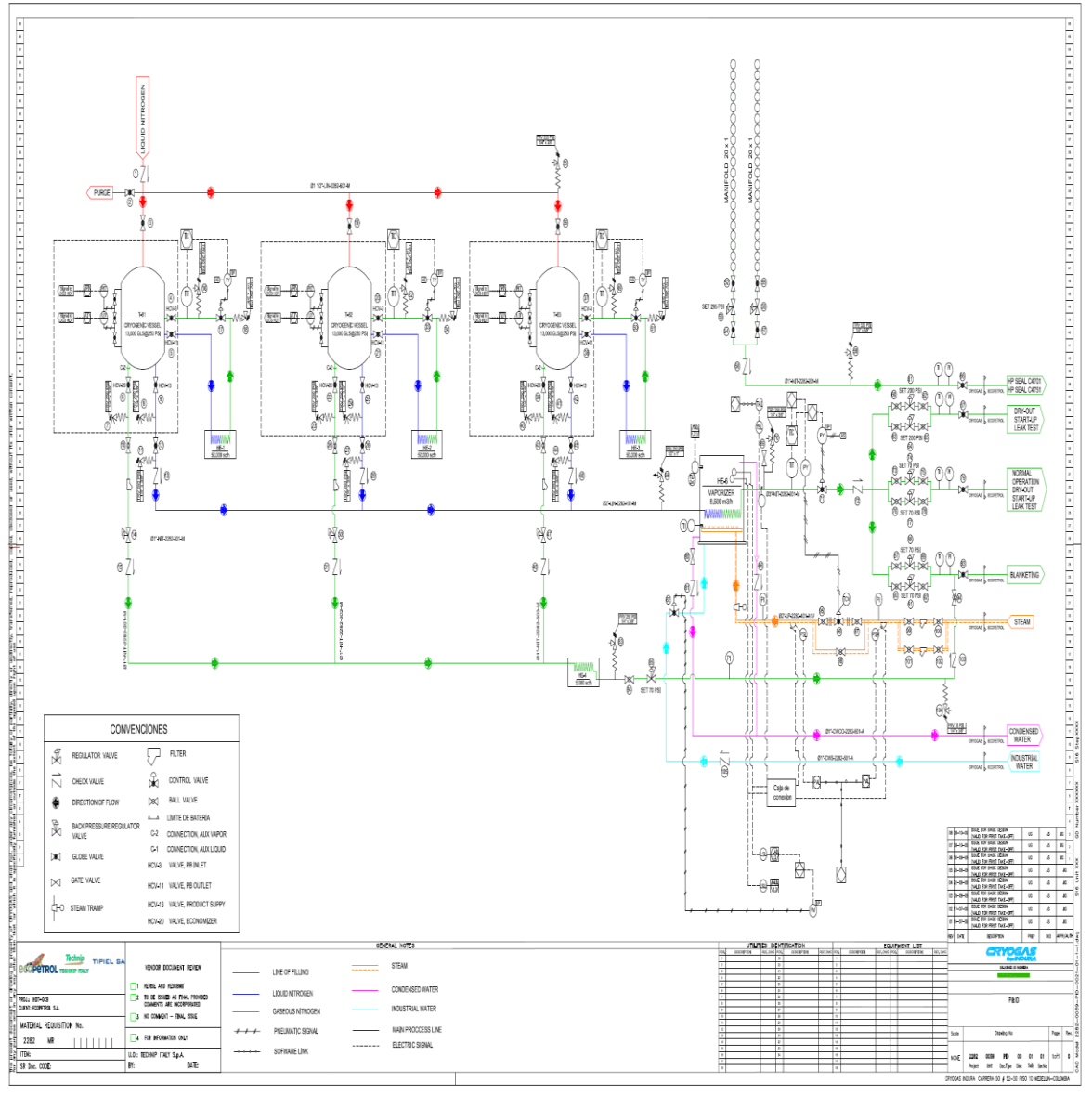
¹⁷ **GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA.** Introducción a las Unidades de Separación de Aire. Bogotá: CRYOGAS, 2011. Este documento plantea conceptos acerca de las Plantas y Unidades de Separación de Aire, que se exponen a continuación.

Figura 10. Diagrama de Estación Criogénica



Fuente. Gases Industriales de Colombia CRYOGAS.

Figura 11. Diagrama Estación Criogénica de HDT



Fuente. Cryogas

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los Equipos criogénicos de HDT CRYOGAS ubicados en la refinería de Barrancabermeja, proveen de nitrógeno gaseoso a los distintos procesos y equipos de la planta de Hidro-Tratamiento (diesel, hidrogeno y gasolina como son los Compresores, Catalizadores y la Instrumentación). El proceso de obtención del Nitrógeno se realiza en plantas criogénicas en las ciudades de Barbosa (Antioquia) y Sibaté (Cundinamarca), donde la materia prima es el aire, compuesto de un 78% de Nitrógeno, 20,9% de Oxígeno y 0,9% de Argón, y trazas de otros gases no extraíbles como Helio, CO₂, Neón, Xenón e Hidrocarburos; Aire el cual se somete a un proceso de destilación fraccionada, donde se obtiene el Oxígeno, Nitrógeno y argón en estado Líquido, con un grado de pureza por encima del 99,5% para el O₂ y del 99,9999% para del Nitrógeno y Argón. El nitrógeno es transportado en forma líquida a una temperatura de -196°C aprovechando la propiedad de relación volumétrica que es de 640:1, lo que permite su transporte y almacenamiento en grandes volúmenes de gas en espacio reducido.

Foto 3. Panorámica de la Planta de HDT-CRYOGAS



Fuente: Cryogas

El producto recibido en forma líquida es almacenado en los tanques criogénicos ubicados en el área de HDT; posteriormente se realiza un proceso de gasificación del producto que se encuentra en estado líquido por medio del intercambio de temperatura en un sistema que utiliza vapor.

Los sistemas de suministro de Nitrógeno de esta planta llevan 1 año en operación con equipos nuevos y aun no se le ha generado un programa formal de Mantenimiento, el cual se hace necesario debido a las condiciones operacionales y ambientales de la zona donde se encuentra ubicada la planta, al igual que la confiabilidad requerida por el cliente para mantener los equipos operativamente disponibles y con las eficiencias exigidas ECOPETROL.

2.1 JUSTIFICACIÓN

Debido al reciente montaje del área de equipos criogénicos “HDT-CRYOGAS”, no contamos con un plan de mantenimiento preventivo establecido, que facilite asegurar la confiabilidad operacional que optimice la gestión del mantenimiento y disminuya las pérdidas económicas generadas por las paradas no programadas.

CRYOGAS S.A. invierte una gran cantidad de recursos económicos y humanos en mantenimientos no programados, cuyo costo-beneficio no son los esperados, con el fin de asegurar el suministro de productos a “ECOPETROL”. Por esta razón se debe implementar un programa de mantenimiento preventivo para obtener toda la información necesaria que sirvan como herramienta de mejora continua, garantizando la eficiencia, disponibilidad, calidad y confiabilidad de los equipos indispensables en el proceso de suministro de Nitrógeno gaseoso de dicha planta, con el fin de evitar fallas imprevistas, reducir tiempo promedio entre fallas que pueden ocasionar pérdidas económicas en el cliente.

El proyecto estará enfocado a el mantenimiento preventivo como base estructural de un plan organizado que generara las pautas para el desarrollo de un programa completo de mantenimiento (Predictivo, Preventivo y Correctivo).

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un modelo gerencial para la gestión del mantenimiento preventivo en el área de equipos criogénicos HDT CRYOGAS en la refinería de Barrancabermeja, que permita una alta confiabilidad, aumentando la eficiencia del suministro de nitrógeno a las plantas de Hidro-Tratamiento.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar las Hojas de vida de cada Equipo, realizando recolección de datos en campo y verificando las fichas técnicas que faciliten los proveedores.
- Plantear y programar las rutinas de mantenimiento preventivo, con sus frecuencias y alcances, para conocer los períodos exactos de intervención de los equipos, minimizando tiempos muertos en el proceso.
- Crear un sistema de información “base de datos” con las hojas de vida de cada uno de los equipos de la planta que permita llevar un registro y trazabilidad de cada actividad de mantenimiento realizada.
- Adecuar los procedimientos e instructivos de las actividades más comunes de mantenimiento, con los que se logre asegurar la calidad de todo lo ejecutado.

- Identificar los repuestos críticos y de mayor rotación, con el propósito de organizar un inventario efectivo, dando solución oportuna a los requerimientos de los equipos.
- Establecer un programa de capacitación al personal sobre mejoras técnicas e importancia de un buen manejo del plan de mantenimiento preventivo.
- Implementar indicadores de gestión que permitan medir los resultados de las actividades de mantenimiento realizadas en el área, buscando oportunidades de mejora.

2.3 METODOLOGIA

La investigación se realizara a un nivel descriptivo, Se plantea como estrategia la recopilación de información a través de consultas bibliográficas especializadas, consultas en foros, manual, instructivos, procedimientos y documentación en general, además de la observación de las actividades de mantenimiento, con visitas a campo y supervisión de trabajos.

2.3.1 Proceso de la investigación

2.3.1.1 PRIMERA FASE: Análisis de la situación actual de los equipos

Se realizara una revisión bibliográfica de la información y diferentes programas gerenciales de mantenimiento preventivo, que permitan la documentación y desarrollo del modelo. Se estudiara la información existente en la compañía: (Manuales de Fabricantes) y actividades de mantenimiento realizadas, con el fin de desarrollar un programa estructurado acorde con las necesidades de los equipos del área criogénica.

2.3.1.2 SEGUNDA FASE: Desarrollo del modelo gerencial

Con la información obtenida de la fase de investigación, se procede a formar la base de datos, hoja de vida de los equipos y el almacén de repuestos de críticos, con el fin de mejorar las rutinas de mantenimiento, manuales, procedimientos e instructivos de cada equipo para el desarrollo del modelo.

2.3.1.3 TERCERA FASE: Estrategias para la implementación

Definir responsables de las actividades y tareas de mantenimiento, en los niveles de ejecución, supervisión y dirección, formular los indicadores de gestión que permitan medir el cumplimiento de los objetivos trazados, y verificar que las capacitaciones al personal de mantenimiento se programen de acuerdo a las necesidades.

3. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

3.1 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

La historia de mantenimiento acompaña el desarrollo Técnico –Industrial de la humanidad. Al final del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación o producción, con el advenimiento de la primera guerra mundial y la implantación de la producción en serie, fue instituida por la compañía Ford- Motor Compañía, fabricante de vehículos, las fabricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sentir la necesidad de crear equipos de que pudieran efectuar el mantenimiento de las máquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocida como mantenimiento correctivo. Esta situación mantuvo hasta la década del año 30, cuando en función de la segunda guerra mundial, y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, la alta administración industrial se preocupó, no solo en corregir las fallas, sino evitar que esto ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento, para desarrollar el proceso de mantenimiento preventivo, de las averías, que juntamente, con la corrosión, completaban el cuadro general de mantenimiento como de la operación o producción. Por el año de 1950, se observó que en muchos casos el tiempo de paradas de la producción para diagnosticar fallas, eran mayor que la ejecución, de la reparación, el da lugar a seleccionar un equipo de especialistas para componer un órgano de asesoramiento a la producción que se llamó ingeniería de mantenimiento.

A partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas al final del periodo anterior, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento, pasa a

desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas visando la optimización de la actuación de los equipos de ejecución de mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento PREDICTIVO O PREVISIVO, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. Como así también hay otros tipos de mantenimiento, de precisión, mantenimiento clase mundial (proactivo) y hoy mejora continua.

La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones.

Figura 12. Generaciones del mantenimiento

PRIMERA GENERACIÓN	SEGUNDA GENERACIÓN	TERCERA GENERACIÓN	CUARTA GENERACIÓN
•Corrección momentánea o definitiva	•Planificado	•Integración de producción y mantenimiento	•Relacionado con el mundo
•Correctivo	•Preventivo •Predictivo •Modificativo	•Productivo Total •Centrado en confiabilidad •Combinado •Reactivo •Orientado a resultados •Clase mundial •Proactivo	Centrado: • habilidades y competencias • Cliente y el servicio • Eliminación de defectos • Gestión de Activos o Terotecnológico

Las operaciones de mantenimiento tienen lugar frente a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error de sistema, maquinaria o equipo. Existe además una necesidad de optimizar el rendimiento de las unidades y componentes industriales (mecánicos, eléctricos y electrónicos), de los procesos dentro de las instalaciones de una planta industrial. El objetivo buscado por el mantenimiento es contar con instalaciones óptimas condiciones en otro momento, para asegurar una disponibilidad total del sistema en todo su rango de performance, lo cual está basado en la carencia de errores y fallas.

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo, de las maquinas operando bajo las mejores condiciones técnicas, sin importar las condiciones externas, (ruido, polvo, humedad y calor), del ambiente al cual este sometido el sistema. El mantenimiento además debe estar destinado para:

- Optimizar la producción del sistema
- Reducir los costos por averías
- Disminuir el gasto por nuevos equipos
- Maximizar la vida útil de los equipos

Los procedimientos de mantenimiento deben evitar las fallas, por cuanto una falla se define como la capacidad para desarrollar un trabajo en forma adecuada o simplemente no desarrollarlo. Un equipo puede estar "fallando" pero no estar malogrado, puesto que sigue realizando sus tareas productivas, pero no las realiza con el mismo desempeño que un equipo en óptimas condiciones. En cambio un equipo malogrado o averiado no podrá desarrollar faenas bajo ninguna circunstancia. Además el costo que implica la gestión y el desarrollo del mantenimiento no debe ser exagerado, más bien debe estar acorde con los objetivos propios el mantenimiento, pero sin denotar por ejemplo, un costo superior al que implicaría el reemplazo por maquinaria nueva.

Entre los factores de costo tendríamos: mano de obra, costo de materiales, repuestos, piezas nuevas, energía, combustible, perdidas por la no producción. Inevitablemente todo equipo, maquinaria, instrumento, o edificación se va a deteriorar por el paso del tiempo. Una medida útil para aproximar el costo del desarrollo del mantenimiento está dada por la siguiente expresión:

$$\frac{\text{COSTOS DE MANTENIMIENTO NETOS}}{\text{ACTIVOS FIJOS MANTENIBLES \$}} * 100$$

Donde el costo de mantenimiento está dado por el valor en dinero gastado en las operaciones desarrolladas, y los activos fijos mantenerles son aquellos equipos, maquinaria, y construcciones revaluadas a precios corrientes y correspondientes depreciados.

El momento ideal para llevar a cabo puede ser determinado desde muchos puntos de vista, a los cuales les va a corresponder un determinado tipo de mantenimiento; teóricamente existe la llamada “curva de falla”, la cual indica la probabilidad de la ocurrencia de fallas y averías para determinadas etapas de operación de la planta en función del factor tiempo. Así tenemos:

- Riesgo elevado en la etapa de implementación de la planta y puesta en marcha de los equipos.
- Riesgo bajo en la etapa de operación de la planta (siempre que los equipos reciban los cuidados y reparaciones adecuadas)

- Riesgo elevado en la etapa de operación de la planta luego que ha cumplido el ciclo de vida de los equipos (los cuales si reciben un óptimo mantenimiento podrían operar sin la presencia de fallas).

Figura 13. Curva de falla en los equipos productivos

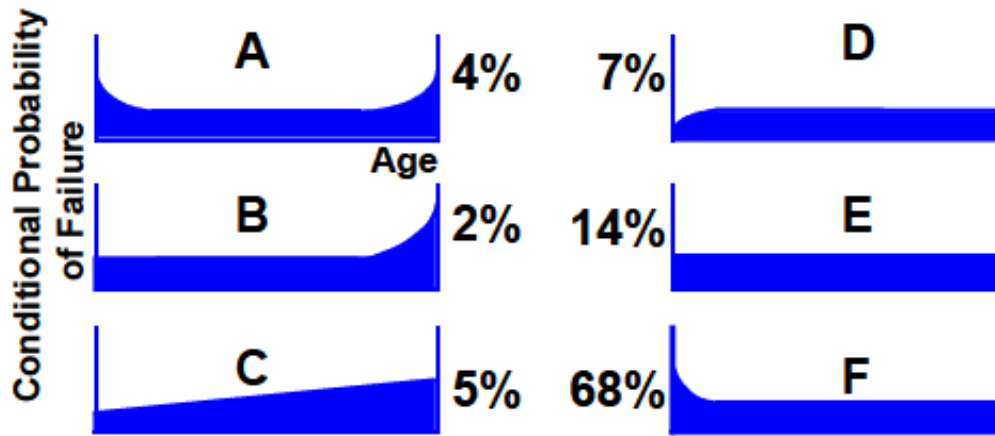
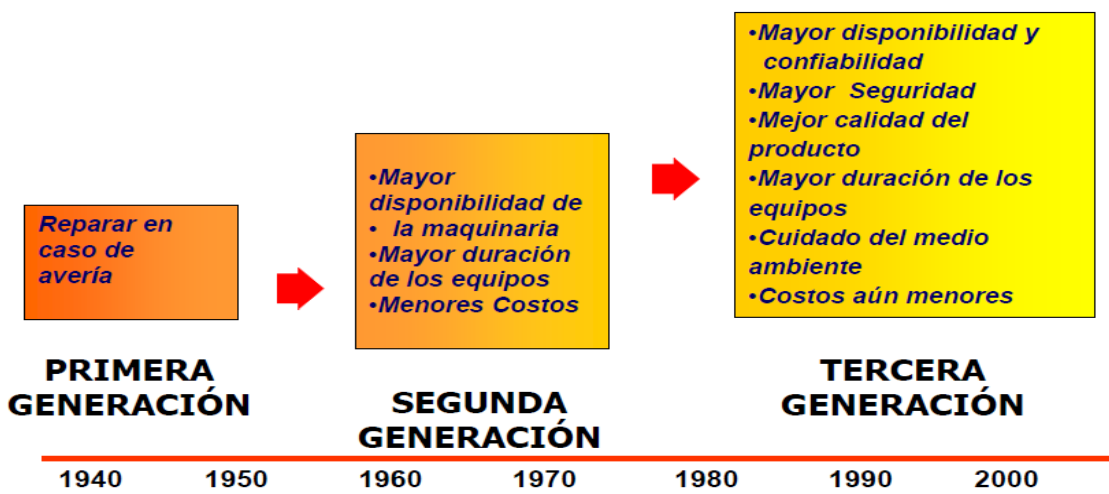


Figura 14. Evolución de las expectativas del mantenimiento



Rcm II, John Mubray

3.2 TEORÍA DEL MANTENIMIENTO

Entendemos por Gestión del Mantenimiento, la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento, con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico¹⁸.

La selección de un modo de gestión de mantenimiento se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa; existen suficientes diferencias y alternativas entre las diferentes opciones. La escogencia individual del modo de gestión del mantenimiento es indiferente del momento y estado que viva la empresa, puede llegar a ser uno de los grandes pecados estratégicos que conduzcan a resultados deficientes de mantenimiento en el mediano o largo plazo.

Se debe proceder con un diagnóstico inicial integral, tener muy claro con qué instrumentos se cuenta y cuáles faltan por desarrollar; en especial tener un panorama claro de la ubicación física de los equipos relevantes y/o críticos con sus curvas de tasas de fallas, de tal forma que haya coherencia entre los estados de los equipos y el modo de gestión que se desea implementar. El comentario es que en parte la decisión debe partir de la premisa de la fase en que se encuentra en la curva de la bañera los equipos importantes, las unidades de producción y sobretodo la empresa en conjunto.

3.2.1 Mantenimiento correctivo

Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente.

¹⁸ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles a falla, a un diagnóstico acertado y rápido de las causas.

Esta forma de mantenimiento ocasiona grandes pérdidas por no tomar en cuenta los costos de producción generados por el paro imprevisto del equipo. El mantenimiento correctivo se justifica cuando el equipo no se halla en una línea de producción o punto crítico del proceso, no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.

Se llama Equipo Crítico al que:

- Su paro interrumpe el flujo normal de producción.
- Causa problemas ambientales o de seguridad.
- Desperdicia energía.
- Su paro ocasiona demoras en la entrega a los clientes.
- Es costoso de mantener.
- Requiere reparaciones frecuentes.
- Sus repuestos son difíciles de conseguir.

Por lo tanto, el simple hecho de que un equipo no sea catalogado como un equipo crítico según las anteriores consideraciones, es una justificación para aplicar el mantenimiento correctivo en este equipo. Sin embargo, estas justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro imprevisto de este equipo no ocasiona trastornos graves a la producción, ya que la consideración de crítico puede variar con el tiempo.

El mantenimiento correctivo no es puramente esperar a que un equipo falle para proceder a repararlo, tiene una connotación mucho más importante en el proceso

operativo del sistema de mantenimiento; es decir, cualquiera que sea el tipo de gestión siempre termina en el correctivo. En síntesis puede decirse que *“el mantenimiento correctivo puede ser planificado mediante acciones proactivas ó no planificado como solución a emergencias”*, este último es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuo que amenazan la producción.
- El lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.
- Se compromete la calidad del producto.

3.2.2 Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una Planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas¹⁹. Se pueden lograr bajos costos y un tiempo mínimo de parada con un balance apropiado entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

Puede prevenir que las fallas ocurran en mal momento, censar cuando la falla está próxima a ocurrir y repararla antes de que ocurra el daño.

“Cada vez que un equipo es intervenido, está expuesto a un daño potencial, es excesivamente costoso reemplazar componentes prematuramente”.

¹⁹ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 39.

Para lograr los plenos beneficios del mantenimiento preventivo, su programa mínimo se debe complementar con un buen análisis, planificación y programación de los trabajos, así como también se debe establecer una documentación operativa mínima y funcional. Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Usualmente se le asocia con una frecuencia determinada a la cual se realizan las inspecciones y actividades de mantenimiento. Existen tres razones para hacer mantenimiento preventivo:

- Prevenir las fallas.
- Detectar el comienzo de la falla.
- Descubrir una falla oculta.

Desafortunadamente, no es posible prevenir todas las fallas de los equipos, pero eso no significa que nuestra habilidad para realizar las tareas de mantenimiento preventivo deba terminar allí. Evitar que una pequeña avería se convierta en un daño mayor, puede hacerse por medio de la detección y prevención oportuna de la avería. La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo, consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, fisuras, etc., y registrar detalladamente las observaciones en documentos destinados para Tal fin. El intervalo de inspección debe estar basado en la estabilidad, el propósito y el grado de uso. Si los registros iniciales indican que el equipo permanece dentro de la precisión requerida en las calibraciones sucesivas, los intervalos se pueden

ampliar. Si por el contrario, el equipo requiere ajustes o reparaciones frecuentes, el intervalo se debe acortar.²⁰

Los registros del equipo proveen información para propósitos de otro mantenimiento preventivo. Toda orden de trabajo sobre un equipo se debe registrar en una base de datos donde se pueda buscar por equipo el historial de fallas y reparaciones, estos proveen información vital para el análisis de efectividad del sistema de mantenimiento.

Las partes esenciales que se deben incluir en un registro son:

- Número de identificación del equipo.
- Nombre del equipo.
- Producto/Grupo/Clase de equipo.
- Localización.
- Uso de lecturas de medida.
- Intervalos de mantenimiento.
- Uso por día.
- Ultimo mantenimiento preventivo vencido.
- Siguiete mantenimiento preventivo vencido.
- Tiempo del ciclo para mantenimiento preventivo.
- Oficios requeridos, número de personas y el tiempo para cada uno.
- Partes requeridas.

²⁰ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 39.

3.2.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros, para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en que período De tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para así poder planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente para que esa averiar nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.²¹

La predicción del comportamiento de los parámetros se hace a través de las ciencias: matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, invariables, bivariantes y multivariantes, etc. Una de las características más importantes de este tipo de acción de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal del equipo mientras se está aplicando²².

La inspección y evaluación de los parámetros se puede realizar en forma periódica o en forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de actividad, los tipos de falla por diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Algunas ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reduce el tiempo de parada al conocer exactamente qué componente es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.

²¹ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 39.

²² MORA G., Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios – Enfoque Sistemático Kantiano. Pág. 266.

- Realiza la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica cómo la que se hace de carácter eventual.
- Maneja y analiza un registro de información histórica vital, a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
- Define los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándares.
- Posibilita la toma de decisiones sobre la parada de un equipo en momentos críticos.
- Facilita la confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Provee el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Aplica el análisis estadístico del sistema.

El principal inconveniente del mantenimiento predictivo es de tipo económico. Para cada equipo es necesaria la instalación de equipos de medición de parámetros que puedan ser: presión, pérdidas de carga, caudales, consumos energéticos, caídas de temperatura, ruidos, vibraciones, agrietamientos, etc.

Las técnicas de Mantenimiento predictivo aplicables a la industria son:

- Inspección visual, acústica y al tacto de componentes
- Termo grafía
- Vibraciones
- Análisis de aceite

3.2.4 Mantenimiento Proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuara de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, las cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.²³

²³ MORA G., Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios – Enfoque Sistemático Kantiano. Pág. 266.

3.3.5 Nuevas filosofías de mantenimiento

3.3.5.1 Mantenimiento centrado en la confiabilidad

RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión de mantenimiento para desarrollar programas organizados, que se basan en la confiabilidad de los equipos en función del diseño y la construcción de los mismos. RCM asegura un programa efectivo de mantenimiento que se centra en la confiabilidad original inherente al equipo se mantenga. Es un proceso ubicado para decidir lo que debe hacerse y asegurarse de que cualquier activo, proceso o sistema continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga.²⁴

Lo que los usuarios esperan de sus activos, es definido en términos de parámetros principales de ejecución, tales como producción, información, velocidad, alcance y capacidad de transporte. Cuando es pertinente, el proceso RCM también define lo que los usuarios quieren en términos de riesgo (Seguridad, integridad ambiental) calidad (Exactitud, precisión, consistencia y estabilidad) control, comodidad, contención, economía, servicio al cliente entre otros.

El próximo paso RCM es identificar las formas en las cuales el sistema puede fallar en el cumplimiento de esas expectativas (estado de falla), seguido de por un FMEA (Failure Modes and Effects Análisis), (Análisis de los modos de falla y de los efectos) para identificar todos los eventos que razonablemente las probables causas de cada estado de falla. Finalmente, el proceso RCM busca identificar una propia política del manejo de fallas, para tratar cada modo de falla a la luz de

²⁴ MORA G., Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios – Enfoque Sistemático Kantiano. Pág. 266.

sus consecuencias y características técnicas. Las opciones de la política del manejo de fallas incluyen:²⁵

- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento preventivo
- Búsqueda de fallas
- Cambio del diseño o configuración del sistema
- Cambio de la forma en que es operado el sistema
- Operarlo para el falle.

El proceso RCM suministra normas poderosas para decidir si cualquier política de manejo de fallas es técnicamente apropiada. También suministra criterios preciosos para decidir qué tan a menudo se deben realizar las tareas rutinarias. El RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión de mantenimiento para desarrollar programas organizados, que se basan en la confiabilidad de los equipos en función del diseño y la construcción de los mismos. RCM asegura un programa efectivo de mantenimiento que se centra en la confiabilidad original inherente el equipo se mantenga.

El fuerte énfasis sobre las expectativas del usuario es una de las muchas características del RCM, que lo distinguen de las interpretaciones de otros menos rigurosos de la filosofía RCM. Otra fortaleza es los usos de los grupos de análisis RCM de funcionabilidad cruzada de usuarios y personal de mantenimiento para aplicar el proceso.

²⁵ Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM). Ing. Cesar Augusto Cárdenas.

Con una cuidadosa capacitación, tales grupos son capaces de usar RCM para producir extraordinarios programas de mantenimiento con costos efectivos, aun en situaciones donde ellos tienen todo o ningún acceso a la información histórica.

La rigurosa aplicación del RCM transforma completamente la opinión que cualquier organización tiene de sus activos físicos. No solo revoluciona opiniones acerca del mantenimiento sino también conduce aun más amplio y más profundo conocimiento acerca de la forma cómo funcionan las cosas.²⁶

Desde el punto de vista de los negocios para los cuales el activo sirve, estos cambios son profundos y muy importantes. Ello significa que los activos se hacen más confiables porque son mantenidos en mejor forma, y los operarios probablemente harán menos cosas que ocasionen fallas en los activos.

Una mejor comprensión de cómo funcionan los sistemas significa que los operarios están en capacidad de reaccionar rápida y confiada, correctamente, cuando las cosas funcionan mal, capacidad muy valiosa, especialmente en instalaciones montadas de forma compleja, peligrosa y riesgosa.

En todos los casos las personas que viven con la operación de los equipos diariamente son una valiosa fuente de información, ello lleva a la conclusión de que ambos puntos de vista- validez técnica y desarrollo de capacidad – es un error no involucrar a las personas con los activos directamente en la aplicación del proceso RCM.

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?

²⁶ Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM). Ing. Cesar Augusto Cárdenas.

- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
 - ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
 - ¿En qué sentido es importante cada falla?
 - ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
 - ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?
- **APLICACIÓN RCM**

Existen varios procedimientos de orden universal que plantean las normas y las reglas que rigen la implementación del RCM, en si son procedimientos parecidos, algunos con mayor validez o no, pero en el fondo apuntan a propósitos generales comunes.²⁷

3.2.5.2 Mantenimiento productivo total TPM

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente paso a formar parte de la cultura corporativa de las empresas y de sus suministradoras y filiales.

También las industrias de proceso partiendo de sus experiencias en mantenimiento preventivo empezaron a implantar el TPM. En los últimos años un número creciente de plantas de la industria de la alimentación, caucho, refinerías de petróleo, químicas, farmacéuticas, gas, cemento, papeleras, siderurgia e impresión etc. Han incurrido en esta nueva tendencia a fin de satisfacer una cultura organizacional que permitiera encarar los procesos productivos de forma sistémica y ordenada.

Inicialmente las actividades del TPM se limitaron a los departamentos directamente relacionados con los equipos sin embargo actualmente los

²⁷ Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM). Ing. Cesar Augusto Cárdenas

departamentos administrativos y de apoyo, a la vez que apoyan activamente al TPM en la producción, lo aplican también para mejorar la eficiencia de sus propias actividades. Los métodos de mejora TPM se estas aplicando también en los departamentos de desarrollo y ventas²⁸

Esta última sub- tendencia subraya la creciente importancia de considerar desde la fase inicial del desarrollo no solo los procesos y equipos de producción sino también productos, con el objetivo de simplificar la producción, mejorar el aseguramiento de la calidad, la eficiencia y reducir el periodo de arranque de una nueva producción.

Estos temas son de particular importancia en las industrias de proceso de hoy, con forma continua la diversificación de los productos y se van acortando los ciclos de vida de los mismos.²⁹

Hay tres razones principales por las que el TPM se ha difundido tan rápidamente en la industria de procesos: Garantiza drásticos resultados, transforma visiblemente los lugares de trabajo y eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores tanto de producción como de mantenimiento.³⁰

Como las actividades del TPM fueron contempladas primeramente en el entorno de los departamentos de producción, se definió originalmente por el Instituto Japonés de Mantenimiento de plantas (JIPM) incluyendo las siguientes cinco estrategias:

- a. Maximizar la eficiencia global que cubra la vida entera del equipo

²⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total

²⁹ <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>

³⁰ <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>

- b. Establecer un sistema de mantenimiento preventivo global que cubra la vida entera del equipo
- c. Involucrar a todos los departamentos para que planifiquen, usen y mantengan los equipos productivos
- d. Involucrar a todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios directos
- e. Promover el mantenimiento preventivo motivando a todo el personal a través de las actividades de los pequeños grupos autónomos.

Sin embargo el TPM se aplica por toda la empresa abarcando inclusive los departamentos de desarrollo del producto así como los administrativos.³¹

El TPM se implanta normalmente en cuatro fases (preparación, introducción, implementación y consolidación) que puede descomponerse en 12 pasos.

Tabla 4. Los doce pasos del programa TPM

FAS E	PASO	PUNTO CLAVE
1	1. Anuncio formal de la decisión de introducir TPM	la introducción anuncia su decisión y el programa de introducción del TPM en una reunión inema, publicidad en revista de la empresa etc.
	2. Educación de TPM introductoria y campaña de publicidad	a. Dirección superior: Grupos de formación para niveles específicos de dirección. b. Empleados: Cursos, diapositivas, ejemplos etc.
	3. Crear una organización para promoción interna del TPM	a. Comité de dirección y subcomités especializados b. oficina de proposición del TPM
	4. Establecer los objetivos y políticas básicas del TPM	a. Establecer líneas de actuación estrategia y objetivos b. Prever efectos
	5. Diseñar un plan maestro para implementar el TPM	Desde la fase de preparación hasta la postulación para el premio PM
	6. Introducción y lanzamiento del proyecto	Invitar a clientes, filiales y subcontratistas

³¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total

2	empresarial TPM	
3	7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficiencia de la producción	Perseguir hasta el final la eficiencia global de la planta
	7.1 Realizar actividades centradas en la mejora	Actividades de equipo de proyectos y de pequeños grupos en puntos de trabajo
	7.2 Establecer y desplegar programa de mantenimiento autónomo	Proceder paso a paso, con auditorias y certificando la superación de cada paso
	7.3 Implantar un programa de mantenimiento planeado	Ciclo proactivo y reactivo
	7.4 Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctos	Educación de líderes de grupos que después forman a sus miembros
	8. Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos	Desarrollar productos y equipos fáciles de usar y mantener
	9. Crear un sistema de mantenimiento y calidad	Establecer, mantener y controlar las condiciones para el cero defectos
	10. Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz: TPM en departamentos indirectos	a. Incrementar la eficacia de los departamentos de apoyo a producción. b. Mejorar y agilizar las funciones administrativas y el entorno de las oficinas
	11. Desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y medio ambiente	Entorno libre de accidente y polución.

4. PROPUESTA DEL MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

4.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

Con el fin de lograr un mejoramiento continuo en sus procesos y mantener una disponibilidad operacional alta en cada uno de sus equipos, CRYOGAS, se ha comprometido con la adquisición de herramientas automáticas que se convierten en parte fundamental para lograr mayores índices de productividad y reducción de costos por mantenimientos no planeados, este tipos de equipos por su operación exigen un programa de mantenimiento riguroso que garantice alcanzar las metas propuestas con cada indicador de gestión de sostenibilidad de los equipos, ya que cualquier fallo conlleva a paros constantes ocasionando grandes pérdidas económicas para la empresa.

En la actualidad el área de tanques criogénicos de HDT no cuenta con un sistema de administración que incluya planeación, programación y ejecución de las actividades del mantenimiento. La planeación del mantenimiento se realiza de acuerdo al programa general del país para el mantenimiento de tanques estacionarios y teniendo en cuenta el mantenimiento periódico que corresponde a cada uno de los equipos según el catalogo del fabricante.

Algunas de las falencias detectadas en el mantenimiento no planeado:

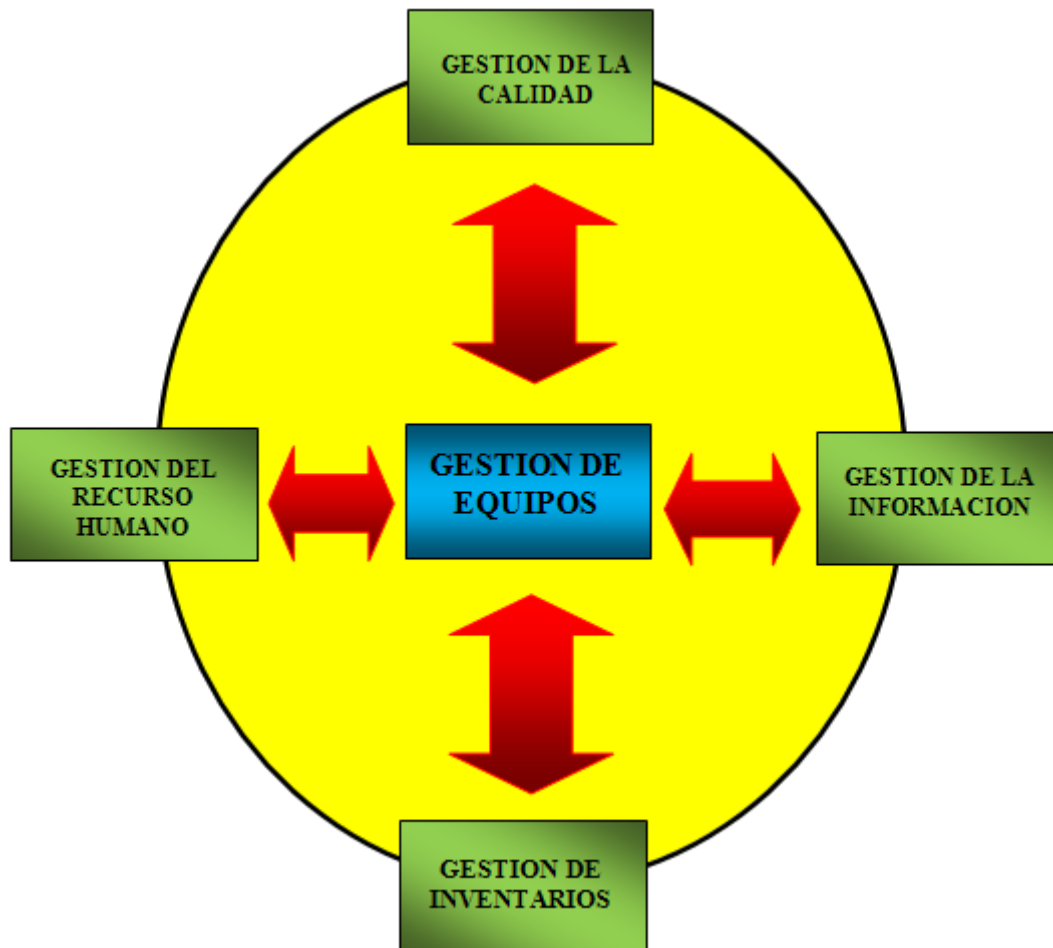
- El mantenimiento ejecutado es en gran parte repetitivo, realizado por experiencia individual. No se efectúa una inspección adecuada de los equipos en operación.
- No todos los equipos están integrados dentro del programa de mantenimiento general del país, se pasan equipos por alto, incrementando el número de fallas imprevistas.

- La información técnica de los equipos se encuentra dispersa, ocasionando consecuencias fatales al momento de realizar un buen mantenimiento, ya que por falta de conocimiento en el funcionamiento de los equipos se omiten recomendaciones del fabricante para mejorar la operación de los equipos.
- No se adelantan actividades de diagnóstico y evaluación de los equipos, donde se identifiquen sus condiciones de operación y su influencia dentro del proceso productivo, esto indica que no se cuenta con la base para generar un programa de mantenimiento estructurado que evite las paradas innecesarias que ocasionan un traumatismo en la actividad productiva de los equipos criogénicos de HDT.

4.2 ESTRUCTURA DEL MODELO GERENCIAL

Se propone el siguiente modelo gerencial de mantenimiento para los equipos de Cryogas en la refinería, el modelo incluye en la base fundamental del mantenimiento, a la gestión de los equipos como eje principal, a la gestión del recurso humano, a la gestión de información, a la gestión de la calidad y la gestión de inventarios como sistemas que lo acompañan y que interactúan entre ellos, la modificación de uno de estos afecta el sistema completo, estos sistemas hacen que la gestión de mantenimiento de la empresa empiece a ser más ordenada, eficiente, segura y competitiva.

Figura 15. Estructura del modelo gerencial



Planteado es modelo y conocido cada uno de los sistemas (equipos, recurso humano, inventarios, calidad, información) y la forma en que están compuestos solo queda trabajar en ellos, para que la gestión del mantenimiento de la empresa mejore, y alcance un nivel superior en manejo del mantenimiento.

4.2.1 Beneficios del modelo gerencial

Acciones de mejoramiento orientadas a una mejor eficacia y eficiencia en las tareas de mantenimiento

Una visión del horizonte del mantenimiento al interior de la empresa, con apoyo y visión de la gerencia.

Incremento en el índice de efectividad en el manejo de los recursos, uso apropiado del tiempo, administración correcta de las actividades y control adecuado de los costos de mantenimiento.

- Planeación y programación efectiva.
- Gestión efectiva de repuesto e inventarios
- Reducción de averías
- Mejora en la calidad del servicio de mantenimiento
- Integración en el manejo de la información
- Mejora ambiente laboral
- Personal más capacitado en las labores.
- Niveles de aumento de la operación

4.2.2 Plan estratégico

La aplicación de un modelo gerencial de mantenimiento deberá llevar una planeación adecuada y acorde con los objetivos de la empresa, por esto se deberá implementar un plan de desarrollo o estratégico que nos de la ruta para la consecución de las metas señaladas. El plan estratégico documenta la posición propuesta, proporciona una visión futura e identifica un conjunto de estrategias y proyectos detallados para la consecución de la visión futura.

El adecuado plan estratégico permitirá establecer nuevas tácticas orientadas a planes de mejoramiento para el área de mantenimiento. Aquí solo esbozaremos el plan estratégico de mantenimiento que en comunión con el modelo deberá trazar las rutas de mejora del modelo.

El modelo gerencial deberá tener un desarrollo continuo, en donde el plan se mostrara las pautas a seguir para la evolución y mejora del modelo.

Figura 16. Ciclos de tareas del plan estratégico de mantenimiento



Fuente: Deming, 1998

Este ciclo no muestra como toda tarea o actividad de mantenimiento debe ser planeada antes de ser ejecutada o realizada, además cada una debe tener controles claros con los que garanticemos la realización de la tarea, actuar y se ve que en los controles las actividades no son desarrolladas de buena forma, cada etapa de estar dispuesta a mejorar, estos ciclos deberán aplicarse tanto el nivel gerencial, táctico como en el operativo. Esta estrategia debe estar alineada con la visión, misión y objetivos de la empresa.

4.2.3 El plan estratégico comprende

- Codificación de los equipos involucrados
- Selección de los equipos críticos
- El desarrollo técnico del plan de mantenimiento de los equipos

- Plan de trabajo para llevar a cabo todas las acciones seleccionadas en un periodo determinado

4.2.4 Actividades del plan estratégico

Establecer lineamientos orientados a definir un plan estratégico de desarrollo del mantenimiento, en el proceso operativo de la empresa.

Visar la función del mantenimiento de la empresa y proporcionar sugerencias sobre sistemas de mantenimiento prácticas y procedimientos puestos en marcha. Desarrollar el camino para ir logrando y mejorando una madurez organizacional de la función de mantenimiento, con el fin de obtener una verdadera gestión de mantenimiento y un desarrollo personal permanente.

4.3 GESTION DE EQUIPOS

4.3.1 Recopilación de la información

- El primer grupo está conformado por los tanques de almacenamiento de producto criogénico, diseñados para contener nitrógeno líquido a -196°C y cuentan con una serie de herramientas para el control e identificación del nivel y la presión del tanque.
- El segundo grupo es conformado por el vaporizador el cual por medio de vapor, agua y el producto que es nitrógeno líquido es quien realiza el trabajo de transferencia de energías para convertir el nitrógeno líquido en gaseoso y entregarlo al cliente a 10°C a 45°C , aproximadamente.

- Por último el grupo conformado por las líneas de proceso las cuales se encargan de llevar el producto al cliente y regularlo a la presión de operación de los equipos de ECOPEPETROL.

4.3.2 Descripción de los equipos

Tabla 5. Equipos de Tanque T-81, T -82 y T- 83

EQUIPO	HERRAMIENTA DE CONTROL	HERRAMIENTA DE INDICACION
TANQUE T-81	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de control de presión interna • Válvula de Entrega de producto • Válvulas de llenado (superior e Inferior) 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Nivel • Indicador de Presión
TANQUE T-82	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula d Válvula de control de presión interna • Válvula de Entrega de producto • Válvulas de llenado (superior e Inferior) 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Nivel • Indicador de Presión
TANQUE T-83	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula d Válvula de control de presión interna • Válvula de Entrega de producto • Válvulas de llenado (superior e Inferior) 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Nivel • Indicador de Presión

Tabla 6. Equipos de vaporación

EQUIPOS	HERRAMIENTA DE CONTROL	HERRAMIENTA DE INDICACION
VAPORIZADOR	<ul style="list-style-type: none"> • PLC'S Alambrotley 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Nivel (Alto y Bajo) • Indicador de Temperatura.
LINEA DE ENTREGA DE N2 GASEOSO	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de control Proporcional para la entrega de nitrógeno al cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Temperatura del Nitrógeno. • Indicador de la Presión de Entrega de Nitrógeno.
LINEA DE ENTRADA DE VAPOR DE 50 PSI	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de control proporcional de la línea de vapor de 50 PSI. • Trampa de vapor • Bypass de suministro • Filtros 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Temperatura del Vapor. • Indicador de presión del vapor.

Tabla 7. Equipos de línea de PSI

EQUIPOS	HERRAMIENTA DE CONTROL	HERRAMIENTA DE INDICACION
LINEA DE 70 PSI PARA INSTRUMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Reguladores de presión de 1 ½" para control de presión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de presión a la salida de los reguladores • Indicador de Temperatura.
LINEA DE BLANKETING 70 PSI	<ul style="list-style-type: none"> • Reguladores de presión de 1 ½" para control de presión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de presión a la salida de los reguladores • Indicador de Temperatura.
LINEA DE ALTA PRESION 200 PSI.	<ul style="list-style-type: none"> • Reguladores de presión de 3" para control de presión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de presión a la salida de los reguladores • Indicador de Temperatura.

4.3.3 Función principal y características técnicas de los equipos

En la operación diaria del área criogénica HDT, intervienen un número determinado de equipos (criogénicos), para garantizar el control de las diferentes variables entre las cuales se destacan el flujo, presión, temperatura, a continuación se detallaran los mismos con sus especificaciones.

Alguno de los equipos no cuentan con su respectiva ficha técnica, por consiguiente fue necesario realizar el levantamiento de la misma en campo.

4.3.3.1 Tanque criogénico de almacenamiento

Foto 4. Tanques Criogénicos HDT



Fuente CRYOGAS.

Función Principal: Almacenamiento de producto criogénico a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, para mantener el suministro de nitrógeno a los equipos de la planta HDT-ECOPETROL, Presión de Operación 220 y 238 PSI.

Tabla 8. Especificaciones Técnicas Tanque T-81.

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	MVE
MODELO	VCS-13000-NC-250-WOL
PESO	20,5 ton
DIMENSIONES DEL EQUIPO	12 mts alto - 3 mts diámetro
CAPACIDAD DEL EQUIPO	13000 GLS
S/N	348
MAX. PRESION DE TRABAJO	17.3 BAR

Tabla 9. Especificaciones Técnicas Tanque T-82.

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	INOX INDIA LTD
MODELO	V5318DC
PESO	21,2 TON
DIMENSIONES DEL EQUIPO	alto 11 mts diámetro - 3,31 mts
CAPACIDAD DEL EQUIPO	13000 GLS
S/N	2008/8021/2
MAX. PRESION DE TRABAJO	17.3 BAR

Tabla 10. Especificaciones Técnicas Tanque T-83.

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	INOX INDIA LTD
MODELO	V5318DC
PESO	21,2 TON
DIMENSIONES DEL EQUIPO	alto 11 mts diámetro - 3,31 mts
CAPACIDAD DEL EQUIPO	13000 GLS
S/N	2008/8021/2
MAX. PRESION DE TRABAJO	17.3 BAR

4.3.3.2 Evaporadores de incremento interno de presión

Foto 5. Evaporadores de Aletas.



Fuente CRYOGAS.

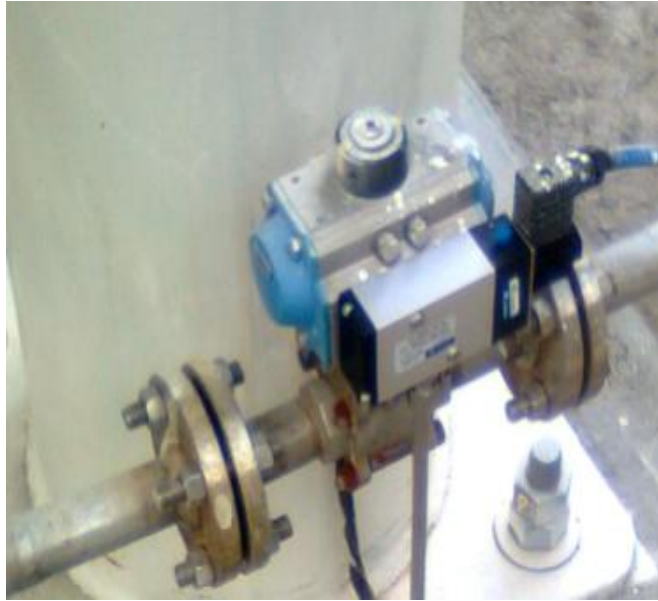
Función Principal: Realiza el intercambio de temperatura entre el medio ambiente y el producto criogénico, pasando de estado líquido a gaseoso, mantiene estable la presión de operación del equipo.

Tabla 11. Especificaciones Técnicas

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	CRYOQUIT
MODELO	HAI-812-F7
RATA DE FLUJO	50000 SCFH
PRESION DE TRABAJO	450 PSI
MATERIAL	ALUMINIO
DIMENSIONES	
S/N	

4.3.3.3 Válvula de control incremento de presión interna

Foto 6. Válvula de Incremento Interna de Presión



Fuente. CRYOGAS.

Función Principal: Controla la presión de Operación del tanque oscilando en el rango de 220 a 238 PSI, con el fin de evitar disparos repentinos en las válvulas de seguridad del equipo.

Tabla 12. Especificaciones Téc. Actuador Neumático doble efecto

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	VALMICRO
MODELO	AT-054
FLUIDO DE OPERACIÓN	NITROGENO SECO

Tabla 13. Especificaciones Técnicas válvula Solenoide.

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	VALMICRO
TIPO	NAMUR
FLUIDO	NITROGENO SECO
PRESION DE TRABAJO	1.5 A 8 (BAR)
VOLTAJE DE OPERACION	110 VAC
MATERIALES	ALUMINIO

Tabla 14. Especificaciones Técnicas válvula de Bola.

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	VALMICRO
CONEXIÓN	1" NPT
PRESION DE TRABAJO	300 PSI
OPERACION	ON/OFF
SELLOS	TEFLON
MATERIALES	ACERO INOX.

4.3.3.4 Transmisores de nivel

Foto 7. Transmisor Rosemaunt



Fuente: CRYOGAS.

Función Principal: Indicar el nivel del tanque, el cual nos permite programar descargues de producto.

Tabla 15 Especificaciones Técnicas en Rosemaunt

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	ROSEMAUNT
TAG	LIT 03977
RANGO DE MEDIDA	0 – 6500 mmH ₂ O

4.3.3.5 Transmisores de presión

Foto 8. Transmisor Rosemaunt



Fuente. CRYOGAS.

Función Principal: Indicar la presión del tanque, con la cual se controla la operación del la válvula de control de presión interna del tanque.

Tabla 16. Especificaciones Técnicas Transmisor Rosemaunt

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	ROSEMAUNT
TAG	PIT 03975
RANGO DE MEDIDA	0 – 400 PSI

4.3.3.6 Vaporizador

Foto 9. Vaporizador



Fuente. CRYOGAS

Función Principal: realiza el cambio de fase del producto (Líquido – Gaseoso), utilizando vapor y agua en su interior, de tal manera que el cambio de fase se realiza de forma más rápida y con mayor eficiencia.

Tabla 17. Especificaciones Técnicas Vaporizador

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	CRYOGAS-INDURA (SIGU)
MATERIAL	ACERO AL CARBON
RATA DE FLUJO	8500 NM ³ /h
PRESION DE TRABAJO	70 – 300 PSI
TEMPERATURA DE OPERACION	60 ° C

4.3.3.7 Válvula de control proporcional de vapor

Foto 10. Válvula Proporcional



Fuente. CRYOGAS

Función Principal: Control la cantidad de vapor que llega al vaporizador para el calentamiento del agua y así realizar el cambio de fase del producto.

Tabla 18. Especificaciones Técnicas Válvula Proporcional

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	LESLIE
TAG	VCPV-01
MATERIALES CUERPO	ACERO AL CARBON
DIAMETRO	2"
POSICIONADOR ELECTRO NEU	4-20 mA

4.3.3.8 Válvula de control proporcional de nitrógeno

Foto 11. Válvula Proporcional



Fuente. CRYOGAS.

Función Principal: Control de la cantidad de producto que se entrega al cliente y de igual forma en la medida en que falle el suministro de vapor se cierra para no afectar los equipos del cliente pasando producto en estado liquido.

Tabla 19. Especificaciones Técnicas Válvula proporcional

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	LESLIE
TAG	VCPN-01
MATERIALES CUERPO	ACERO AL CARBON
DIAMETRO	3"
POSICIONADOR ELECTRO NEU	4-20 mA

4.3.3.9 Reguladores de presión

Foto 12. Reguladores



Fuente. CRYOGAS.

Función Principal: Control de la presión y flujo de entrega al cliente, pues depende de estos equipos la operación de la Instrumentación y Compresores de la planta de HDT-ECOPETROL.

Tabla 20. Especificaciones Técnicas Reguladores

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	SPENCE
TAG	VCNG-12
DIAMETRO	3"
MAX. PRESION DE TRABAJO	300 PSI.
PRESION DE SALIDA	200 PSI

4.3.3.10 Válvula de control de agua hacia el vaporizador

Foto 13. Válvula on/off para agua



Fuente. CRYOGAS

Función Principal: Control de la cantidad de agua suministrada al vaporizador (nivel), para el proceso de cambio de fase del producto.

Tabla 21. Especificaciones Técnicas Actuador Neum. Doble efecto

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	VALMICRO
MODELO	AT-054
FLUIDO DE OPERACIÓN	NITROGENO SECO


Tabla 22. Especificaciones Técnicas Válvula Solenoide

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	VALMICRO
TIPO	NAMUR
FLUIDO	NITROGENO SECO
PRESION DE TRABAJO	1.5 A 8 (BAR)
VOLTAJE DE OPERACION	110 VAC
MATERIALES	ALUMINIO

Tabla 23. Especificaciones Técnicas Válvula de Bola

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	VALMICRO
CONEXIÓN	2" NPT
PRESION DE TRABAJO	300 PSI
OPERACION	ON/OFF
SELLOS	TEFLON
MATERIALES	ACERO INOX.

4.3.4 Cronograma de mantenimiento

 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO 2012 - GENERAL PAIS																												
																						REACTIVO:	Electronico					
																						CONGO:	PC61-1101-R6					
										Elaboro:						Revisó:						Aprobo:						
										ERICH FREUD TORRES A.																		
PLANTA HDT																												
NUMERO	CODIGO ACTIVO	CTA/ESTADISTICA	LIN/DESCRIPCION	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC													
TANQUES CROGENICOS DE HDT	TSU/TB2/TB3	300 C061													1A													
VAPORIZADOR	VAP_HDT01	300 C061							6M														6M					
REGULADORES LINEAS DE OPERACION 10 PSIBLANKEING	VRT_3/4	300 C061		3M		3M		3M		3M		3M		3M								3M						
REGULADORES LINEAS DE OPERACION DE 10 PSI	VRT_1/2	300 C061		3M		3M		3M		3M		3M		3M								3M						
REGULADORES DE LENA DE OPERACION DE 200 PSI	VRT_5/6	300 C061		3M		3M		3M		3M		3M		3M								3M						
FILTROS LINEA DE VAPOR	FLW_1/2	300 C061		3M		3M		3M		3M		3M		3M								3M						
VALVULA PROPORCIONAL CONTROL DE VAPOR	VUP01	300 C061							6M														6M					
VALVULA PROPORCIONAL CONTROL DE N2	VUP01	300 C061							6M														6M					
VALVULA CONTROL DE AGUA	VUEL01	300 C061							6M														6M					
VALVULA INCREMENTO NIVEL DE PRESION	PCV01	300 C061							6M														6M					
VALVULA INCREMENTO NIVEL DE PRESION	PCV02	300 C061							6M														6M					
VALVULA INCREMENTO NIVEL DE PRESION	PCV03	300 C061							6M														6M					
PORCENTAJE CUMPLIMIENTO				100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%						

4.3.5 Frecuencias de mantenimiento

DESCRIPCION DEL SISTEMA DEL EQUIPO		FRECUENCIA	QUE ACTIVIDAD VA A REALIZAR	COMO LO VA A REALIZAR	RECURSOS REQUERIDOS	DEBE QUEDAR	RESPONSABLE
CRYOGAS Grupo INDURA SOLUCIONES DE INGENIERIA							
FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPO: TANQUES PLANTA HDT CRYOGAS ZONA: ORIENTE -REFINERIA BARRANCABERMEJA				EQUIPO:		REGISTRO: CODIGO: POCE EJECUTOR	
Siglas: EFO= equipo fuera de operación; TE = Técnico electromecánico; TM= Técnico mecánico; ME= mantto externo; TI= Tecnico de la institucion; OE= Operador de equipo							
ESTRUCTURA							
TANQUE CRIOGÉNICO - Tanque exterior. Cuerpo, tapas y patas	1 año	Lavado	Lavar con agua y jabon	EFP alturas, agua y jabon.	Limpio	ME	
		Revisión de polo a tierra	Revisar conexión, en caso de no tenerla se debe instalar.	Gafas, Guantes, herramienta manual	Buen estado	TM	
		Retoques con pintura y cambio de identificaciones	Realizar reparación de superficie si es necesario, aplicar pintura (esmalte tipo1) cambiar las identificaciones de producto y seguridad.	EFP, pintura, identificaciones, andamios, permisos trabajo en alturas.	Pintado	ME	
		Placa de datos, cambiar remaches	Revisar los datos de la placa y fijarla nuevamente de ser necesario.	gafas, herramienta manual	Buen estado	TM	
		Verificación de anclajes de patas	Verificar estado de los anclajes, si estan en mal estado ver la posibilidad de cambiarlos o anclar nuevamente.	Gafas, Guantes, herramienta manual	Buen estado	TM	
INSTRUMENTACION							
INDICADOR DE NIVEL -Cantidad de producto en el tanque	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME	
INDICADOR DE PRESION -interna del tanque	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME	
VALVULA DE AGUJA - señal de presión de fase gaseosa	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo por una válvula nueva si se requiere	Verifique visualmente el estado de la válvula, revise fugas por conexiones. Reemplazar el equipo si es necesario.	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Reemplazado en buen estado	TM	
VALVULA igualadora	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo por una válvula nueva si se requiere.	Verifique visualmente el estado de la válvula, revise fugas por conexiones. Reemplazar el equipo si es necesario.	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Reemplazado en buen estado.	TM	
VALVULA DE AGUJA -señal de presión de fase líquida	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo por una válvula nueva si se requiere	Verifique visualmente el estado de la válvula, revise fugas por conexiones. Reemplazar el equipo si es necesario.	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Reemplazado en buen estado	TM	
SISTEMA DE LLENADO							
VALVULA CENTINELA -alivio de presión de línea de sistema de llenado	1 año	Inspección visual y operativa. Calibración por metrología. Cambio por una válvula nueva	Verifique y corrija fugas por conexiones. La válvula debe estar cerrada totalmente si la presión esta por debajo del punto de disparo. Limpiar la desarga de posibles obstrucciones. Se debe realizar un disparo controlado de la válvula para verificar su presión de set. Si no esta dentro del parametro se debe reemplazar la válvula y mandar a calibrar. Se debe actualizar las plaquetas de verificación. Reemplazar válvula de seguridad	Gafas, guantes,agua y jabon, válvula de seguridad, herramienta manual. Cilindro pulmon y regulador calibrado.	Operando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazada en buen estado	TM, ME	
VALVULA DE LLENADO SUPERIOR	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas. Prueba de fugas con solución jabonosa, Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazo de la válvula	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado	TM	
VALVULA DE PURGA DE MANGUERA - drenaje de líquido residual manual de sistema de llenado	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas. Prueba de fugas con solución jabonosa, Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazo de la válvula	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado	TM	
VALVULA DE REBOSE - líquido al 95%	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos.	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas. Prueba de fugas con solución jabonosa, Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazo de la válvula.	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado	TM	
VALVULA DELLENADO INFERIOR	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos.	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas. Prueba de fugas con solución jabonosa, Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazo de la válvula	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado	TM	
BOCA DE LLENADO	1 año	Inspección visual y operativa.	revisión de desgaste de rosca, evisión de tornillería del soporte de la boca de llenado y cambio de ser necesario. Revisar estado de tapa boca de llenado, reemplazar guaya si está corroida.	Gafas, Guantes, agua y jabon, herramienta manual	Buen estado	TM	
VALVULA ANTI-RETORNO -sistema de llenado	1 año	Inspección visual y operativa. Cambio de sellos de asiento (cada 5 años). Reemplazo por una nueva unidad	Verifique y corrija fugas por conexiones. Se deben cambiar los sellos del asiento de la válvula. Reemplazo de la válvula antirretorno	Gafas, Guantes, agua y jabon, Kit de sellos, válvula antirretorno, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado	TM	
SISTEMA DE SEGURIDAD							
VALVULA DE 3 VIAS -Sistema de seguridad dual de tanque.	1 año	Inspección visual y operativa. Prueba de fugas con solución jabonosa. Mto preventivo. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas, Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazo de válvula	Gafas, Guantes, agua y jabon, válvula tres vias, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazado en buen estado	TM	

FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO TANQUES PLANTA HDT CRYOGAS
ZONA ORIENTE-REFINERIA BARRANCABERMEJA

EQUIPO:

REGISTRO:

CODIGO: FOCE-

EJECUTOR

FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO CONTINUACION

Siglas: EFO= equipo fuera de operación; TE = Técnico electromecánico; TM= Técnico mecánico; ; ME= mantto externo; TI= Tecnico de la institucion; OE= Operador de equipo

DESCRIPCION DEL SISTEMA DEL EQUIPO	FRECUENCIA	QUE ACTIVIDAD VA A REALIZAR	COMO LO VA A REALIZAR	RECURSOS REQUERIDOS	DEBE QUEDAR	RESPONSABLE
VALVULA DE SEGURIDAD (1) -sistema dual de seguridad	1 año	Inspección visual y operativa. Calibración por metrología. Cambio por una válvula nueva (cada 3 años)	Verifique y corrija fugas por conexiones. La valvula debe estar cerrada totalmente si la presion esta por debado del punto de disparo. Limpiar la desarga de posibles obstrucciones. Se debe realizar un disparo controlado de la valvula para verificar su presion de set. Si no esta dentro del parametro se debe reemplazar la valvula y mandar a calibrar. Se debe actualizar las plaquetas de verificacion. Reemplazar valvula de seguridad	Gafas, guantes, agua y jabon, valvula de seguridad, herramienta manual. Cilindro pulmon y regulador calibrado.	Operando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
VALVULA DE SEGURIDAD (2)- Sistema dual de seguridad	1 año	Inspección visual y operativa. Calibración por metrología. Cambio por una válvula nueva (cada 3 años)	Verifique y corrija fugas por conexiones. La valvula debe estar cerrada totalmente si la presion esta por debado del punto de disparo. Limpiar la desarga de posibles obstrucciones. Se debe realizar un disparo controlado de la valvula para verificar su presion de set. Si no esta dentro del parametro se debe reemplazar la valvula y mandar a calibrar. Se debe actualizar las plaquetas de verificacion. Reemplazar valvula de seguridad.	Gafas, guantes, agua y jabon, valvula de seguridad, herramienta manual. Cilindro pulmon y regulador calibrado.	Operando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
VALVULA DE VENTEO-Alivio de presión de tanque	1 año	Inspección visual y operativa, ajuste de prensaestopas. Prueba de fugas con solución jabonosa. Mto preventivo. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas. Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazar valvula	Gafas, Guantes, agua y jabon, valvula, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazado en buen estado	TM
DISCO DE RUPTURA (1)-sistema dual de seguridad	1 año	Inspección visual y operativa. Cambio de disco de ruptura (cada 3 años)	Verifique y corrija fugas por conexiones. El disco debe estar limpio y libre de eobstrucciones en la descarga. Reemplazar disco de ruptura	Gafas, Guantes, agua y jabon, disco de ruptura, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazado en buen estado	TM
DISCO DE RUPTURA (2)-sistema dual de seguridad	1 año	Inspección visual y operativa. Cambio de disco de ruptura (cada 3 años)	Verifique y corrija fugas por conexiones. El disco debe estar limpio y libre de eobstrucciones en la descarga. Reemplazar disco de ruptura	Gafas, Guantes, agua y jabon, disco de ruptura, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazado en buen estado	TM
SISTEMA REGULACION DE PRESION						
VALVULA DE INCREMENTO DE PRESION	6 meses	Inspección visual y operativa. Mto preventivo ca,bio de empaquetadura. (Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere)	Verifique y corrija fugas por conexiones. Verificar presiones de operación (calibracion). Cambio de interiores blandos y limpieza general. Reemplazar valvula de regulacion del tanque.	Gafas, guantes,agua y jabon, valvula reguladora, herramienta manual.	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado	TM
VALVULA CENTINELA (250psi) Alivio de presión de línea de sistema de regulación de presión.	1 año	Inspección visual y operativa. calibración por metrología. Reemplazo por una nueva unidad	Verifique y corrija fugas por conexiones. La valvula debe estar cerrada totalmente si la presion esta por debado del punto de disparo. Limpiar la desarga de posibles obstrucciones. Se debe realizar un disparo controlado de la valvula para verificar su presion de set. Si no esta dentro del parametro se debe reemplazar la valvula y mandar a calibrar. Se debe actualizar las plaquetas de verificacion. Reemplazar valvula de seguridad	Gafas, guantes, valvula, agua y jabon, herramienta manual. Cilindro pulmon y regulador calibrado.	Operando sin fugas, Calibrado en buen estado. Reemplazada en buen estado	TM, ME
VALVULA DE RELEVO DE PRESION-Controla la salida de gas desde el regulador de presión al tanque	1 año	Inspección visual y operativa, ajuste de prensaestopas. Prueba de fugas con solución jabonosa. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas. Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazar valvula.	Gafas, Guantes, agua y jabon, valvula, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado	TM
VALVULA DE INCREMENTO DE PRESION- Control de entrada de liquido al sistema de regulación de presión.	1 año	Inspección visual y operativa, ajuste de prensaestopas. Prueba de fugas con solución jabonosa. Reemplazo si ha presentado fugas por los asientos	Verifique y corrija fugas por conexiones. Ajuste de prensaestopas. Revisión de estado de las roscas, vástago y maneral. Reemplazar valvula.	Gafas, Guantes, agua y jabon, valvula, herramienta manual	Operando sin fugas. Reemplazada en buen estado.	TM
Gasificador de sistema de regulación de presión interna.	1 año	Inspección visual y operativa	Verifique y corrija fugas por conexiones y aletas. Revise anclajes.	Gafas, Guantes, agua y jabon, herramienta manual	Operando sin fugas	TM

FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO VAPORIZADOR PLANTA HDT CRYOGAS

ZONA ORIENTE -REFINERIA BARRANCABERMEJA

SOLUCIONES DE INGENIERIA

REGISTRO:

CODIGO: POCE-

EQUIPO:

EJECUTOR

Siglas: EFO= equipo fuera de operación; TE= Técnico electromecánico; TM= Técnico mecánico; ME= manto externo; TI= Tecnico de la institucion; OE= Operador de equipo

DESCRIPCION DEL SISTEMA DEL EQUIPO	FRECUENCIA	QUE ACTIVIDAD VA A REALIZAR	COMO LO VA A REALIZAR	RECURSOS REQUERIDOS	DEBE QUEDAR	RESPONSABLE
ESTRUCTURA						
VAPORIZADOR - Parte exterior. Cuerpo, tapas inferior y patas	8 Meses	Lavado y pintura de estructura.	Lavar con agua y javon y realizar actividades de pintura por deterioro acausa del ambiente de la refineria (Pintura anticorrosivo)	EPP alturas, agua y jabon, (Pintura anticorrosiva)	Limpio y Pintado	ME
		Revisión de polo a tierra	Revisar conexión, en caso de no tenerla se debe instalar.	Gafas, Guantes, herramienta manual	Buen estado	TM
		Revisión de Aislamiento y Analisis de espesores	Realizar inspección del aislamiento (cambio si es necesario) y verificar por medio de analisis de espesores el estado del equipo.	EPP, pintura, identificaciones, andamios, permisos trabajo en alturas.	Pintado	ME
		Placa de datos, cambiar remaches	Revisar los datos de la placa y fijarla nuevamente de ser necesario.	gafas, herramienta manual	Buen estado	TM
		Verificación de anclajes de patas	Verificar estado de los anclajes, si estan en mal estado ver la posibilidad de cambiarlos o anclar nuevamente.	Gafas, Guantes, herramienta manual	Buen estado	TM
INSTRUMENTACION						
INDICADOR DE NIVEL-Cantidad de producto en el tanque	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
INDICADOR DE TEMPERATURA-interna del tanque	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
SISTEMA DE LLENADO DE VAPOR						
VALVULA DE CONTROL DE VAPOR (ROJA)- Controla la entrada de vapor al equipo.	6 Meses	Inspección visual y operativa. Calibración por metrología. Cambio por una válvula nueva	Verifique y corrija fugas por conexiones. Verificar señal neumetica que llega al equipo, realizar calibración de posicionador (reemplazar equipo si se necesita); cambio de empaquetadura, limpieza general. RECUERDE ABRIR EL BYPASS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO.	Gafas, guantes,agua y jabon, herramienta manual. Cilindro y equipo patrol para realizar calibración.	Operando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
INDICADOR DE PRESION- Linea de entrega de producto.	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
INDICADOR DE TEMPERATURA- Linea entrega de producto.	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
AISLAMIENTO DE LA LINEA	1 año	Inspección visual y operativa. Reemplazo de aislamiento por deterioro, cambio de lamina inox.	Verifique y corrija las imperfecciones de la linea por golpes en la lamina o deterioro por el ambiente de la refineria. (cambio si es necesario).	Gafas, Guantes, casco, herramienta manual y materiales.	Linea sin problemas aislamiento en buen estado (cambio por deterioro).	TM
SISTEMA DE ENTREGA DE NITROGENO G.						
VALVULA DE CONTROL DE N2 G (AZUL).- Contol de la entrega de producto (N2), al Cliente.	6 Mese	Inspección visual y operativa. Calibración por metrología. Cambio por una válvula nueva	Verifique y corrija fugas por conexiones. Verificar señal neumetica que llega al equipo, realizar calibración de posicionador (reemplazar equipo si se necesita); cambio de empaquetadura, limpieza general. RECUERDE ABRIR EL BYPASS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO.	Gafas, guantes,agua y jabon, herramienta manual. Cilindro y equipo patrol para realizar calibración.	Operando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazada en buen estado	TM, ME
INDICADOR DE TEMPERATURA- Linea entrega de producto.	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
INDICADOR DE PRESION- Linea de entrega de producto.	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME

FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO VAPORIZADOR PLANTA HDT CRYOGAS
ZONA ORIENTE-REFINERIA BARRANCA BERMEJA

EQUIPO:

REGISTRO:

CODIGO: POCE-

EJECUTOR

FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO CONTINUACION

Siglas: **EFO**= equipo fuera de operación; **TE** = Técnico electromecánico; **TM**= Técnico mecánico; ; **ME**= mantto externo; **TI**= Tecnico de la institucion; **OE**= Operador de equipo

DESCRIPCION DEL SISTEMA DEL EQUIPO	FRECUENCIA	QUE ACTIVIDAD VA A REALIZAR	COMO LO VA A REALIZAR	RECURSOS REQUERIDOS	DEBE QUEDAR	RESPONSABLE
SISTEMA DE LLENADO DE AGUA						
VALVULA DE CONTROL DE AGUA.- Contol de la entrada de agua al equipo.	6 Mese	Inspección visual y operativa. Calibración por metrología. Cambio por una válvula nueva	Verifique y corrija fugas por conexiones. Verificar señal neumatica que llega al equipo, revisar solenoide (reemplazar equipo si se necesita); cambio de empaquetadura, limpieza general. RECUERDE ABRIR EL BYPASS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO.	Gafas, guantes, agua y jabon, herramienta manual. Cilindro y equipo patrol para realizar calibración.	Operando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazada en buen estado	TM, ME
OBSERVACIONES :						
				Ejecutado por:(Nombre y firma)		
				Fecha		
				Revisó (Nombre y firmA)		
				Fecha		



SOLUCIONES DE INGENIERIA

FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO LINEAS OPERACIONES Y BLANKETING PLANTA
 HJT CRYOGAS
 ZONA ORIENTE - REFINERIA BARRANCA BERMEJA

EQUIPO:

REGISTRO:

CODIGO: POCE-

EJECUTOR

Siglas: EFO= equipo fuera de operación; TE = Técnico electromecánico; TM= Técnico mecánico; ME= mantto externo; TI= Tecnico de la institucion; OE= Operador de equipo

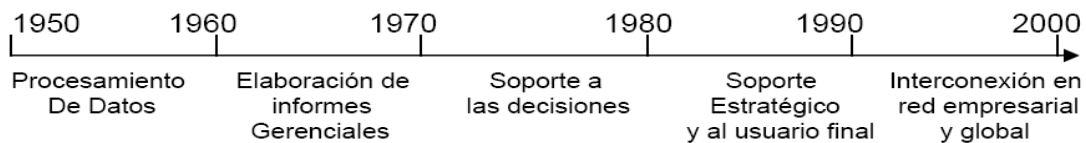
DESCRIPCION DEL SISTEMA DEL EQUIPO	FRECUENCIA	QUE ACTIVIDAD VA A REALIZAR	COMO LO VA A REALIZAR	RECURSOS REQUERIDOS	DEBE QUEDAR	RESPONSABLE
LINEA DE 70 OP ESTRUCTURA						
REGULADORES 70 PSI - Controla la presión de entrega de la línea al cliente manteniendo un flujo constante.	3 Meses	Pintura	Pintura anticorrosiva	EPP, agua, jabon y Pintura .	Pintado	ME
		Limpieza y Mantenimiento	Revisión de estado y funcionamiento del equipo inspeccion visual, cambio de empaquetadura de la línea y del equipo, (cambio del equipo por falla si es necesario).	Gafas, Guantes, herramienta manual	Buen estado	TM
LINEA DE 200 SELLOS DE COMPRESORES						
REGULADORES 200 PSI - Controla la presión de entrega de la línea al cliente manteniendo un flujo constante.	3 Meses	Pintura	Pintura anticorrosiva	EPP, agua, jabon y Pintura .	Pintado	ME
		Limpieza y Mantenimiento	Revisión de estado y funcionamiento del equipo inspeccion visual, cambio de empaquetadura de la línea y del equipo, (cambio del equipo por falla si es necesario).	Gafas, Guantes, herramienta manual	Buen estado	TM
INDICADOR DE PRESION- Línea de entrega de producto.	6 Meses	Inspección visual y operativa. Cambio de baterías. calibración por metrología. Reemplazo por equipo nuevo, si se requiere	Verifique visualmente el estado del indicador, revise fugas por conexiones. Se debe verificar con instrumento patron y se debe calibrar si esta por fuera de los parametros. Reemplazar el equipo si es necesario	Gafas, Guantes, agua y jabon, , indicador de nivel, baterías, herramienta manual.	Trabajando sin fugas. Calibrado en buen estado. Reemplazado en buen estado	TM, ME
LINEA DE BLANKETING						
REGULADORES 70 PSI - Controla la presión de entrega de la línea al cliente manteniendo un flujo constante.	3 Meses	Pintura	Pintura anticorrosiva	EPP, agua, jabon y Pintura .	Pintado	ME
		Limpieza y Mantenimiento	Revisión de estado y funcionamiento del equipo inspeccion visual, cambio de empaquetadura de la línea y del equipo, (cambio del equipo por falla si es necesario).	Gafas, Guantes, herramienta manual	Buen estado	TM
OBSERVACIONES :						
				Ejecutado por:(Nombre y firma)		
				Fecha		
				Revisó (Nombre y firma)		
				Fecha		

4.4. GESTION DE LA INFORMACION

Los sistemas de información en las empresas han ido evolucionando, se han creado programas o software para el manejo de la información de las empresas, ya que estos sin son llevados y alimentados con la información correcta son la base para la toma de decisiones acertadas a cualquier nivel, gerencial u operativo, ayuda también al control, análisis y visión de la empresa. Los programas especiales para el manejo de información en área de mantenimiento son muchos, y cada uno cubre las necesidades respecto a cada empresa o departamento de mantenimiento, no solo se consiguen comprando los programas para el manejo de la información, los ahí también gratis que se pueden utilizar en línea o instalar gratuitamente.

4.4.1 Sistemas de información

Figura 17. Sistemas de información



Línea cronológica de evolución de los sistemas de información.

Un sistema de información es un conjunto de elementos o componentes que interactúan entre sí, capturan almacenan, procesan y distribuyen la información con el único fin de apoyar la toma de decisiones que lleven al cumplimiento de la visión, misión y metas, los sistemas están compuestas por:

- Recursos del software: programas procedimientos y aplicaciones
- Recursos del hardware: máquinas y medios
- Recursos humanos: usuarios y especialistas

- Datos e información: Base de datos
- Recursos de redes: medios de comunicación y soportes de redes

Los sistemas de información se clasifican en los de apoyo a las operaciones y los de apoyo gerencial.

El sistema de apoyo a las operaciones: sirve como respaldo a las operaciones empresariales, procesamiento de transacciones, control de procesos y colaboración empresarial, se utiliza en las áreas de mantenimiento.

El sistema de apoyo gerencial sirve como respaldo en la toma de decisiones gerenciales y puede resumirse a través de diferentes pasos o etapas, las cuales se presentan en forma similar en la mayoría de los casos esta es una herramienta primordial para los gerentes de empresas o áreas.

Las decisiones cuyos procesos requieren apoyo de la información pueden clasificarse en dos tipos repetitivas y no repetitivas.

Decisiones no repetitivas suelen emplearse en los niveles más altos de la organización y se caracterizan por tener un grado alto de incertidumbre.

Decisiones repetitivas son tomadas en niveles organizacionales intermedios y se caracterizan por ser en cierta medida predecible, de tal suerte que pueden desarrollar de antemano algunos programas, con el fin de preparar el momento de la toma de decisiones.

Además su efecto radica en las operaciones cotidianas de la empresa.

4.4.2 Sistema de información para mantenimiento.

El objetivo principal del sistema de información para mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esenciales para la correcta y oportuna planificación evaluación de la gestión.

Un buen inicio para el manejo de la información dentro de la empresa, es la dotación de una pequeña biblioteca, en la cual se almacenara la información emitida mediante el uso de los formatos creados para dejar registro, en forma clara y de fácil empleo, en ella se abrirán carpetas clasificadas por registro, o si bien es el caso se podrán establecer comportamientos por equipos, secciones, líneas de producción o cualquier otro sistema, según las necesidades.

El sistema que inicialmente se utilizaremos en Cryogas será manual pero que deberá satisfacer los requisitos de información para la manejo de los equipos de la organización en la refinería.

Este sistema manual nos permitirá rastrear todas las reparaciones hechas a los equipos, repuestos utilizados, costos y tiempos de mantenimiento, y sobre todo la planeación de las actividades de mantenimiento. Diseñamos algunos formatos para dejar registro de la ejecución y actividades de mantenimiento para mayor control y evidencia que nos apoye la toma de decisiones. Los formatos de diseñado para el manejo de información de mantenimiento.

4.4.3 Codificación de equipos

Tabla 24. Codificación de equipos

		Departamento de Soluciones de Ingeniería 		
LISTADO DE VALVULAS E INSTRUMENTACIÓN HDT GRB				
Item	TAG	Descripcion	Marca	P&ID
1	PIT 03975	Trasmisor de Presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
2	PIT 03976	Trasmisor de Presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
3	PIT 03977	Trasmisor de Presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
4	PIT 47191	Trasmisor de Presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
5	PIT 47192	Trasmisor de Presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
6	PIT 47193	Trasmisor de Presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
7	LIT 03975	Trasmisor de Nivel		2282-0039-P&ID-00-01-01
8	LIT 03976	Trasmisor de Nivel		2282-0039-P&ID-00-01-01
9	LIT 03977	Trasmisor de Nivel		2282-0039-P&ID-00-01-01
10	FV 47191	Valvula de Flujo		2282-0039-P&ID-00-01-01
11	FV 47192	Valvula de Flujo		2282-0039-P&ID-00-01-01
12	FV 47193	Valvula de Flujo		2282-0039-P&ID-00-01-01
13	LSH 03975	Switch de bajo nivel de Agua		2282-0039-P&ID-00-01-01
14	LSLL 03975	Switch de bajo-bajo nivel de Agua		2282-0039-P&ID-00-01-01
15	PSL 03975	Switch de bajo presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
16	FV 047194	Valvula de Flujo		2282-0039-P&ID-00-01-01
17	PSH 03975	Switch de alta presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
18	FV 047195	Valvula de Flujo		2282-0039-P&ID-00-01-01
19	FV 047196	Valvula de Flujo		2282-0039-P&ID-00-01-01
20	TIT 47152	Trasmisor de temperatura		2282-0039-P&ID-00-01-01
21	VCLNL 01	Valvula de Corte Linea de Llenado		2282-0039-P&ID-00-01-01
22	VCLNL 02	Valvula de Corte Linea de Llenado		2282-0039-P&ID-00-01-01
23	VCLNL 03	Valvula de Corte Linea de Llenado		2282-0039-P&ID-00-01-01
24	VACLNL 01	Valvula Antirretorno Linea de Consumo		2282-0039-P&ID-00-01-01
25	VACLNL 02	Valvula Antirretorno Linea de Consumo		2282-0039-P&ID-00-01-01
26	VACLNL 03	Valvula Antirretorno Linea de Consumo		2282-0039-P&ID-00-01-01
27	VSCLNL 01	Valvula de Seguridad linea de Consumo		2282-0039-P&ID-00-01-01
28	VALNL 01	Valvula Antirretorno Linea de Llenado		2282-0039-P&ID-00-01-01
29	VPLNL 01	Valvula Purga Linea de Llenado		2282-0039-P&ID-00-01-01
30	VSLNL 01	Valvula de Seguridad linea de Consumo		2282-0039-P&ID-00-01-01

LISTADO DE VALVULAS E INSTRUMENTACIÓN HDT GRB

Item	TAG	Descripcion	Marca	P&ID
31	PITLI 01	Trasmisor de temperatura linea de incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
32	PITLI 02	Trasmisor de temperatura linea de incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
33	PITLI 03	Trasmisor de temperatura linea de incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
34	VCLI 01	Valvula de Corte linea de incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
35	VCLI 02	Valvula de Corte linea de incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
36	VCLI 03	Valvula de Corte linea de incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
37	VSLI 01	Valvula de Seguridad linea de Incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
38	VSLI 02	Valvula de Seguridad linea de Incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
39	VSLI 03	Valvula de Seguridad linea de Incremento		2282-0039-P&ID-00-01-01
40	VCNG 01	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
41	VCNG 02	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
42	VCNG 03	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
43	VCNG 04	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
44	VCNG 05	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
45	VCNG 06	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
46	VCNG 07	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
47	VCNG 08	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
48	VCNG 09	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
49	VCNG 10	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
50	VCNG 11	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
51	VCNG 12	Valvula de Corte Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
52	VALA 01	Valvula antirretorno linea de Agua		2282-0039-P&ID-00-01-01
53	VCPLA 01	Valvula de control proporcional linea de agua		2282-0039-P&ID-00-01-01
54	VCV 01	Valvula de Corte Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
55	VCV 02	Valvula de Corte Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
56	VCV 03	Valvula de Corte Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
57	VCV 04	Valvula de Corte Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
58	VCV 05	Valvula de Corte Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
59	VCV 06	Valvula de Corte Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
60	VCV 07	Valvula de Corte Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01

LISTADO DE VALVULAS E INSTRUMENTACIÓN HDT GRB

Item	TAG	Descripcion	Marca	P&ID
61	VCPV 01	Valvula de Control Proporcional linea de Vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
62	VCPN 01	Valvula de Control Proporcional linea de Nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
63	VAN 01	Valvula antirretorno linea de Nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
64	VRN 01	Valvula reguladora linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
65	VRN 02	Valvula reguladora linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
66	VRN 03	Valvula reguladora linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
67	VRN 04	Valvula reguladora linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
68	VRN 05	Valvula reguladora linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
69	VRN 06	Valvula reguladora linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
70	VCLNG 01	Valvula de Control Linea de Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
71	VCLNG 02	Valvula de Control Linea de Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
72	VCLNG 03	Valvula de Control Linea de Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
73	VLBN 01	Valvula Limite de Bateria Linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
74	VLBN 02	Valvula Limite de Bateria Linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
75	VLBN 03	Valvula Limite de Bateria Linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
76	VLBN 04	Valvula Limite de Bateria Linea de nitrogeno		2282-0039-P&ID-00-01-01
77	VSLNG 01	Valvula de seguridad linea de nitrogeno gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
78	VCLNG 02	Valvula de Corte linea de nitrogeno gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
79	VRLNG 03	Valvula de reguladora linea de nitrogeno gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
80	VALNG 01	Valvula antirretorno linea de Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
81	VALNG 02	Valvula antirretorno linea de Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
82	VALNG 03	Valvula antirretorno linea de Nitrogeno Gaseoso		2282-0039-P&ID-00-01-01
83	FLV 01	Filtro linea de vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
84	FLV 02	Filtro linea de vapor		2282-0039-P&ID-00-01-01
85	VCLE 01	Valvula de corte limite de bateria economizador		2282-0039-P&ID-00-01-01
86	VALE 01	Valvula antirretorno limite de bateria economizador		2282-0039-P&ID-00-01-01
87	VANGHP 01	Valvula antirretorno nitrogeno gaseoso alta presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
88	VSNGHP 02	Valvula seguridad nitrogeno gaseoso alta presion		2282-0039-P&ID-00-01-01
89	VRLE 01	Valvula reguladora linea economizador		2282-0039-P&ID-00-01-01
90	VRLE 02	Valvula reguladora linea economizador		2282-0039-P&ID-00-01-01
91	VRLE 03	Valvula reguladora linea economizador		2282-0039-P&ID-00-01-01

LISTADO DE VALVULAS E INSTRUMENTACIÓN TANQUES HDT GRB

Item	TAG	Descripcion	Marca	P&ID
92	C-1	CONEXIÓN AUXILIAR DE LIQUIDO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
93	C-2	CONEXIÓN AUXILIAR DE VAPOR	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
94	C-3	CONEXIÓN SEC. AUX DE LIQUIDO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
95	C-4	CONEXIÓN SEC. AUX. DE VAPOR	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
96	CV-1	VALVULA CHEQUE DE LLENADO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
97	CV-3	VALVULA CHEQUE DE ECONOMIZADOR		2282-0039-P&ID-00-01-01
98	FC-1	CONEXIÓN DE LLENADO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
99	HCV-1	VALVULA DE LLENADO INFERIOR	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
100	HCV-2	VALVULA DE LLENADO SUPERIOR	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
101	HCV-3	VALVULA DE ENTRADA PB.	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
102	HCV-4	VALVULA DE REBOSE	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
103	HCV-5	VALVULA PARA MEDIR VACIO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
104	HCV-7	VALVULA DE DRENAJE DE LA LINEA DE LLENADO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
105	HCV-8	VALVULA DE LA FASE DE VAPOR (LI-1)	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
106	HCV-9	VALVULA DE IGUALACION (LI-1)	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
107	HCV-10	VALVULA DE LA FASE LIQUIDA (LI-1)	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
108	HCV-11	VALVULA DE SALIDA PB	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
109	HCV-12	VALVULA DE VENDEO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
110	HCV-13	VALVULA DE SUMINISTRO DE PRODUCTO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
111	HCV-15	VALVULA SELECTORA DE ALIVIO DE SEGURIDAD	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
112	HCV-17	VALVULA ECONOMIZADORA	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
113	LI-1	INDICADOR DE NIVEL	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
114	PBC-1	GASIFICADOR DE INCREMENTO DE PRESION	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
115	PCV-1	VALVULA DE CONTROL DE PRESION	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
116	PI-1	INDICADOR DE PRESION	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
117	PSE-1A	DISCO DE RUPTURA	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
118	PSE-1B	DISCO DE RUPTURA	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
119	PSV-1A	VALVULA DE SEGURIDAD	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
120	PSV-1B	VALVULA DE SEGURIDAD	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
121	S-1	FILTRO LINEA DE INCREMENTO		2282-0039-P&ID-00-01-01
122	S-2	FILTRO LINEA DE LLENADO		2282-0039-P&ID-00-01-01
123	TSV-2	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA LINEA DE LLEN	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
124	TSV-3	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA ECONOMIZADO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
125	TSV-4	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA INCREMENTO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
126	VP-1	PUERTO DE VACIO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
127	VR-1	VALVULA DE LECTURA DE VACIO	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
128	HCV-16A	VALVULAS DE PURGA LINEA DE SEGURIDAD	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01
129	HCV-16B	VALVULAS DE PURGA LINEA DE SEGURIDAD	T-81	2282-0039-P&ID-00-01-01

LISTADO DE VALVULAS E INSTRUMENTACIÓN TANQUES HDT GRB

Item	TAG	Descripcion	Marca	P&ID
92	C-1	CONEXIÓN AUXILIAR DE LIQUIDO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
93	C-2	CONEXIÓN AUXILIAR DE VAPOR	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
94	C-3	CONEXIÓN SEC. AUX DE LIQUIDO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
95	C-4	CONEXIÓN SEC. AUX. DE VAPOR	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
96	CV-1	VALVULA CHEQUE DE LLENADO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
97	CV-3	VALVULA CHEQUE DE ECONOMIZADOR		2282-0039-P&ID-00-01-01
98	FC-1	CONEXIÓN DE LLENADO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
99	HCV-1	VALVULA DE LLENADO INFERIOR	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
100	HCV-2	VALVULA DE LLENADO SUPERIOR	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
101	HCV-3	VALVULA DE ENTRADA PB.	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
102	HCV-4	VALVULA DE REBOSE	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
103	HCV-5	VALVULA PARA MEDIR VACIO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
104	HCV-7	VALVULA DE DRENAJE DE LA LINEA DE LLENADO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
105	HCV-8	VALVULA DE LA FASE DE VAPOR (LI-1)	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
106	HCV-9	VALVULA DE IGUALACION (LI-1)	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
107	HCV-10	VALVULA DE LA FASE LIQUIDA (LI-1)	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
108	HCV-11	VALVULA DE SALIDA PB	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
109	HCV-12	VALVULA DE VENDEO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
110	HCV-13	VALVULA DE SUMINISTRO DE PRODUCTO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
111	HCV-15	VALVULA SELECTORA DE ALVIO DE SEGURIDAD	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
112	HCV-17	VALVULA ECONOMIZADORA	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
113	LI-1	INDICADOR DE NIVEL	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
114	PBC-1	GASIFICADOR DE INCREMENTO DE PRESION	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
115	PCV-1	VALVULA DE CONTROL DE PRESION	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
116	PI-1	INDICADOR DE PRESION	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
117	PSE-1A	DISCO DE RUPTURA	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
118	PSE-1B	DISCO DE RUPTURA	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
119	PSV-1A	VALVULA DE SEGURIDAD	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
120	PSV-1B	VALVULA DE SEGURIDAD	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
121	S-1	FILTRO LINEA DE INCREMENTO		2282-0039-P&ID-00-01-01
122	S-2	FILTRO LINEA DE LLENADO		2282-0039-P&ID-00-01-01
123	TSV-2	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA LINEA DE LLEN	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
124	TSV-3	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA ECONOMIZADO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
125	TSV-4	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA INCREMENTO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
126	VP-1	PUERTO DE VACIO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
127	VR-1	VALVULA DE LECTURA DE VACIO	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
128	HCV-16A	VALVULAS DE PURGA LINEA DE SEGURIDAD	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01
129	HCV-16B	VALVULAS DE PURGA LINEA DE SEGURIDAD	T-82	2282-0039-P&ID-00-01-01

LISTADO DE VALVULAS E INSTRUMENTACIÓN TANQUES HDT GRB

Item	TAG	Descripcion	Marca	P&ID
92	C-1	CONEXIÓN AUXILIAR DE LIQUIDO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
93	C-2	CONEXIÓN AUXILIAR DE VAPOR	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
94	C-3	CONEXIÓN SEC. AUX DE LIQUIDO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
95	C-4	CONEXIÓN SEC. AUX. DE VAPOR	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
96	CV-1	VALVULA CHEQUE DE LLENADO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
97	CV-3	VALVULA CHEQUE DE ECONOMIZADOR		2282-0039-P&ID-00-01-01
98	FC-1	CONEXIÓN DE LLENADO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
99	HCV-1	VALVULA DE LLENADO INFERIOR	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
100	HCV-2	VALVULA DE LLENADO SUPERIOR	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
101	HCV-3	VALVULA DE ENTRADA PB.	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
102	HCV-4	VALVULA DE REBOSE	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
103	HCV-5	VALVULA PARA MEDIR VACIO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
104	HCV-7	VALVULA DE DRENAJE DE LA LINEA DE LLENADO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
105	HCV-8	VALVULA DE LA FASE DE VAPOR (LI-1)	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
106	HCV-9	VALVULA DE IGUALACION (LI-1)	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
107	HCV-10	VALVULA DE LA FASE LIQUIDA (LI-1)	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
108	HCV-11	VALVULA DE SALIDA PB	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
109	HCV-12	VALVULA DE VENTEO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
110	HCV-13	VALVULA DE SUMINISTRO DE PRODUCTO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
111	HCV-15	VALVULA SELECTORA DE ALIMO DE SEGURIDAD	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
112	HCV-17	VALVULA ECONOMIZADORA	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
113	LI-1	INDICADOR DE NIVEL	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
114	PBC-1	GASIFICADOR DE INCREMENTO DE PRESION	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
115	PCV-1	VALVULA DE CONTROL DE PRESION	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
116	PI-1	INDICADOR DE PRESION	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
117	PSE-1A	DISCO DE RUPTURA	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
118	PSE-1B	DISCO DE RUPTURA	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
119	PSV-1A	VALVULA DE SEGURIDAD	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
120	PSV-1B	VALVULA DE SEGURIDAD	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
121	S-1	FILTRO LINEA DE INCREMENTO		2282-0039-P&ID-00-01-01
122	S-2	FILTRO LINEA DE LLENADO		2282-0039-P&ID-00-01-01
123	TSV-2	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA LINEA DE LLEN	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
124	TSV-3	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA ECONOMIZADO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
125	TSV-4	VALVULA DE SEGURIDAD TERMICA INCREMENTO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
126	VP-1	PUERTO DE VACIO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
127	VR-1	VALVULA DE LECTURA DE VACIO	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
128	HCV-16A	VALVULAS DE PURGA LINEA DE SEGURIDAD	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01
129	HCV-16B	VALVULAS DE PURGA LINEA DE SEGURIDAD	T-83	2282-0039-P&ID-00-01-01

4.4.3.1 Hoja de los equipos

Aquí se consigna toda la información detallada y organizada cronológicamente de cada intervención de mantenimiento realizada a un equipo y sus componentes ya se preventiva o correctiva. **Ver anexo A. Hoja de vida de los equipos**

Contenido

Nombre de equipo, código y zona

Fecha de realización del trabajo

Responsable de ejecución (técnico)

Descripción de la actividad

Número de la inspección realizada

4.4.4 Diseño de la documentación para el manejo de la información

- **Ficha técnica del equipo.** Formato creado para registrar toda la información técnica del equipo y sus características, especificaciones y partes que lo conforman. **Ver anexo B. Ficha técnica de los equipos**
- **Solicitud de trabajo:** formato diseñado que permite recolectar información para la programación del trabajo. **Ver anexo C Solicitud de trabajo**
- **Órdenes de mantenimiento correctivo y preventivo:** diseñado exclusivamente para la planeación del mantenimiento y tiene como fin iniciar, rastrear y registrar todas las actividades de mantenimiento, Se genera cuando la solicitud de trabajo se aprueba, el trabajo se planea luego se programa y finalmente se registra. **Ver anexos D y E Órdenes de mantenimiento correctivo y Orden de mantenimiento preventivo**

- **Reporte de actividades:** diseñado para medir el alcance de las actividades realizadas diariamente, para las actividades preventivas, correctivas, con ella alimentamos las hojas de vida de los equipos y podemos calcular un costo. **Ver anexo F Reporte de actividades**

4.5 GESTION DE INVENTARIOS

Cryogas maneja todas sus compras a nivel nacional cualquier solicitud de componentes o partes de equipos debe hacer a través del departamento de compras, se maneja un inventario mínimo también a nivel nacional que es controlado por las plantas más grandes de Colombia, la Cryogas Medellín y Cryogas Sogamoso, ellas tienen su stock de materiales y componente de los equipos más utilizado, tratando siempre de llevar un inventario efectivo.

4.5.1 Manejo de inventario efectivo

El procedimiento de solicitud de componentes, primero se consulta con las bodegas de Medellín y Sogamoso, para verificar si lo tiene en existencia, si se tiene se hace la solicitud a través del formato control de materiales (ver en anexos) en el cual se registra:


- Técnico, persona que hace la solicitud
- El cliente, lugar de donde se hace la solicitud, el nombre de la planta
- Ítem, cantidad y descripción del componente, elemento o equipo
- La marca, que es una especificación importante
- Observaciones dónde puede dar algún tipo de especificación

En Cryogas refinería Barrancabermeja lo que hicimos fue hacer un listado de los componentes más utilizados, a partir de datos históricos de las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo y con el conocimiento del personal de

mantenimiento, para ser enviada las bodegas de Cryogas y para que ellos conocieran los componentes más utilizados en tareas de mantenimiento en los equipos de Cryogas refinería Barrancabermeja.

También se ha creado una forma de trabajo en conjunto con el departamento de compras, cuando se necesita un elemento de manera urgente se le envía la cotización del elemento necesitado, ellos aprueban la compra se les hace la consignación de vía digital.

Tabla 25. Repuestos en el inventario Cryogas Barrancabermeja

 SOLUCIONES DE INGENIERIA					REGISTRO:	ELEC Y FISI
					CODIGO:	
REPUESTOS CRITICOS PLANTA HDT						
Nombre del Repuesto	cantidad	Numero de Pedidos	Rango	Presión de Operación	Cantidad Mínima	Cantidad Máxima
Indicadores de Nivel (LI) Tanques	2	1	0-6000 mmH2O		1	3
Indicadores de Presion(PI) Tanques	2	1	0-400 psi		1	3
Ind. Presión Líneas Entrega N2	4	1	0-300 psi y 0-100 psi		1	2
PSV (Valvulas de Seguridad) de 1"	2	1		250 psi	1	6
Discos de Ruptura 3/4"	2	1		380 psi	1	5
Ind. Presion Línea de Vapor	2	1	0-30 psi		1	2
TSV De seguridad 1/4" NPT	1	1	0-250 psi		1	3
TSV De seguridad 1/4" NPT	2	1	0-350 psi		1	3
TSV De seguridad 1/4" NPT	2	1	0-90 psi		1	3
Indicadores de Temperatura	1	1	0-200°C		1	2
Ind. Nivel Vaporizador	1	1	0-100 mm H2O		1	2
Kit de empaques Valvulas de Incremento de Presion Inter.	3	1		230 psi	2	4
Aptuadores Neumaticos	2	1		80 psi	1	3
Valvula de Bola 1" Ace. INOX	2	1		300 psi	1	3
Electro Valvula 5/2 a 110VAC	2	1			1	3
Valvulas criogenicas de 1" globo ace. Inox.	2	1	0-250 psi		1	6
Accesorios de conexión swagelock 1/4, 3/4, 3/8"	3	1	0-200 psi		1	20
Valvulas CHEKE 1" y 3"	2	1	0-250 psi		2	6
ELABORADO POR	APROBADO POR					
NOMBRE	NOMBRE					
CARGO	CARGO					

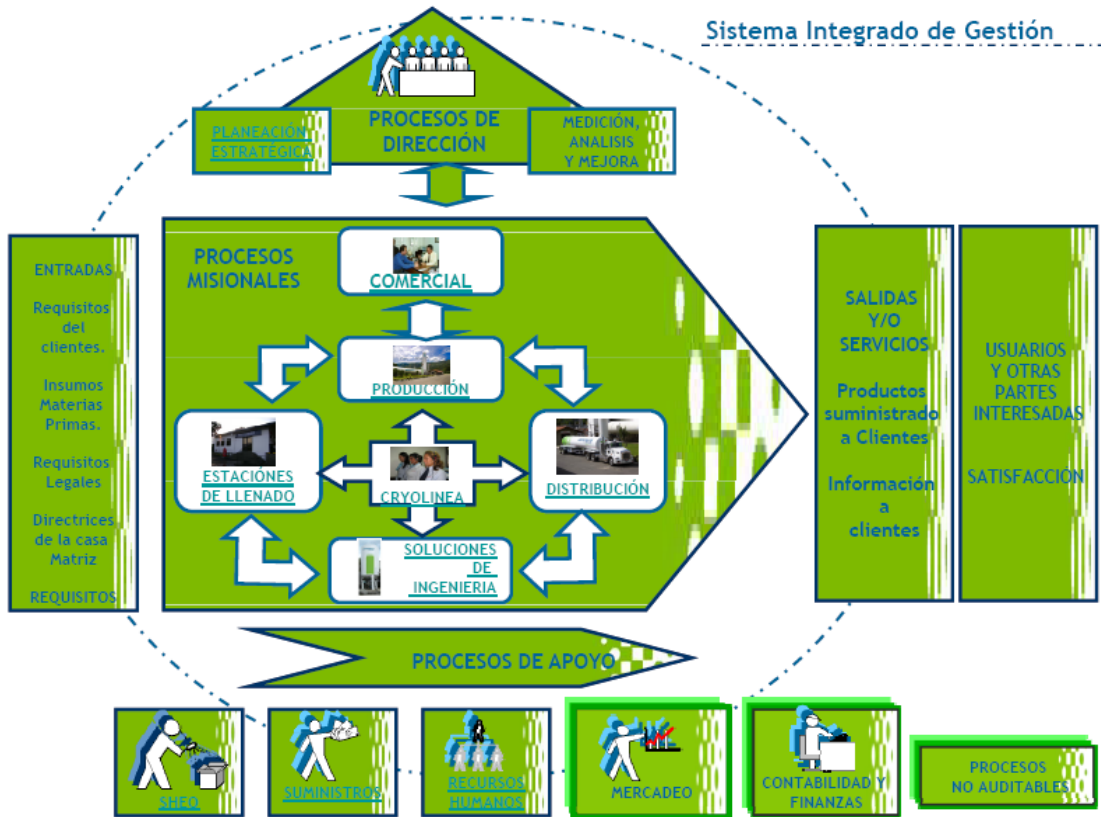
4.6 GESTION DE LA CALIDAD

Cryogas es una empresa certificada en sus procesos bajo la norma ISO 9000:2008, con lo cual sabemos que tiene un sistema de gestión que busca la calidad en todos sus procesos, mantenimiento de regirse bajo los lineamientos de la norma y proceso de la empresa para hacer parte del sistema de gestión y como la norma lo indica buscar siempre la mejora continua en sus procesos.

Estar certificados bajo la ISO 9000 no asegura a mantenimiento que sus tareas sean totalmente de calidad, o que con ello aumentemos la eficiencia de los equipos, es un primer paso por que cualquier área o departamento de mantenimiento que quiera mejorar en su disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad no podrá solo quedarse con los lineamientos de la normas ISO 9000.

Aunque con los requisitos de la norma nuestra información se llevara de manera más organizada, se podrá llevar la trazabilidad de las actividades, se maneja las actividades de mantenimiento con los procedimientos que nos asegura la realización correcta de cómo realizar trabajos, no solo nos podemos quedar con lo que nos exige la normas, nuestra mejor forma de seguir mejorando será buscando siempre la mejora continua y crecimiento de nuestros empleados.

Figura 18. Mapa de procesos de Cryogas



Fuente: Cryogas

4.6.1 Procedimientos Las actividades se están haciendo de manera correcta, pero también es muy importante hacer cumplir los procedimientos de manera rigurosa, que quien los ejecute los conozca y sepa la responsabilidad que tiene al hacer el desarrollo del mismo, seguir el procedimiento nos asegura que la actividad nos va a dar el resultado esperado.

Desarrollar procedimientos para cada actividad siempre no es la mejor opción se vuelve solo papel y engorroso, se satura al personal y se termina en el no seguimiento de los procedimientos y en el no aseguramiento de la actividad, a medida que el modelo se vaya implementado tenemos la plena seguridad que surgirá la necesidad de ir creando más procedimientos para el aseguramiento de

las actividades de mantenimiento. (Ver en los anexos los procedimientos completos para mantenimiento).

Tabla 26. Procedimiento mantenimiento correctivo y preventivo (Ver anexo G Procedimiento correctivo y preventivo)

<p>Contenido</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Objetivo</u> • <u>Alcance</u> • <u>Referencias</u> • <u>Definiciones</u> • <u>Procedimiento</u> • <u>Documentación</u> 	<p>Título: Procedimiento Mantenimiento Correctivo y Preventivo en Clientes y Estaciones de Llenado. Código: POSI-1101 Matriz de Responsabilidades</p>				
	Preparado por	Revisado por	Aprobado por	Versión.	Fecha Última Revisión
	Jefe de Soluciones de Ingeniería Coordinador Regional de Mantenimiento	Gerente de Soluciones de Ingeniería Coordinador SIG	Gerente de Soluciones de Ingeniería	2	Octubre de 2011

Tabla 27. Control y calibración de equipos de medición el clientes y estaciones de llenado (Ver anexo H Control y calibración de equipos)

<p>Contenido</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Objetivo</u> • <u>Alcance</u> • <u>Referencias</u> • <u>Definiciones</u> • <u>Procedimiento</u> • <u>Documentación</u> 	<p>Título: Control y Calibración de los Equipos de Medición, en Clientes y Estaciones de Llenado. Código: POSI-0700 Matriz de Responsabilidades</p>				
	Preparado por	Revisado por	Aprobado por	Versión.	Fecha Última Revisión
	Coordinador Zonal de Mantenimiento	Jefe Nacional de Procesos de Soluciones de Ingeniería	Gerente de Soluciones de Ingeniería	1	Agosto 2011

4.6.2 Instructivos:

Los instructivos son más detallados que los procedimientos, nos muestra el paso a paso de una actividad específica, se deben realizar cuando la actividad tenga cierta complejidad y se deban cumplir parámetros de normas sugeridas por los fabricantes de los equipos para asegurar el correcto funcionamiento, algunos instructivos son heredados de los fabricantes de los equipos, se comete muchas veces el error de crear instructivos para todo, para actividades sencillas que no lo ameritan, los instructivos se pueden hacer de manera gráfica, con ilustraciones que permitan un mayor entendimiento para la realización de la actividad, también a través de videos que permitan entenderlo de una manera sencilla.

Instructivo para mantenimiento de válvulas (válvulas de compuerta globo y retención) (**Ver anexo No I Válvulas de compuerta globo y retención**)

4.6.3 Indicadores

Es la expresión cuantitativa del comportamiento del desempeño de un proceso, para trabajar con los indicadores debe establecerse un sistema que vaya desde la correcta comprensión del hecho o de las características hasta la toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso del cual miden.

4.6.3.1 Disponibilidad (availability)

La probabilidad de que un equipo se encuentre en condiciones de cumplir su misión en un instante cualquiera.

4.6.3.2 Confiabilidad (reliability)

La probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de operación determinadas en un periodo determinado.

4.6.3.3 Mantenibilidad (mainteinability)

La probabilidad de un equipo sea devuelto a su estado natural en el que pueda cumplir su misión en un tiempo dado, luego de la aparición de una falla, utilizando procedimiento de mantenimiento preestablecidos

4.6.4 Cálculos de los indicadores

- **Calculo de la disponibilidad (A)**

$$A = \frac{\textit{Tiempo en servicio}}{(\textit{Tiempo en servicio} + \textit{Tiempo en parada})}$$

Otras formas de calcular disponibilidad

- **Disponibilidad inherente**

Es aquella que excluye las paradas por preventivo, demoras por suministro y demoras por administrativas

$$A_i = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Donde MTBF es el tiempo medio entre fallas y MTTR es la media que demora la reparación

- **Disponibilidad lograda (Aa)**

Tiene en cuenta tanto el preventivo como el correctivo, pero no incluye las demoras en suministros ni las administrativas.

$$Aa = \frac{MTBM}{(MTBM + MAMT)}$$

Donde el MTBM es el tiempo medio entre acciones correctivas y preventivas y la MAMT es el tiempo medio en que el mantenimiento estuvo activo.

- **Disponibilidad operacional (OA)**

Esta toma en cuenta el tiempo no operativo del equipo en forma general (desde que el equipo sale fuera de servicio, hasta que otra vez puesto en operación) es decir incluye los retrasos.

$$Ao = \frac{MTBM}{(MTBM + MDT)}$$

Donde el MDT es el tiempo medio de parada

- **Calculo de la confiabilidad (R)**

$$R = \frac{(\text{Tiempo en servicio} - \text{Tiempo en reparación})}{\text{Tiempo en servicio}}$$

Tiempo en reparación (hace referencia a todos los mantenimientos no programados, es decir solo se debe tener en cuenta los mantenimientos correctivos para el cálculo de R de esta forma).

Sin embargo, la expresión más utilizada para calcular la confiabilidad de un equipo mecánico, es desarrollada a partir de la distribución weibull.

$$R(t) = e^{-(t/MTBF)} = e^{(-\lambda t)}$$

Dónde:

R (t) = Confiabilidad del equipo o sistema

t = Es el intervalo de tiempo en el cual se desea conocer la confiabilidad

MTBF = Es el tiempo medio entre fallas, el cual por si solo es un índice básico de la confiabilidad

Expresado por =

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total en operación}}{\text{Número de operaciones}}$$

λ = Es la rata constante de falla que corresponde al recíproco de MTBF

- **Calculo de mantenibilidad**

Es el tiempo medio entre reparaciones MTTR y es un límite para el tiempo máximo de reparación

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total en reparación}}{\text{Número de paradas}}$$

Es un indicador de probabilidad y es medido con base en el tiempo de parada por mantenimiento correctivo, incluyendo todos los tiempos por: diagnóstico, problemas de carga, desarme, remoción replazo, tiempo activo de reparación, pruebas de verificación para saber que la reparación fue adecuada, demoras por logística y demoras administrativas. **Ver anexo No J Tablas de cálculo de indicadores**

4.7 GESTION DEL RECURSO HUMANO

4.7.1 Propuesta de capacitación

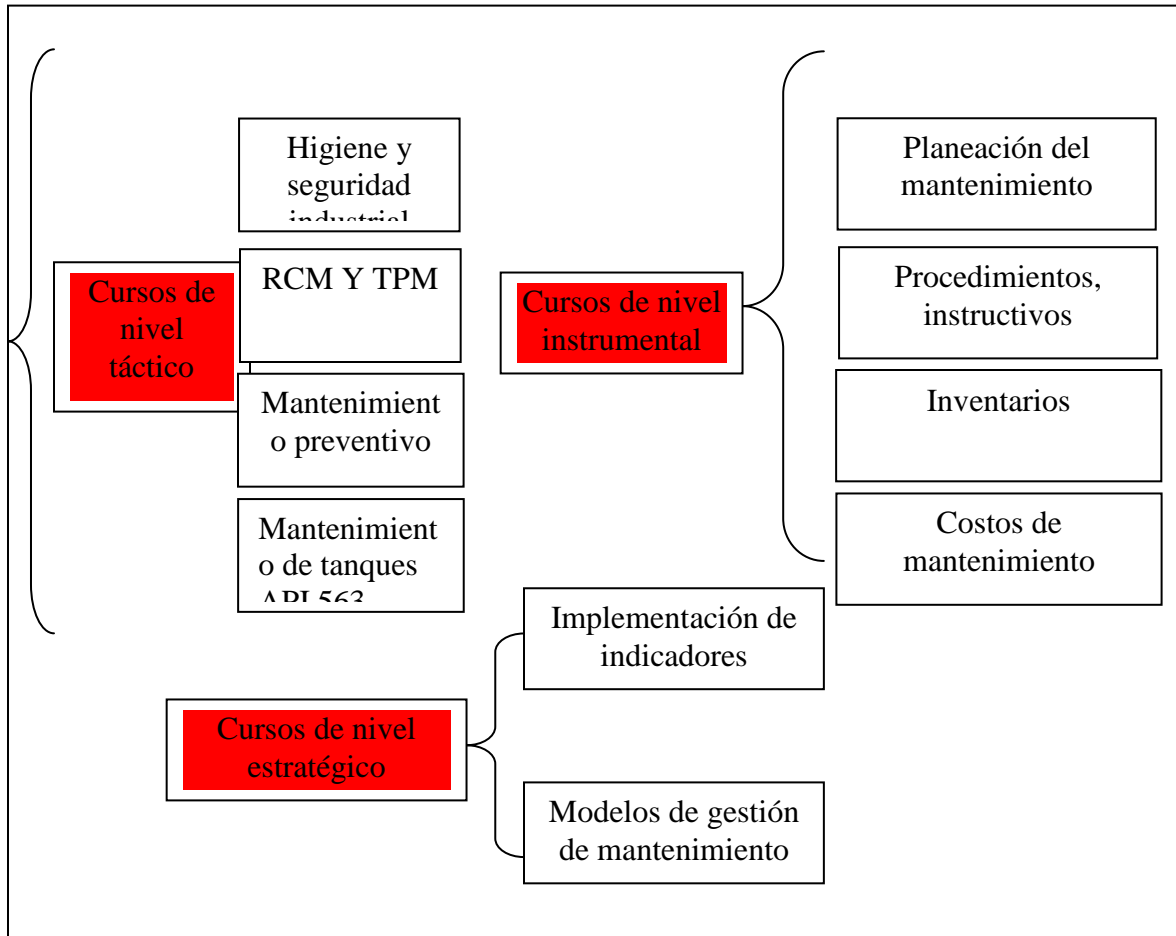
El recurso humano es parte fundamental de toda organización, y en Cryogas se preocupa por el bienestar de sus empleados, Cryogas propende porque su personal sea bien calificado para la labor que desempeña, parte fundamental de este modelo es la capacitación del personal, por eso presentamos una propuesta de capacitación, que lo que busca es tapar esos vacíos de habilidad y conocimiento que se dan en sus empleados en las tareas de mantenimiento.

Es importante la definición clara de los puestos de trabajo, su alcance, funciones, de esta forma será más fácil cumplirlas y también poder definir las características del personal.

Este modelo en su búsqueda de mejora continua, deberá en un futuro mirar a la evaluación del personal de mantenimiento, ya sea a través de indicadores donde se mida la eficiencia en los trabajos, también por evaluaciones de desempeño donde se busque encontrar falencias, mostrar al trabajador en que está falto de destrezas y conocimiento.

4.7.2 Selección de los temas

Figura No 19. Propuesta de capacitación



4.7.3 Cronograma de capacitación

Figura 20. Cronograma

CRONOGRAMA DE CAPACITACION																
NIVELES	TEMAS SELECCIONADOS	JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			DICIEMBRE		
NIVEL TACTICO	Higiene y seguridad industrial	■														
	RCM Y TPM				■											
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO							■								
	MANTENIMIENTO DE TANQUES											■				
NIVEL INSTRUMENTAL	PLANEACION DEL MANTENIMIENTO	■														
	PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS				■											
	INVENTARIOS							■								
	COSTOS DE MANTENIMIENTO											■				
NIVEL ESTRATEGICO	IMPLEMENTACION DE INDICADORES														■	
	MODELOS DE GESTION DE MANTENIMIENTO															■

CONCLUSIONES

Se diseñó el modelo gerencial de mantenimiento preventivo para los equipos de Cryogas en la refinería de Barrancabermeja para el área de hidrotreatmento (HDT).

Este modelo se basa principalmente en cinco pilares fundamentales, gestión de equipos, gestión de calidad, gestión de la información, gestión del recurso humano y gestión de inventario, que están interrelacionado y nos lleva al cumplimiento de los objetivos planteados.

Gestión de equipos, se pudo identificar cada uno de los equipos se agruparon por funciones, por características técnicas, se crearon las rutinas de mantenimiento, el cronograma general de mantenimiento para llevar una mejor planeación y control de las actividades de mantenimiento.

Gestión de la información, y su organización nos permitirá dejar registro y trazabilidad de todas las actividades de mantenimiento realizadas, diseñamos algunos formatos donde quedara plasmada la evidencia de la intervención de los equipos que servirá para el área de mantenimiento como base para la toma de decisiones en planeación, programación y repuestos críticos.

Gestión de la calidad, se generaron procedimiento, instructivos y se plantearon los indicadores de mantenimiento que nos dirán en que parte de mantenimiento estamos fallando y buscarle una oportunidad de mejora.

Gestión de inventario, se identificaron cada uno de los componentes críticos de la planta de HDT con esto garantizamos un tiempo de respuesta mayor al momento

de corregir las fallas que se presenten en nuestros equipos, disminuyendo tiempos muertos en cada una de las actividades diarias de mantenimiento.

Gestión del recurso humano, trata de mejorar competencias del personal de mantenimiento, con las capacitaciones en los diferentes temas referentes al mantenimiento buscando un crecimiento profesional de cada individuo del departamento, además estas capacitaciones también lograrán una mejora en el modelo de mantenimiento canalizando las ideas innovadoras y mejoras sugeridas por el personal del área.

El desarrollo del modelo gerencial de mantenimiento preventivo nos sirve para visualizar una mayor disponibilidad de los equipos presentes en la planta de HDT. Al aplicar la filosofía de mantenimiento preventivo en la planta de Hidrotratamiento HDT eliminaríamos por completo el mantenimiento correctivo y el desarrollo de actividades de emergencia en nuestra planta.

El análisis y organización de la información planteadas en esta monografía sienta las bases para la implementación de programas (software de mantenimiento) que ayuden al crecimiento empresarial en la realización de las actividades programadas por el departamento de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

BOTERO BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA. Introducción a las unidades de separación de Aire, Bogotá: CRYOGAS, 2011

GONZALES JAIMES, Isnardo. Seminario I Profundización Bibliográfica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Productos Químicos para Uso Industrial. Nitrógeno Especificaciones. NTC 2803. Bogotá: ICONTEC, 1990.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Transporte Mercancías Peligrosas. Carros tanque para Transporte Terrestre. Parte 6. Líquidos Criogénicos. NTC 4786-6. Bogotá: ICONTEC, 2005

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Transporte Mercancías Peligrosas. Clase 2. Condiciones de Transporte Terrestre. NTC 2880. Bogotá: ICONTEC, 2005

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Transporte. Rotulado de Recipientes para Gases a Presión. NTC 2462. Bogotá: ICONTEC, 2008

LOPEZ A. Keller R. Gestión del Conocimiento Plantas ASU. CHILE: INDURA, 2009. 3, 4, 5,6 y7 p

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: Fuentes Litográficas Limitada, 2009


MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control: Alfa omega grupo editor, 2010

MORA GUTIERREZ, Alberto. Pronostico de demanda e inventarios: AMG Ilustración y Edición. 2007

TAMAYO, Carlos M. Gerencia del Mantenimiento, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011

ANEXOS


ANEXO C. SOLICITUD DE TRABAJO

 <p>CRYOGAS Grupo INDURA SOLUCIONES DE INGENIERIA</p>		REGISTRO:	ELEC Y FISI																				
		CODIGO :																					
ORDEN DE TRABAJO																							
FECHA: _____	PLANTA: _____	EQUIPO: _____																					
DESCRIPCION:	_____ _____ _____ _____ _____ _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2" style="text-align: center;">DEPARTAMENTO</th> </tr> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="width: 50%;">SECCION</th> <th style="width: 50%;">JEFE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Instrumentos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mecanico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Electronico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Electrico</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2" style="text-align: center;">CLASE DE MATTO</th> </tr> <tr> <td>OMP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OMC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CONTRATADO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DEPARTAMENTO		SECCION	JEFE	Instrumentos		Mecanico		Electronico		Electrico		CLASE DE MATTO		OMP		OMC		CONTRATADO	
DEPARTAMENTO																							
SECCION	JEFE																						
Instrumentos																							
Mecanico																							
Electronico																							
Electrico																							
CLASE DE MATTO																							
OMP																							
OMC																							
CONTRATADO																							
OBSERVACIONES:	_____ _____ _____ _____ _____ _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="height: 100px;"></td> </tr> </table>																					
ELABORADO POR	APROBADO POR																						
NOMBRE	NOMBRE																						
CARGO	CARGO																						
SOLUCIONES DE INGENIERIA																							

ANEXO D. ORDEN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

 OMC -ORDEN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		REGISTRO	ELECT-FISICO
		CODIGO	POSI-1101-R1
DEPENDENCIA QUE SOLICITA EL TRABAJO: _____ DISTRITO: _____			
Cliente:	Contacto : ING .	Area:	
Dirección :	Telefono:	Fecha solicitud:	13-may-12
Solicitante:	Fax	Nro de solicitud	
Descripción del Trabajo (Espacio para ser llenado por el solicitante del servicio)			
1-	5-		
2-	6-		
3-	7-		
4-	8-		
Repuestos Utilizados		Cant	Unidad
Herramienta Utilizada		Cant	Unidad
1-	4-		
2-	2-		
3-	3-		
4-	4-		
5-	5-		
6-	6-		
Algunos elementos de protección personal a utilizar según el tipo de trabajo			
Trabajos en alturas	Arnes , Casco ,gafas ,botas ,cuerdas	Trabajos en tanques criogenicos	Guantes ,gafas ,botas ,careta ,agua
Trabajos con oxicorte	Guantes , gafas de soldar ,extintor	Trabajos en espacios confinados	Autocontenido ,ayudante ,monitor CO
Trabajos con soldadura electrica	Careta ,guantes ,extintor ,botas soldar	Trabajos de izajes de tanques	Casco ,gafas ,botas ,arnes ,radio ,cuerdas
Trabajos con equipos electricos	Gafas ,guantes diel ,multimetro ,extintor	Trabajos en hospitales	Ropa limpia ,gafas ,guantes ,botas
Cuidados ambientales a tener en cuenta para el trabajo			
Hacer un uso racional del recurso agua al momento de utilizarla para mantenimiento		Utilizar los equipos de oxicorte en areas ventiladas y lejos de vegetación	
Hacer uso racional de la energia al momento de realizar trabajos con electricidad		Cuidar que los ruidos por venteos o purgas sean lo minimo posible	
Controlar que los venteos de los tanques sean unicamente los necesarios		Arrojar basuras ,desderridos o materiales sobrantes en las areas designadas	
Las grasas ,aceites y solventes arrojarse en canecas para hacerles disposición final.			
Trabajos Realizados (Espacio para ser llenado por el tecnico)			
1-	5-		
2-	6-		
3-	7-		
4-	8-		
Equipo al que se va a realizar el trabajo (Seleccione el equipo al que se va a realizar el trabajo)			
Manifold de cilindros	Bomba cryogenica	Estado de la actividad	SI NO
Dewar	Bomba de vacio	Trabajo concluido	
Pallet	Sistema de llenado	Trabajo con pendientes	
Tanque	Red de gases		
Vaporizador			
Trabajos Pendientes (Escriba que tipo de pendientes quedarán por resolver para culminar la solicitud de trabajo)			
1-	3-		
2-	4-		
Algunas recomendaciones para el trabajo			
1-	3-		
2-	4-		
Fechas y Horas del Trabajo realizado (escriba las fechas que se invirtieron y el numero de horas de esta solicitud)			
Fecha de inicio del trabajo	Fecha de finalización del trabajo	Total horas trabajadas	Nombre del Técnico que lo realiza
		DE A	
		DE A	
		DE A	
		DE A	
Recibido por: _____ Cargo _____ Tel.: _____			
Firma Tecnico Responsable Nombre _____ Cargo : _____			
Firma del Coordinador de mantenimiento Nombre ING _____ Fecha de revisión y aprobación _____			
SOLUCIONES DE INGENIERIA			

ANEXO F. REPORTE DE ACTIVIDADES

 Grupo INDURA SOLUCIONES DE INGENIERIA				REGISTRO:	ELEC Y FISI
				CODIGO :	
REPORTE DE ACTIVIDADES					
FECHA:		CLASE DE MANTENIMIENTO		SECCIONES	
PLANTA:		PREDICTIVO		ELECTRICO	
EQUIPO:		PREVENTIVO		MECANICO	
		CORRECTIVO		INSTRUMENTACION	
DESCRIPCION: <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>					
Materiales y Herramientas	Ejecutado (Cargo)	Horas Trabajadas Reales			ALIMENTACION
ELABORADO POR			REDUCIDO POR		
NOMBRE			NOMBRE		
CARGO			CARGO		
SOLUCIONES DE INGENIERIA					

ANEXO G. PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO CORRECTIVO

1. OBJETIVO: Establecer los lineamientos para la elaboración de los programas de Mantenimiento Preventivo y/o correctivo que aseguren el óptimo, seguro y confiable funcionamiento de los equipos instalados en clientes y estaciones de Llenado.

2. ALCANCE: Este procedimiento es aplicable para la programación, ejecución, control y seguimiento del Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo que se ejecuta en Instalaciones de Clientes y Estaciones de Llenado y cubre los siguientes equipos:

- Tanques Estacionarios
- Tanqueros
- Edwards y Pallets
- Analizadores
- Basculas
- Bombas Reciprocantes
- Bombas de vacío
- Equipos médicos
- Redes y manifolds
- Compresores aire medicinal
- Maquinas PH
- Túneles de congelación
- Plantas Acetileno
- Unidad de inyección

3. REFERENCIAS

3.1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

3.2. CATÁLOGOS DEL FABRICANTE

3.3. NORMAS NFPA Y NTC

4. DEFINICIONES.

4.1. MANTENIMIENTO:

Comprende todas aquellas actividades que se llevan a cabo para corregir, reparar o prevenir la ocurrencia de fallas en equipos o en instalaciones, todo mantenimiento tienen como finalidad conservar las plantas y/o localidades con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados.

4.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Comprende las actividades que se llevan a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla. Debe efectuarse con urgencia, ya sea por una avería imprevista o por una condición categórica que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas. Se basa en la confiabilidad de los equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados e inspecciones.

5. PROCEDIMIENTO.

5.1. RESPONSABILIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1.1. Administrador del programa de mantenimiento

Supervisar el cumplimiento de los programas de Mantenimiento Preventivo y/o correctivo para todos los equipos del país.

5.1.2. Coordinador Regional de Mantenimiento.

Es responsable por la elaboración de la programación (**Cronograma Zonal**), difusión, coordinación, ejecución de las actividades del programa y seguimiento del Mantenimiento preventivo y/o correctivo para los equipos ubicados en su zona de influencia.

Mantener actualizado el **Inventario de equipos país ficha técnica de cada equipo y hoja de vida** de los mismos.

Las actividades de mantenimiento preventivo se programarán así:

- **Diarias:** Operador del equipo.
- **Otras Frecuencias:** Técnicos de mantenimiento y contratistas

Si por alguna razón especial, no se cumplen estas programaciones, deberán reprogramarse de manera que no obstruyan la ejecución de las demás rutinas, e Informara al administrador del programa de mantenimiento.

Garantiza que las condiciones de seguridad sean las adecuadas en cada uno de los trabajos desarrollados, además garantiza que se cumpla con todos los procedimientos de permisos de trabajo.

5.2. Control del Mantenimiento Preventivo

5.2.1 Técnicos de Mantenimiento y/o Contratistas.

Realiza las actividades de mantenimiento Preventivo Diario, Semanal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual establecidas en las **Guías de mantenimiento de los equipos** diligenciando correctamente la información de la **Orden de mantenimiento preventivo OMP POSI-1101-R2**. Si el equipo amerita un mantenimiento correctivo, solicita se genere una **Orden de Mantenimiento Correctivo OMC POSI-1101-R1** y registra las actividades.

5.2.2 Coordinador Regional de Mantenimiento.

Revisa y controla la calidad de las ejecuciones y los registros del Mantenimiento Preventivo Diario, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual señalados en las **Guías de mantenimiento preventivo**.

Si al revisar los registros de las **Órdenes de Mantenimiento Preventivo OMP POSI-1101-R2** Diario, Semanal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual detecta alguna anomalía, genera una **Orden de Trabajo Correctivo OMC POSI-1101-R1**. Esta orden de trabajo requerirá, cuando así lo amerite, generar las solicitudes de Compra de Repuestos y otros pertinentes para la ejecución del mantenimiento. Los códigos de dichos elementos estarán registrados en la **Lista de Repuestos** general por equipos.

Los registros de control de salida de equipos y de control de herramientas de las instalaciones de Cryogas se encuentran a cargo del área administrativa. Este control se debe realizar mediante el formato **POSI-1101-R12** lo diligencia el técnico asignado para la labor de mantenimiento, la aprobación la realiza el ingeniero de Mantenimiento y la salida e ingreso de los materiales la verifica el área administrativa en cabeza de los vigilantes.

Aprueba los registros del Mantenimiento Preventivo Diario, Semanal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual y las órdenes de trabajo.

Aprueba las Acciones Correctivas registradas y las Paradas de Equipos.

5.2.3 Administrador del programa de mantenimiento

Mensualmente realiza el proceso de análisis de los resultados obtenidos en el programa de mantenimiento preventivo de los equipos, a fin de presentar los indicadores de cumplimiento por zona.

El administrador del programa de mantenimiento velara por el correcto diligenciamiento de los formatos. Revisara que todos los documentos recibidos contengan las tres firmas de los responsables, así mismo que no se tengan tachones o no falte algún dato necesario.

De encontrarse un registro que no cumpla con los parámetros antes mencionados, este será devuelto al Coordinador respectivo y no contara en el cumplimiento del mes hasta tanto el registro no sea diligenciado correctamente y enviado de nuevo.

NOTA: Un programa de mantenimiento industrial, desde el punto de vista estadístico tiene ciertas limitaciones que hacen que la meta del 100% en ejecución, no sea alcanzada en la totalidad de los meses, estas limitaciones por ser de fuerza mayor (aspectos ajenos a la programación) hacen que se haga un ajuste obteniendo como meta el 95%.

5.3. Identificación de Equipos en Mantenimiento

Cada vez que un equipo se encuentre en mantenimiento o fuera de funcionamiento por cualquier causa, este debe ser rotulado indicando su estado, para evitar que en dicho equipo se efectúen operaciones en las cuales no se pueda garantizar el estado de calidad del producto.

Cuando se trabaje con fuente de energía se debe seguir el procedimiento de Sistema para el Control de la Energía (Bloqueo y Tarjeteo) **MCP 2012 del Manual de Prevención de Perdidas**

6. DOCUMENTACIÓN.

6.1. Programación de actividades de mantenimiento preventivo El Coordinador Regional de Mantenimiento es responsable de la programación, administración y archivo los registros generados.

6.2. Orden de mantenimiento Preventivo OMP

El Coordinador Regional de Mantenimiento es responsable de emisión, administración y archivo de los registros generados.

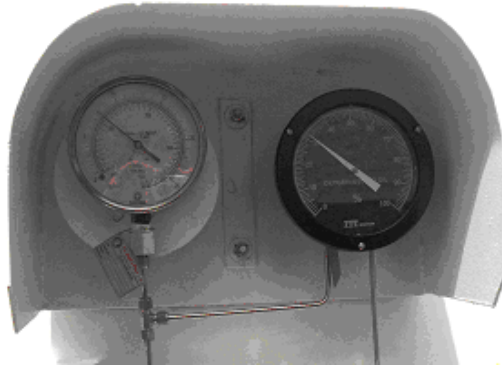
6.3. Orden de mantenimiento Correctivo OMC

El Coordinador Regional de Mantenimiento es responsable de emisión, administración y archivo de los registros generados.

6.4. Reportes de Gestión de Mantenimiento

El Coordinador Regional de Mantenimiento es responsable de mantener estos archivos por **2 años**.

ANEXO H. CONTROL Y CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS



1. OBJETIVO.

Describir el procedimiento llevado a cabo para controlar, calibrar y realizar el mantenimiento de los equipos primarios de inspección, medición y ensayo de los tanques y equipos en clientes, Estaciones de Llenado y Tanqueros, y su mantenimiento, para así garantizar la conformidad de los productos de acuerdo a los estándares de CRYOGAS.

2. ALCANCE.

Aplica a los equipos primarios de medición como indicadores y Sensores de nivel y Sensores de presión en los tanques criogénicos y equipos instalados en clientes, estaciones de llenado y tanqueros **Ver Listas Maestras de Equipos de Inspección, Medición y Ensayos**, y equipos secundarios como manómetros y Sensores de presión en el bypass de regulación, las cuales se resumen en las siguientes familias:

Primarios:

- Indicador de Nivel
- Manómetro de presión de tanque.
- Sensores de presión de la actualización hospitalaria.
- Sensores de nivel en los tanques hospitalarios.

- Equipos de Medición de calidad de aire Medicinal.
- Termo higrómetros de almacenamiento de dispositivos médicos
- Flujo metros de equipos médicos
- Válvulas de seguridad.

Secundarios:

- Manómetros de presión del Bypass de la actualización hospitalaria
- Manómetro descarga bomba en los tanqueros
- Regulador de carretera para los tanqueros

3. REFERENCIAS.

3.1. NTC 10012 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA MEDICIÓN, REQUISITOS PARA LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

3.2. CATÁLOGOS DE CADA EQUIPO

3.3. MANUALES DE OPERACIÓN DE LOS TANQUEROS.

4. DEFINICIONES.

4.1. CALIBRACIÓN

Procedimiento mediante el cual un equipo de medición es comparado contra la lectura de un equipo o un material de referencia certificado. En caso de desviación el equipo de medición es ajustado al valor del equipo o material de referencia.

4.2. VERIFICACIÓN

Procedimiento mediante el cual un equipo de medición es comparado contra la lectura de un equipo o un material de referencia certificado de valor estándar conocido, sin ajuste en caso de desviación.

4.3. FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN.

Periodo de tiempo con que un determinado instrumento, equipo, máquina o elemento controlable debe ser verificado para asegurar su correcto funcionamiento.

4.4. INSTRUMENTOS PRIMARIOS.

Instrumentos que miden y/o controlan los parámetros del proceso que influyen directamente en la calidad del producto. Ver lista maestra de equipos de inspección, medición y ensayo.

4.5. INSTRUMENTOS SECUNDARIOS.

Instrumentos que miden y/o controlan los parámetros de control primario para mantenerlo dentro de los rangos especificados. Ver lista maestra de equipos de inspección, medición y ensayo.

4.6. INSTRUMENTOS DE MONITOREO.

Instrumentos que dan sólo una indicación de las variables de proceso. Ver lista maestra de equipos de inspección, medición y ensayo.

4.7. EQUIPOS O MATERIALES DE REFERENCIA

Equipo o elemento de referencia abajo listado cuyo único propósito es el de evaluar los resultados o mediciones por comparación directa de los instrumentos de las otras clasificaciones.

- Cilindro de Gases Patrones.
- Equipo Patrón de Contratistas.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL METROLÓGICO.

5.1.1 Coordinador Zonal de Mantenimiento.

Mantiene listados actualizados de los equipos de inspección, medición y ensayo, usados en las plantas, y su designación como equipo primario o secundario; Basado en las recomendaciones del fabricante contenidas en los manuales respectivos, mantiene para cada familia de equipos registros que incluyan cuando sea apropiado la siguiente información:

- Descripción del equipo.
- Frecuencia de calibración.
- Certificado de calibración emitido por el proveedor del servicio; si aplica.
- Registros de Mantenimiento.
- Registros de las Calibraciones.
- Control de Calibración y Mantenimiento de los Equipos de Inspección, Medición y Ensayo.
- Programa de Mantenimiento Preventivo.

5.1.2. Coordinador Zonal de Mantenimiento

Prepara el programa de calibración y mantenimiento y contacta al responsable de la calibración de los equipos tanto primarios como secundarios tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante, condiciones de operación de la planta y/o experiencia de la empresa con los equipos.

Debe responder por la perfecta identificación de los equipos primarios de acuerdo con los P&I's. Y los catálogos que hagan referencia a cada uno de los instrumentos.

Revisa el programa de mantenimiento:

- Actualiza las fechas programadas.
- Incluye calibraciones no tomadas en cuenta
- Aprueba las modificaciones realizadas a la programación inicial para ponerla en práctica.
- Coordina el cambio de los equipos que por su funcionamiento no se calibran si que se cambian.

5.1.3. Instrumentista o firma Contratista.

Ejecuta y mantiene la calibración de acuerdo al programa de calibración y mantenimiento establecido: Con base en las hojas de vida de los equipos y en la programación del mantenimiento, realiza las calibraciones siguiendo las instrucciones de trabajo correspondientes. Deja evidencia de la trazabilidad del equipo patrón utilizado para la calibración.

5.1.4. Coordinador Zonal de Mantenimiento

Revisa los resultados de las calibraciones y mantenimientos ejecutados según la frecuencia establecida en el programa de calibración y de acuerdo a la validez de estos resultados, procede según las recomendaciones contenidas en los manuales del equipo correspondiente:

Modificar o cambiar el programa de calibración.

Cuando se encuentra des calibrado un equipo se verificará si ésta des calibración ha tenido algún impacto en el producto almacenado en tanques. Si se determina que el impacto ha sido nulo, o que el producto almacenado se conserva dentro de los rangos permitidos de pureza y humedad, se re calibrará el equipo sin ninguna acción adicional. Si por el contrario se determina que el impacto de la des calibración ha hecho que el producto se salga de estos rengos permitidos, se procederá según PC- 0400/ Control de Producto No Conforme y se realizará una evaluación de todos los informes de producción desde que se tuvo certeza de su calibración siguiendo el procedimiento PC 0700/Acciones correctivas y preventivas.

5.1.5 Coordinador Zonal de Mantenimiento

Luego de Aprobación por el Gerente Nacional de Soluciones de Ingeniería y según su criterio y las necesidades expuestas por los clientes internos y externos el reemplazo o instalación de un nuevo equipo metro lógico primario o secundario para lo cual deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

Rango o rangos del equipo

Sensibilidad en la medición

Incertidumbre en la medición

Condiciones de trabajo (temperatura, presión, flujo, etc.)

Compatibilidad con el control centralizado

Condiciones de seguridad

Recomendaciones del fabricante.

5.2. PROCEDIMIENTO PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS EN METROLOGÍA

5.2.1 Coordinador Zonal de Mantenimiento

Controla cada chequeo basado a los criterios del fabricante expresados en el manual del equipo; para determinar conforme a esto si las lecturas en el equipo durante la calibración con el gas de referencia, están dentro del margen de tolerancia permisible para aprobación del procedimiento. Si no lo están, tomará las acciones correctivas que se ameriten y procederá a re calibrar el equipo nuevamente.

5.3. CONTROL METROLÓGICO EN LOS INSTRUMENTOS DE TANQUES EN CLIENTES

Nota: Todos los indicadores de nivel en los tanques de los clientes se consideran primarios por su importancia en la prestación del servicio (indican los niveles de seguridad en el suministro).

5.3.1. Coordinador Zonal de Mantenimiento

Conserva e Incluye dentro de cada mantenimiento programado los indicadores de nivel, de presión, válvulas de seguridad de los tanques, y los guarda en la carpeta correspondiente.

5.4. CONTROL METROLÓGICO DE LOS TERMÓMETROS DE CONTACTO

El termómetro de contacto empleado en la operación de llenado de gases comprimidos, debe ser sustituido cada año por uno nuevo o de acuerdo a la vigencia del certificado de calibración y según el estado de deterioro del mismo.

5.5. CONTROL METROLÓGICO DE LOS TERMOHIGRÒMETROS

El termo higrómetro empleado en el control de las condiciones de almacenamiento de dispositivos médicos, debe ser sustituido cada año por uno nuevo o de acuerdo a la vigencia del certificado de conformidad del fabricante y según el estado de deterioro del mismo.

5.6. CONTROL METROLÓGICO DE LOS FLUJÓMETRO

El fluxómetro empleado en el control del cumplimiento de especificaciones de equipos biomédicos, debe ser sustituido cada año por uno nuevo o de acuerdo a la vigencia del certificado de conformidad del fabricante y según el estado de deterioro del mismo.

5.7. CONTROL METROLÓGICO DE MANÓMETROS

El Manómetro empleado en el control del cumplimiento de especificaciones de equipos biomédicos se verifica diariamente realizando la despresurización del sistema cuando este está conectado al manifold observando que la lectura inicial sea cero. En el caso de encontrarse alguna desviación en la lectura es enviada a un proveedor para realizar el ajuste manual con un patrón certificado. Adicionalmente se envía al proveedor anualmente para el ajuste.

5.8. CONTROL METROLÓGICO DE ANALIZADORES DE OXIGENO DIGITALES

El Analizador de oxígeno digital empleado en el control del cumplimiento de especificaciones de equipos biomédicos, debe ser sustituido de acuerdo a la desviación en la lectura al ser comparado con la obtenida con el gas patrón, la

cual debe ser de máximo de un 2% (ver rango de especificación de equipos biomédicos) o según el estado de deterioro del mismo.

6. DOCUMENTACIÓN.

6.1. POSI -0700-R1/LISTA MAESTRA DE EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYOS

Es responsabilidad de la Coordinación Zonal de Mantenimiento, mantener actualizada esta información, con revisiones periódicas y modificaciones cuando se realicen eliminaciones o sustituciones de instrumentos.

6.2. REGISTROS DE CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS.

Es responsabilidad del Coordinación Zonal de Mantenimiento, mantener estos registros una vez lleno, por un periodo de 2 años.

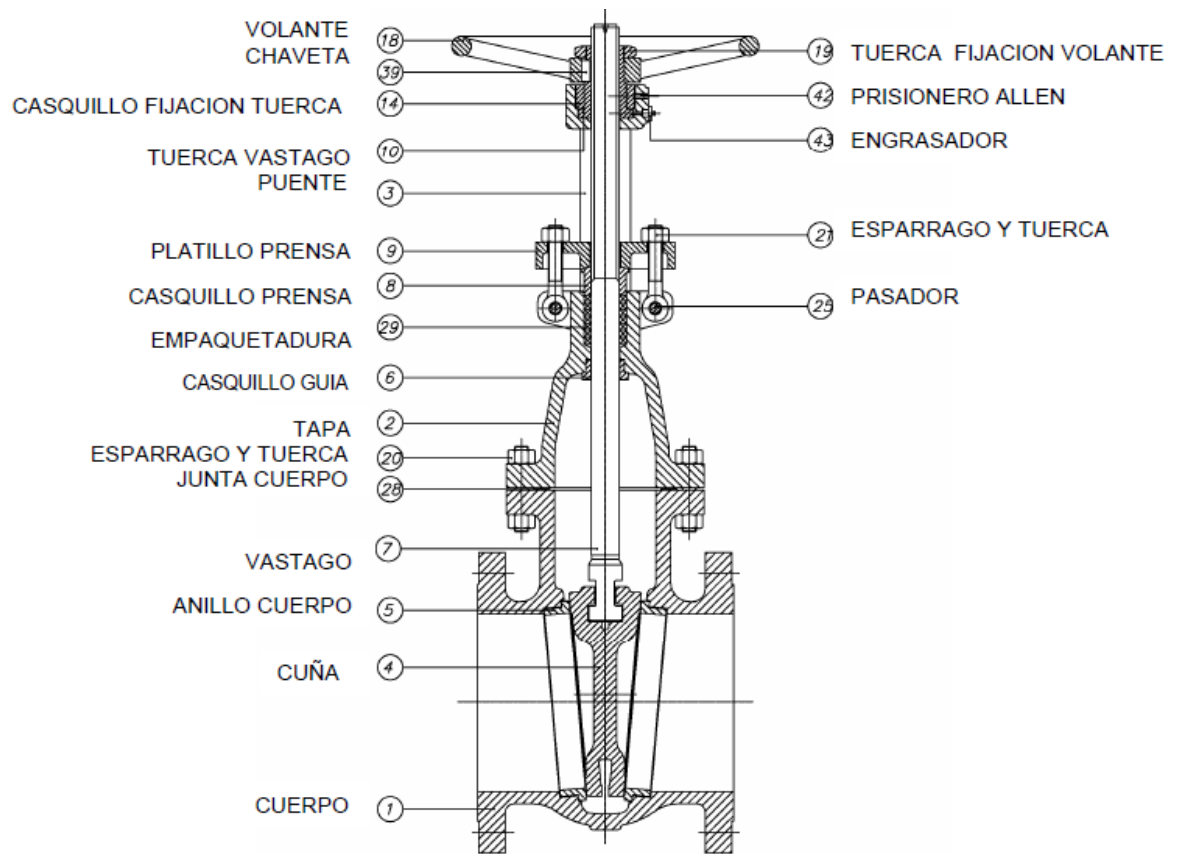
ANEXO I. VÁLVULAS DE COMPUESTA GLOBO Y RETENCIÓN

1. CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

VÁLVULAS DE COMPUERTA

Las válvulas de compuerta están formadas por una cuña (obturador) cónica situada en el cuerpo entre dos anillos de asiento con un ángulo de 8 a 10°. Las guías del cuerpo proporcionan un buen deslizamiento de la cuña durante la maniobra de apertura/cierre de la válvula. El vástago está acoplado a la cuña en forma de 'T' auto-alienable. El vástago está roscado al puente. La rotación del volante en dirección de las agujas del reloj hacen que el puente rote y que el vástago se mueva hacia abajo junto con la cuña para cerrar la válvula.

Las válvulas de compuerta se utilizan para el servicio on-off donde se desea obtener el máximo caudal con un mínimo de pérdida de carga en condición completamente abierta. Las válvulas de compuerta no son recomendadas para la regulación del fluido. Estas válvulas son para ser utilizadas, ya sea en posición completamente cerrada o completamente abierta.

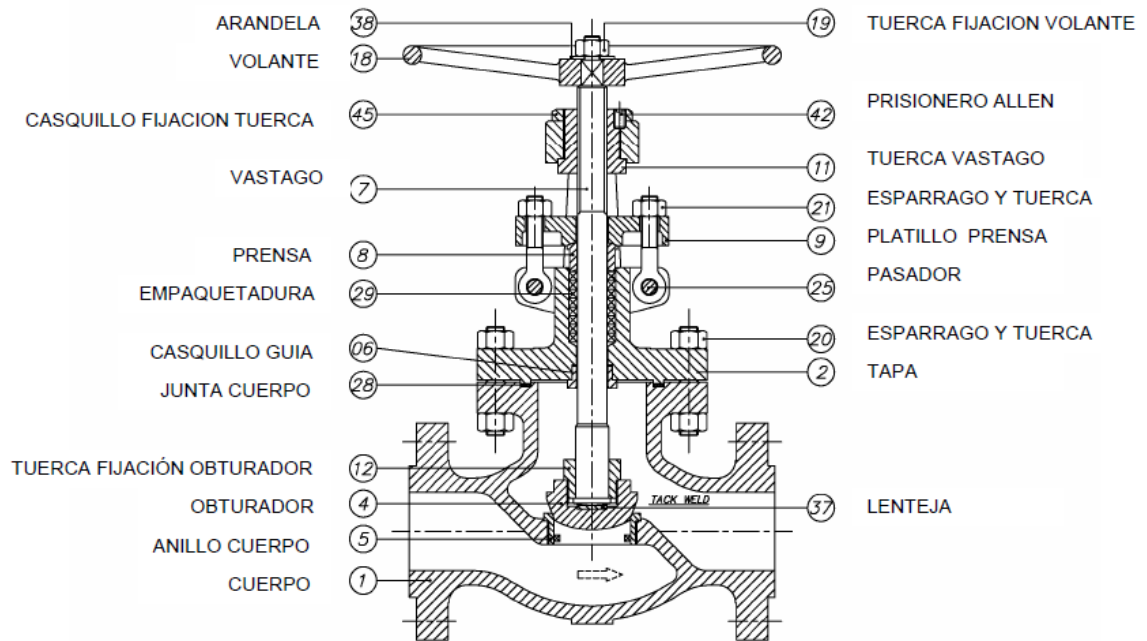


VÁLVULA DE COMPUERTA

VALVULAS DE GLOBO

Las válvulas de Globo son utilizadas como válvulas de regulación. El disco está sujeto al vástago mediante una unión giratoria auto-alineada. El movimiento vertical del disco con el vástago se rige por la rotación del volante, montado directamente sobre el vástago. El vástago está sujeto a la tuerca vástago en la parte superior de la tapa mediante rosca. La rotación del volante hacia la derecha conduce al cierre del disco.

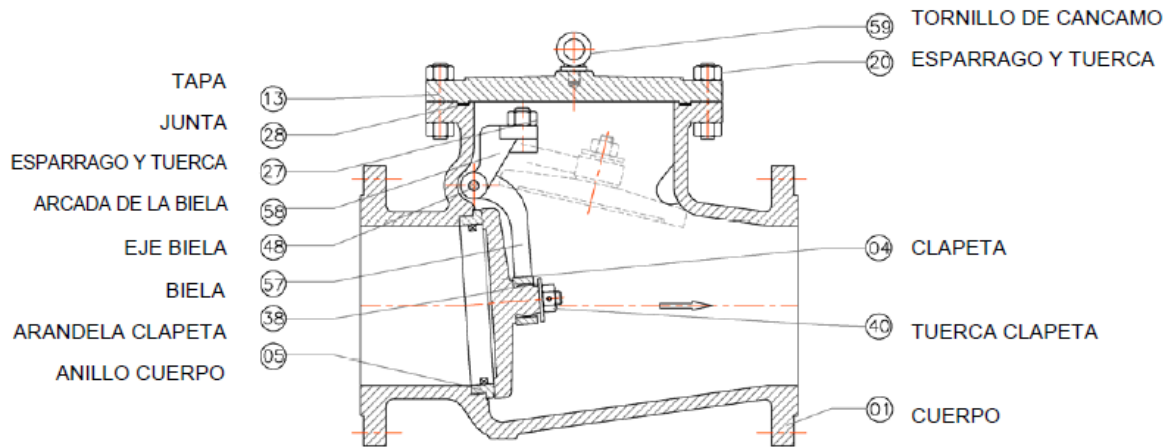
Las válvulas de Globo se utilizan normalmente para el control del flujo donde la pérdida de carga es permitida. Estas válvulas pueden utilizarse también para el servicio ON-OFF.



VÁLVULA DE GLOBO

VALVULA DE RETENCIÓN

Las válvulas de retención son válvulas de auto-operación. El disco se abre en la dirección del flujo y vuelve de nuevo al asiento cuando el flujo se detiene y se sella con el anillo de asiento a contra-presión. El disco está sujeto por la biela, puente y eje está auto-alineado y se mueve dentro de la cavidad del cuerpo. En tamaños grandes, el pasador de la biela, puede salir del cuerpo para equilibrar la amortiguación.



VÁLVULA DE RETENCION

2. MANTENIMIENTO

Desmontaje e Instrucciones de Servicio para Válvulas de Compuerta:

Aflojar los espárragos/tuercas cuerpo/tapa, y extraerlos/las del cuerpo, aflojar las tuercas del prensa, girar el volante según las agujas del reloj. La cuña bajará a posición cerrada. Girar el volante en la misma dirección, el montaje de la tapa se elevará en dirección ascendente. Continuar hasta que el vástago salga de la parte roscada de la tuerca vástago. Levantar la tapa para separarla del cuerpo. Sostener el vástago con la mano izquierda y tirar de él hacia arriba golpeando suavemente en la superficie del cuerpo. El vástago junto con la cuña saldrá del cuerpo.

Observe el estado de los asientos y el interior del cuerpo.

Limpiar el interior del cuerpo y las superficies de los asientos con líquido de pieza adecuado.

Comprobar si hay rayas en las superficies de los anillos del asiento. Para quitar los pequeños rasguños lampear con pasta esmeril.

Si las rayas son profundas habrá que hacer un mecanizado. Los anillos de asiento roscado se mecanizan con rosca derecha y pueden ser retirados del cuerpo con la ayuda de las pestañas/ranuras. Si los anillos de asiento están soldados al cuerpo, entonces el cuerpo completo deberá ser colocado en la máquina de rectificación.

Del mismo modo, lampear las pequeñas rayas en la superficie de la cuña con pasta esmeril. Eliminar las rayas profundas con mecanizado y lampeado. En el caso de que la superficie de la cuña esté muy dañada, toda la superficie del asiento deberá ser mecanizada.

Quitar la empaquetadura de la tapa. Limpiar la superficie interna de la tapa, lampear la superficie del asiento posterior con la ayuda de accesorios adecuados. Limpiar la zona roscada del husillo. Pulir la parte no roscada del husillo en el torno o paleadora, si es posible. Limpiar la parte roscada de la tuerca vástago y aplicar grasa con la pistola de grasa por el orificio de la parte superior de la tapa.

Cambiar la junta de la tapa del cuerpo y montar la válvula. Poner la nueva empaquetadura del tamaño y calidad requerido en la caja de empaquetadura girando cada anillo 180° con respecto al anterior. Apretar las tuercas en ambos lados de la prensa. Lubricar la parte roscada del vástago y operar la válvula 2 / 3 veces.

Procedimiento para la reparación de la superficie del asiento y cuña:

En el caso de que la fuga persista, aflojar la tornillería tapa/cuerpo y ver si hay daños en la superficie de la cuña. Para reparar este tipo de daños seguir estos

procedimientos. Para reparaciones de depósito del 13% de cromo en soldadura, el espesor de la capa requerida es de 1,6 Mm mínimo.

Varilla de soldadura utilizada: AWS A5.9 E410

Deposición de aleaciones de cobalto para “estellitar” la superficie o asiento / cuña:
Cuando la superficie del anillo del asiento está hecho de otras aleaciones aparte de 13% de Cromo, utilizar el siguiente procedimiento para “estellitar”: **BALL**

Procedimiento de dureza:

Entre 38 a 42 Rc por asiento. El asiento se precalienta a temperatura de 350 a 400°C a través de la sección de la pieza de trabajo y son depositados en aleaciones de satélite en el área específico del asiento utilizando el proceso de arco de plasma sumergido en gas inerte sin varillas de entrada (tungsteno) consumibles.

El arco está siempre dirigido hacia las aleaciones depositadas para minimizar la dilución. La dilución observada está en el rango de 5-8% para depósitos de 2,50 Mm de grosor utilizando el rango de 75-125 amperios. Tiene que garantizarse que toda la superficie está cubierta uniformemente y que hay completa unión metalúrgica entre la superficie que se deposita y la aleación. Tras la deposición, poner en un cubo de cal seca para un enfriamiento lento y también para aliviar el estrés. El flujo de la pantalla del gas inerte debe ser el adecuado para evitar cualquier formación de óxido y también para restaurar todos los agentes endurecidos y los componentes metálicos en la aleación que proporcionan mayor temperatura y resistencia al desgaste.

ESPECIFICACIÓN DEL MATERIAL: de acuerdo con AWS A5.13 ErCoCr-A

OPERACIÓN DE LAPEADO Y ACABADO:

Utilizar sólo el carburo de silicio (extra gruesa) de la marca VALVEGRIND para el lampeado. Antes de iniciar la operación de lampeado en la superficie del asiento/cuña, asegurarse de que la superficie está correctamente mecanizada (acabado ∇). Limpiar la superficie y observar la correcta adecuación entre la zona de contacto. Antes de volver a montar, comprobar que la zona de contacto se ajusta correctamente.

Reparación del vástago:

Todos los vástagos de las válvulas deben ser reparados por:

- Rigidez
- Daño en la cabeza o rosca
- Corrosión
- Marcas en la parte que se desliza a través de la empaquetadura.

Rigidez:

Dimensión en la longitud del vástago que se mide sobre el diámetro del vástago mientras es rotado 360°. El vástago debería ser enderezado si es necesario o rectificando.

Rosca y cabeza:

El dimensionado y rugosidad de la rosca debe garantizar un buen funcionamiento con la tuerca del vástago. La cabeza del vástago debe acoplarse adecuadamente en la cuña.

Área de deslizamiento de la empaquetadura:

El área de la empaquetadura debe estar libre de marcas y tener un acabado liso. Para conseguir esto se puede realizar un pulido o giro de la superficie de deslizamiento dentro de unos límites fijados. La conicidad del vástago debe ser eliminada. Si hay desgaste, conicidad o un mecanizado previo provoca reducción del vástago fuera de diámetro más allá del límite aceptable del tamaño original, el vástago debe ser remplazado por uno nuevo.

Instalación de válvulas “*socket Weld*”:

Se recomienda que la tubería se mantenga aproximadamente a una distancia de contacto de 0.06” (1.6mm) con el fondo de la cavidad antes de empezar la soldadura. Esto es para evitar problemas de grietas en la soldadura de montaje cuando la tubería se asienta en la parte inferior de la cavidad. La válvula debe ser soldada con el disco ligeramente abierto utilizando material de soldadura con un diámetro adecuado que corresponda a la dimensión y forma del área a soldar para prevenir el sobrecalentamiento de las válvulas.

Consejos importantes durante la re-empaquetadura del prensaestopas:

1. Al quitar la vieja empaquetadura evitar los ganchos que pueden arañar la superficie de acabado del vástago y de la caja de empaquetadura. Materiales suaves tales como latón o clavijas de madera son mejores instrumentos.
2. Limpiar el vástago y la empaquetadura al colocar los nuevos anillos.
3. Evitar la manipulación de las piezas y embalaje nuevo con las manos después de limpiar ya que podría entrar sal y causar corrosión.
4. Los dos anillos de la parte superior de la empaquetadura son más eficaces en el sellado del vástago. Por lo tanto, si dos anillos pueden ser añadidos a una válvula

de servicio en el asiento de atrás entonces hay una excelente oportunidad de contención de fugas.

3. MANTENIMIENTO

Instrucciones de desmontaje y mantenimiento para Válvulas de Globo:

Aflojar los espárragos/tuercas cuerpo/tapa, y extraerlos/las del cuerpo, aflojar las tuercas del prensa. Levantar el conjunto tapa del cuerpo. Quitar la soldadura por puntos de la fijación de la tuerca del eje al disco y sacar el disco del conjunto del vástago. Quitar el volante del vástago y quitar el vástago del conjunto tapa girando en sentido anti-horario. Limpiar la zona roscada del vástago y pulir o moler el área sin rosca. Quitar la empaquetadura vieja. Lampear el área del casquillo Backseat de la tapa.

Comprobar el estado de la superficie del asiento del anillo del cuerpo y disco. Para eliminar los pequeños rasguños lampear con pasta esmeril con la ayuda de accesorios adecuados.

Para eliminar los rasguños profundos mecanizar y lampear. La eliminación de los anillos de asiento roscados es similar a la de la válvula de compuerta.

Montar el conjunto disco/vástago como indicado anteriormente y montar la válvula y cambiar la junta. Añadir una nueva empaquetadura del mismo tamaño. Lubricar el vástago roscado y operar la válvula 2/3 veces.

4. MANTENIMIENTO

Instrucciones de desmontaje y mantenimiento para Válvulas de Retención:

Retirar la tapa del cuerpo quitando los espárragos/tuercas de la tapa-cuerpo. Sacar el conjunto biela, puente y disco. Separar el disco quitando el pasador y la tuerca del disco. Limpiar el interior del cuerpo con líquido limpiador. Verificar el estado de la superficie del anillo del asiento. La rectificación de la superficie del asiento es la misma según se especifica en la válvula de Compuerta y Globo.

Después de lampear el disco y el anillo del asiento, montar el conjunto biela/puente disco y cambiar la junta vieja. Montar la tapa en el cuerpo y asegurarse que el montaje del disco está correctamente colocado sobre el anillo del asiento y que puede moverse libremente dentro del cuerpo.

AMORTIGUADOR VALVULA DE RETENCIÓN

Función del amortiguador

Actúa como amortiguador que impide que el disco golpee directamente el asiento mientras éste se cierra.

Construcción:

La disposición del amortiguador es similar a la del cilindro hidráulico con pistón y vástago. El pistón está provisto de tamaño específico de agujero directo y de una pequeña válvula anti-retorno accionada por muelle. El cilindro se llena de aceite. Durante la apertura del disco ambos, agujeros y la válvula de retención se abren para una apertura rápida del disco, mientras que durante la operación de cierre del disco, la válvula anti-retorno se cierra y el aceite pasa internamente a través del orificio directo.

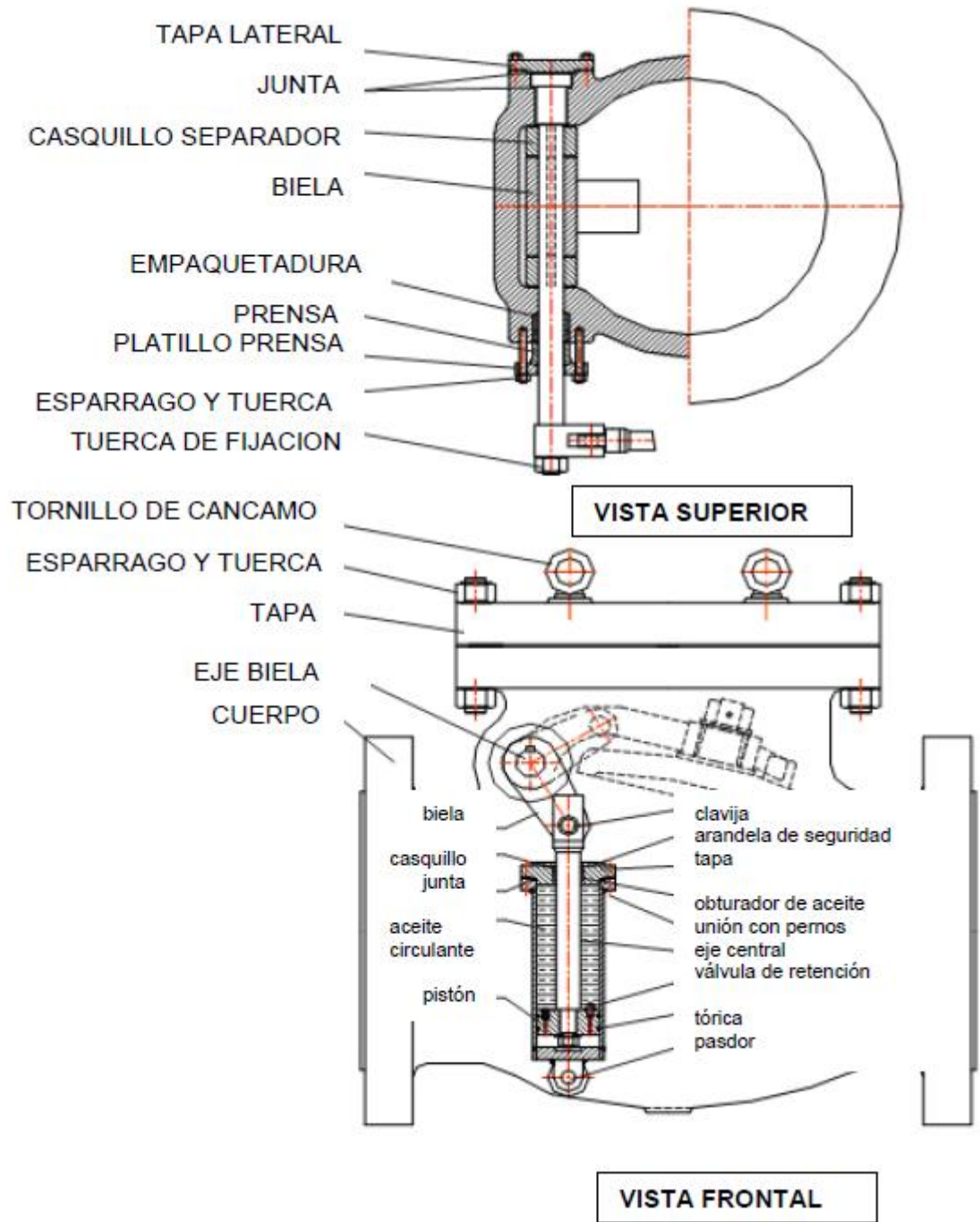
Esta disposición ayuda a abrir el disco de forma rápida y cerrarlo lentamente, sin dañar el asiento directamente debido a su propio peso.

Mantenimiento del amortiguador:

- Aceite lubricante debería ser aplicado en diferentes articulaciones de movimiento periódicamente.
- La parte abierta de la barra del pistón debe mantenerse limpio.
- Sello de lubricación para la barra del pistón y juntas tóricas para el pistón pueden necesitar un reemplazo durante un periodo de tiempo dependiendo de la frecuencia de uso.

Desmontaje del amortiguador:

- Desembragar el eje del pistón adjunta a la clavija del disco y el montaje de la palanca de la válvula principal.
- Sacar el amortiguador quitando la tuerca del pasador del pivote.
- Retirar los pernos de la estructura superior y quitar el conjunto pistón del cilindro. Quitar el aceite del cilindro.
- El eje del pistón está roscada al pistón. Sacar el eje del pistón del pistón.
- Reemplazar el sello de aceite y juntas tóricas si es necesario.



5. MANTENIMIENTO GENERAL:

Empaquetadura:

La simple operación de maniobrar la válvula puede dar lugar a fugas a través de la empaquetadura.

Apretar las tuercas del prensa en ambos lados para evitar la fuga. Repetir esta secuencia unas cuantas veces. Después de un período de tiempo, es posible que tenga que agregar una o dos estopadas en la caja de la empaquetadura. Para añadir la estopada girar el volante en dirección contraria a las agujas del reloj en posición completamente abierta. Todas las válvulas de compuerta y globo llevan disposición de asiento trasero en posición abierta. Retirar las tuercas de perno, Levantar el prensa y la brida del prensa y agregar el número requerido de estopadas.

Cambio de la empaquetadura:

Si la válvula está en servicio o en el almacén por un largo tiempo, como la empaquetadura está en posición comprimida por un largo tiempo, pierde su compresibilidad y se vuelve dura y ya no aguanta la presión, incluso después de un mayor ajuste. En este momento no hay otra alternativa que sustituir la empaquetadura por una nueva.

El método de sustitución de la empaquetadura es similar al descrito en el punto 3 (a). La empaquetadura vieja debe ser quitada mediante el uso de un punzón angular y reemplazada con una nueva empaquetadura del tamaño correcto con extremos abiertos puestos a 180° entre sí.

Si la válvula está instalada en una tubería en funcionamiento, se deben tomar precauciones durante el reemplazo de la empaquetadura bajo presión. No debería haber ninguna fuga a través del casquillo cuando la válvula está en posición de asiento trasero.

No es aconsejable cambiar la empaquetadura si se observa fuga en la empaquetadura cuando la válvula está en posición de asiento trasero. En estos casos la válvula debe ser desmontada y el asiento trasero reparado.

Limpieza y lubricación del vástago:

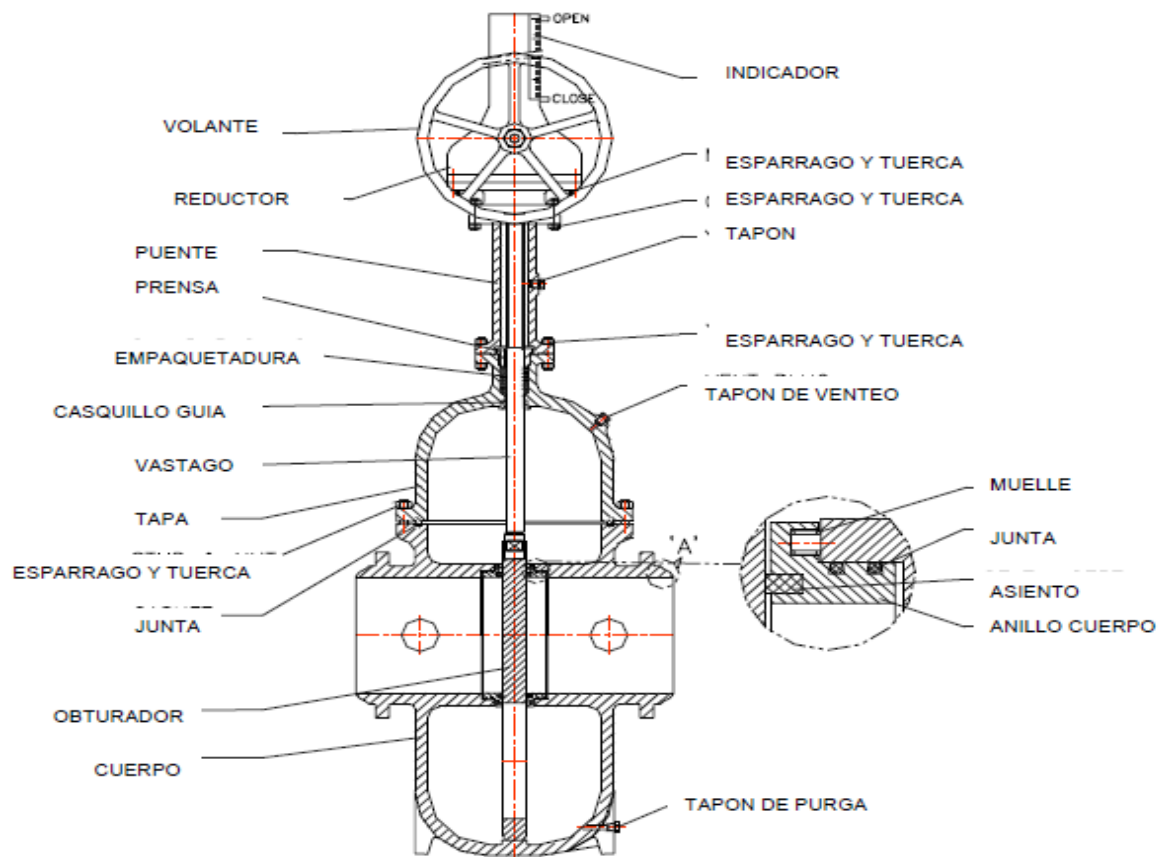
El vástago por encima del área de la empaquetadura está siempre expuesto al aire libre donde hay gran cantidad de polvo y las inclemencias del tiempo pueden dañar la superficie del vástago. Para el funcionamiento correcto de la válvula, la parte roscada del vástago debe ser protegida del polvo y la lubricación adecuada debe ser proporcionada de forma periódica. La grasa debería ser aplicada por pistola de engrase a través de las boquillas de engrase previstas para la lubricación del manguito.

Cuidados generales:

La vida normal de la válvula está diseñada para años, pero hay algunos factores que reducen la vida de la válvula de forma considerable. El almacenamiento inadecuado, la contaminación de partículas duras en la tubería y la falta de un mantenimiento periódico pueden causar una reducción considerable en la vida de la válvula.

6. MONTAJE DE UNA VÁLVULA DE COMPUERTA CONDUcida:

1. Insertar juntas tóricas en el diámetro exterior del asiento.
2. Insertar los muelles en el alojamiento previsto en el asiento y fijar con grasa.
3. Insertar ambos asientos dentro del cuerpo y empujar lentamente en el paso del cuerpo. Una vez esté el muelle, los asientos se mueven el uno hacia el otro.
5. Preparar una pieza fija adecuada para separar los asientos sin dañar el inserto de PTFE. Esto facilitará la entrada de la compuerta desde arriba.
6. Insertar lentamente la compuerta desde la parte superior.
7. Una vez casi dentro, la pieza fija prevista para sacar los asientos deberá ser quitada para la entrada total de la compuerta. Ahora la compuerta entrará sin perjudicar el inserto.
8. Insertar el husillo en la ranura "T" de la compuerta.
9. Insertar el conjunto tapa/puente en el cuerpo. Rotar el volante en dirección contraria a las agujas del reloj.
10. Apretar las tuercas del prensaestopas y montar el puente.
11. Apretar la junta cuerpo / tapa en la secuencia correcta.
12. Maniobrar la válvula 2 / 3 veces para verificar un buen funcionamiento



VALVULA DE COMPUERTA CONDUCTIDA

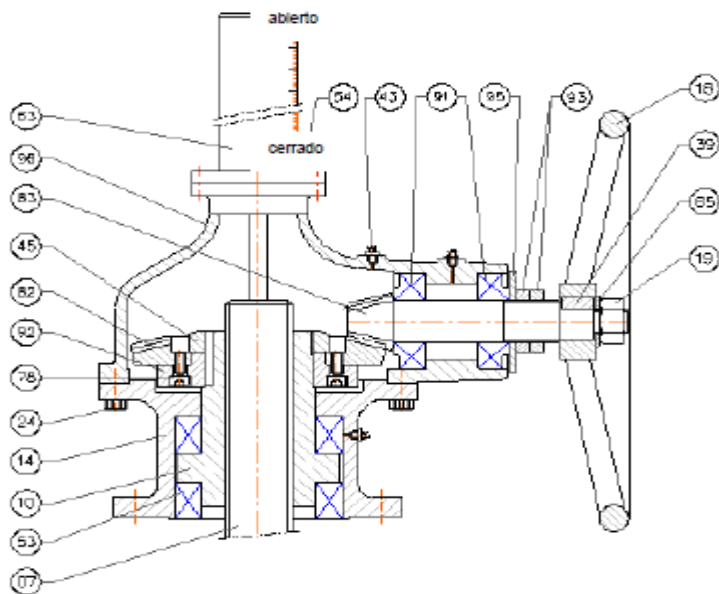
Notas Generales a cerca del reductor:

El reductor consta de un piñón y una rueda cónica perfectamente alineados. El reductor se coloca en la tuerca del puente de la válvula. Cuando el volante gira, el movimiento se transmite a través del piñón/ rueda cónica a la tuerca del puente.

Mantenimiento:

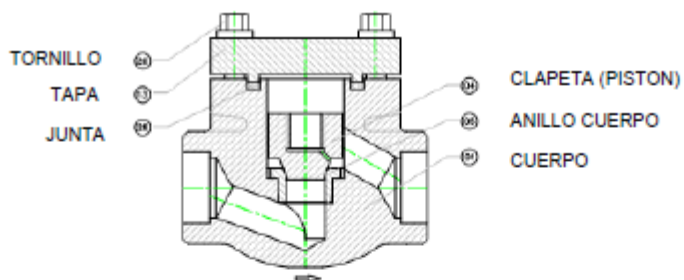
Por lo general, los dientes del piñón, rueda cónica y los cojinetes de rodillos cónicos están debidamente engrasados antes del montaje final. Una limpieza periódica y lubricación es necesaria para todos los componentes en movimiento.

(Ver diagrama general para más detalles)

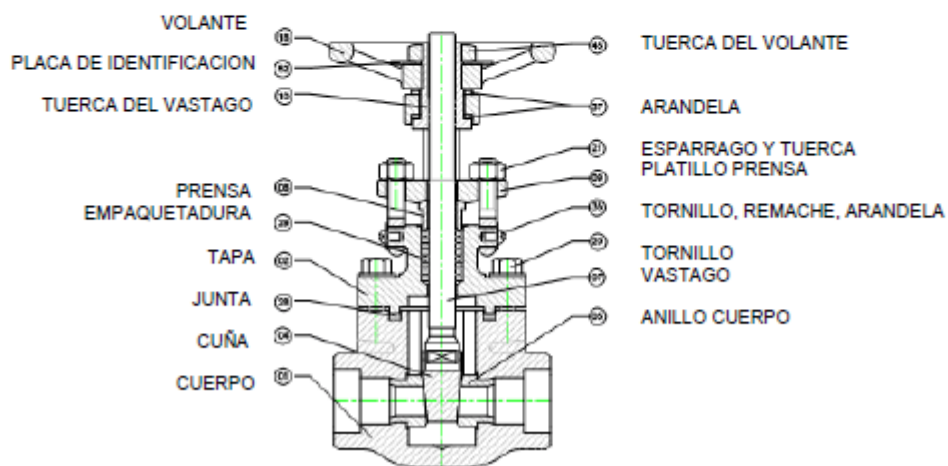


REDUCTOR

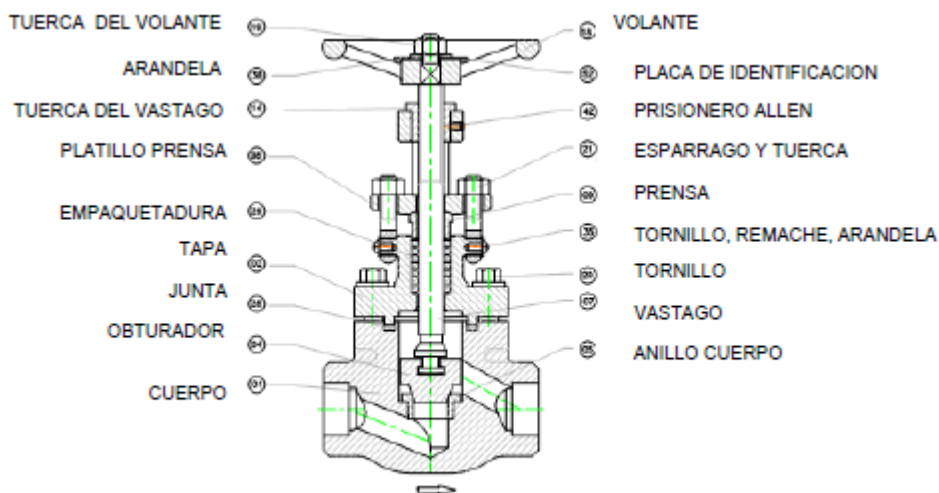
ITEM	CANTIDAD	NOMBRE DE LA PIEZA	MATERIAL	OBSERVACIONES
07	01	VASTAGO	SEGÚN VALVULA	
10	01	TUERCA DEL VASTAGO	SEGÚN VÁLVULA	
14	01	CUERPO DEL REDUCTOR	ACERO AL CARBONO	
18	01	VOLANTE	ACERO AL CARBONO	
19	01	TUERCA DEL VOLANTE	ACERO AL CARBONO	
24	01	TORNILLO	A193 GR.B7	
39	01	CHAVETA	ACERO AL CARBONO	
43	01	ENGRASADOR	ACERO AL CARBONO	
45	01	ARANDELA DE BLOQUEO	ACERO AL CARBONO	
53	02	RODAMIENTO	SEGÚN VÁLVULA	
54	01	INDICADOR DE POSICION	ACERO AL CARBONO	
63	01	TUBO DE PROTECCION	A106 GR.B	
65	01	ARANDELA	ACERO AL CARBONO	
78	01	TORNILLO ALLEN	A193 GR.B7	
82	01	ENGRANAJE CONICO	EN24	ENDURECIDO
83	01	EJE DEL PINON	EN 8	ENDURECIDO
91	02	RODAMIENTOS	ACERO AL CARBONO	
92	01	SOPORTE DE ENGRANAJE	ACERO AL CARBONO	
93	02	TORNILLOS DE BLOQUEO	ACERO AL CARBONO	GALVANIZADO
95	01	ARANDELA	ACERO AL CARBONO	GALVANIZADO
96	01	CUERPO DEL REDUCTOR	ACERO AL CARBONO	



VÁLVULA DE RETENCIÓN FORJADA



VÁLVULA DE COMPUERTA FORJADA



VÁLVULA DE GLOBO FORJADA

7. VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO (VÁLVULAS DE COMPUERTA Y GLOBO)

Características importantes de fabricación y maniobra:

El actuador eléctrico está montado sobre la brida de la tapa de la válvula. Los finales de carrera se colocan en la posición de apertura y cierre de la válvula. Rotación del volante hacia la derecha cerrará la válvula. El indicador de Abrir / Cerrar está en alojamiento del actuador.

Instrucciones de operación para válvulas motorizadas:

Conexión eléctrica: Conexión de potencia al motor. Los interruptores de fin de carrera abrir / cerrar deben estar en la fase correcta para que la rotación de actuador para el cierre y la apertura esté como lo indicado en la flecha del indicador. Para conseguir esta rotación y mantener la válvula medio abierta, poner en marcha el actuador en modo de cierre del interruptor de fin de carrera y comprobar si la válvula se cierra en la dirección de la flecha requerida. Si gira en sentido inverso, cambiar una fase de conexión del motor para obtener la rotación deseada en la dirección de cierre / flecha abierta.

Nunca arrancar el motor en la posición final de cierre / apertura sin verificar la conexión de fase, puede causar daños al motor debido a una sobrecarga. El diagrama de cableado está en el alojamiento de la caja de terminales. Tenga en cuenta que una conexión errónea de motor e interruptores de fin de carrera pueden ocasionar daños importantes al actuador.

El volante se proporciona para la operación manual de la válvula. Colocar la palanca en modo manual y girar el volante en la dirección de las agujas del reloj

para cerrar la válvula y girar el volante en dirección contraria a las agujas del reloj para abrir la válvula.

Mantenimiento del reductor: (si es proporcionado) La limpieza periódica y engrase es necesaria para el engranaje, dientes del piñón, rodamientos y otras piezas en movimiento dentro del reductor. Abrir la tapa del reductor y aplicar grasa a intervalos regulares en función de la frecuencia de las operaciones.

Mantenimiento del actuador:

El mantenimiento de los actuadores no debe hacerse en planta. En caso de algún problema en el actuador, contactar con el fabricante del actuador o con JC para saber como hay que proceder.

Cualquier alteración del actuador puede dar lugar a importantes problemas. En estos casos se pierde la garantía. El ajuste de los interruptores de final de carrera puede cambiarse ligeramente si es necesario.

El manual de instrucciones para los actuadores K se adjunta para más información.

8. VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO (VÁLVULAS DE COMPUERTA Y GLOBO)

Características importantes de la construcción y operación:

La válvula de accionamiento neumático consta de un cilindro neumático con movimiento alternativo del pistón, montado en la válvula y acoplado con el eje de la válvula. Dos interruptores de final de carrera están situados en posición final de cierre / apertura de la válvula. La válvula de solenoide y montaje F.R.L está sujeta

a la válvula. La caja de terminales comunes está prevista para el cableado interno de los interruptores de final de carrera y la válvula solenoide. En caso de fallo de Alimentación en la planta se puede operar manualmente.

Instrucciones de operación para válvulas de accionamiento neumática:

Conexión eléctrica:

La caja de terminales está equipada con el número necesario de terminales. El cableado interno de la válvula de solenoide y los dos interruptores de final de carrera ya están conectados a la caja de terminales. El terminal de salida es proporcionado para las señales de salida de los interruptores de final de carrera y el suministro de entrada a la válvula solenoide y al interruptor de final de carrera.

La conexión debe ser según el diagrama de cableado.

Para los cilindros neumáticos accionados por muelle de simple efecto, se requiere el suministro de aire a través de la válvula de solenoide para cerrar la válvula. En caso de fallo de energía o sin suministro de aire, la válvula se abre debido al accionamiento del muelle.

El volante está en la parte superior del cilindro de la válvula para efectuar el cierre manual de la válvula. Para un funcionamiento normal de la válvula con suministro de aire, el volante debe estar en posición abierta.

IMPORTANTE: Si el volante se acciona para cerrar la válvula manualmente, entonces debe llevarse a posición abierta para el trabajo normal de la válvula con suministro de aire. La dirección de la flecha en el volante muestra en sentido horario el cierre de la válvula.

Mantenimiento normal de la válvula con cilindro de aire:

El filtro regulador y lubricador se encuentra en la entrada del suministro de aire. Se debe tener cuidado al comprobar la condición de filtro de aire, nivel de aceite en el engrasador y cantidad necesaria de mezcla de aceite en el suministro de aire.

El pistón del cilindro de aire no funcionará correctamente si no se proporciona el lubricado y suministro de aire limpio.

Aceite lubricante adecuado debe ser proporcionada en la parte roscada del vástago equipado con el volante para el accionamiento manual.

9. REPARACIÓN DE LAS VÁLVULAS:

- Dependiendo del tipo y de la válvula puede ser reparada a una nueva condición varias veces por remodelación o sustitución de piezas dañadas.
- Para reparar una válvula utilizada seguir los siguientes pasos:
- Desmontar la válvula y limpiar las piezas a fondo.
- Inspeccionar las piezas y decidir si reparar o reemplazar las piezas defectuosas.
- Mecanizar y soldar las piezas que han sido reparadas o fabricar nuevas piezas con materiales adecuados.
- Montar las piezas y probarlas de acuerdo con la especificación original.

10. CONSEJOS IMPORTANTES PARA MEJORAR LA VIDA DE SERVICIO DE LA VÁLVULA

El objetivo es realizar un mantenimiento regular antes de que se requiera una reparación importante. Esto para reducir la probabilidad de fallos de las válvulas y garantizar su disponibilidad durante su vida útil.

El programa de mantenimiento preventivo de la válvula puede contener los siguientes puntos y las acciones necesarias deben ser tomadas en consecuencia.

- Inspección periódica estática para defectos visibles o fallos tales como embalaje o fuga por la tapa y condiciones del vástago.
- Maniobras periódicas de la válvula y lubricación cada seis meses de las roscas de los vástagos y engranes para evitar encasquilla miento y corrosión (lubricante a utilizar Castrol AP3 o similar)
- Cambio periódico de la empaquetadura para garantizar una empaquetadura sin fugas.
- Inspección periódica de la válvula y actuador para averiguar si hay degradación de los componentes. Esto puede hacerse cuando la línea esté fuera de servicio o en modo de espera
- Ensayos periódicos de par e interruptores de fin de carrera para asegurar su funcionamiento en válvulas de accionamiento motor.

11. CAMBIOS

Si hay que reemplazar la empaquetadura en plena presión de trabajo, asegurarse de que dispone de backseat y funciona correctamente.

- Al abrir y cerrar la válvula verificar la dirección de giro para la operación de apertura y cierre (operación en sentido contrario puede dañar la tuerca vástago).

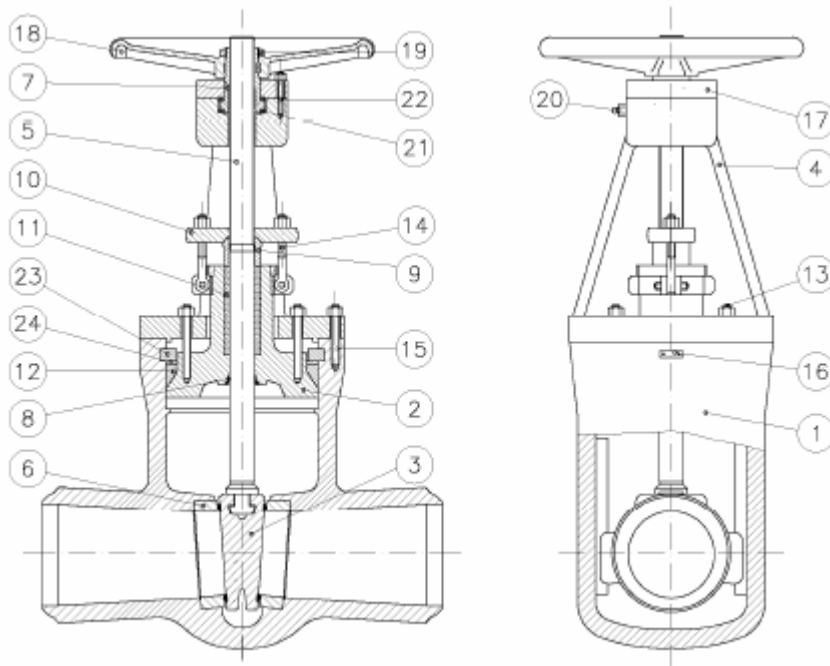
- Cuando las válvulas son desmontadas, no olvidar poner una junta nueva al montar de nuevo.

12. INSTRUCCIONES DE ALMACENAMIENTO

- Todas nuestras válvulas después de inspeccionarlas en planta son limpiadas a fondo.
- Las válvulas con extremos bridados se cubren con un recubrimiento de madera o de caucho para que no entren partículas extrañas o polvo en el cuerpo.
- Los tamaños más pequeños con extremos roscados o para soldar, llevan una cubierta de p.v.c y están empaquetadas en bolsas de polietileno.
- Las válvulas son almacenadas en un almacén o cobertizo cubierto para evitar daños debido al sol o lluvia.
- Asegurarse de que las válvulas están sobre tablas de madera de modo que no estén en contacto con agua o barro.
- Para el almacenamiento largo, cubrir las válvulas con protectores de plástico.

13. PRESSURE SEAL VALVES (VÁLVULAS CIERRE A PRESIÓN)

A) Pressure Seal Gate Valves



Desmontaje:

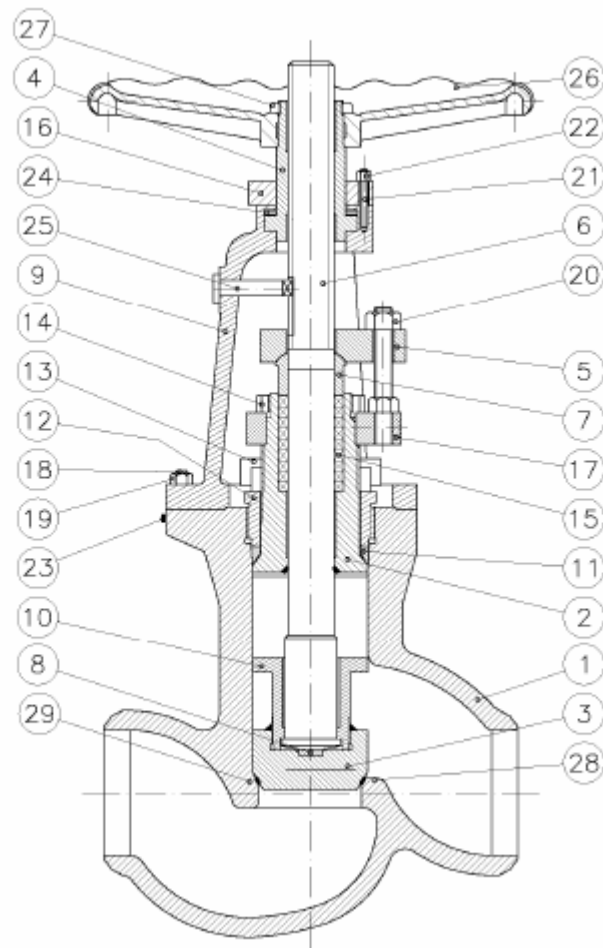
- a) Quitar la tuerca pos.19
- b) Quitar el volante pos.18 o reductor extrayendo los tornillos del puente pos. 4 y brida pos.17
- c) Quitar la brida pos.17
- d) Quitar los casquillos pos.21
- e) Desenroscar la tuerca del vástago pos.7 del vástago pos.5
- f) Desenroscar los tornillos pos.14, pos.15 & pos.13
- g) Elevar el puente pos.4, por encima del vástago pos.5

- h) Quitar los anillos seccionados pos.23 del cuerpo pos.1
- i) Quitar la arandela pos.24
- j) Quitar la tapa pos.2, junto con la junta pos.12 y sus componentes
- k) Quitar el vástago pos.5 junto con la cuña pos.3

Montaje:

- a) Antes de comenzar a montar, limpiar el interior del cuerpo, pos.1 y lubricar la superficie de apoyo,
La junta pos.10, para prevenir el gripado durante el montaje.
- b) Insertar en el cuerpo pos.1, el subconjunto cuña, pos.3 & el vástago pos.5
- c) A través del vástago pos.5, introducir la tapa pos.2 hasta que se aloje dentro del cuerpo pos.1
- d) Introducir la junta pos.12 y la arandela pos.24 hasta que se aloje entre la tapa pos.2 y el cuerpo pos.1
- e) Colocar dentro del cuerpo pos.1, los anillos seccionados pos.23
- f) Reemplazar en la tapa pos.2, la empaquetadura pos.11, si ha sido extraída.
- g) Colocar la prensa pos.9 y el platillo prensa pos.10
- h) Colocar el puente, pos. 4 en el cuerpo, pos.1
- i) Elevar la tapa pos.2, y apretar ligeramente los tornillos, pos.13
- j) Apretar las tuercas de los tornillos pos.15
- k) Roscar las tuercas de los tornillos pos.14
- l) Colocar los casquillos pos.21 sobre la tuerca del vástago pos.7 y roscarla al vástago pos.5
- m) Colocar la brida pos.17 y roscar las tuercas de los tornillos pos.22
- n) Colocar el volante pos.18 o reductor.
- o) Roscar en la tuerca vástago, la tuerca pos 19.

B) Pressure Seal Globe Valves



Desmontaje:

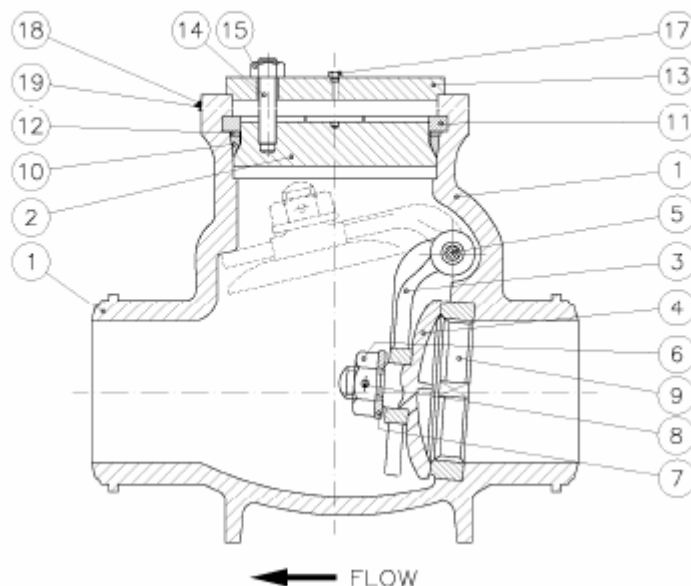
- a) Quitar la tuerca pos.27
- b) Quitar el volante pos. 26 o reductor extrayendo los tornillos del puente y reductor
- c) Aflojar las tuercas pos.22
- d) Quitar la brida pos.16
- e) Quitar los casquillos pos.24
- f) Desenroscar la tuerca del vástago. 4 del vástago pos.6
- g) Quitar el pasador pos.25
- h) Desenroscar las tuercas pos.19
- i) Elevar el puente pos.9 por encima del vástago pos.6

- j) Desenroscar las tuercas pos.20
- k) Desenroscar la brida pos.14
- l) Extraer la arandela de la brida pos.5, la arandela , pos.7 y las bridas pos.14 & 17
- m) Desenroscar y quitar el anillo pos.13 y el disco pos.12
- n) Quitar la tapa pos.2 junto con la junta pos.11, el vástago pos.6 y el disco pos.3

Montaje:

- a) Antes del montaje, limpiar el interior del cuerpo, pos.1 y lubricar la superficie de apoyo, la junta pos.11, para prevenir el gripado durante el montaje.
- b) Insertar en del cuerpo pos.1, el subconjunto cuña, pos.3 y el vástago pos. 6
- c) Introducir a través del vástago pos.6 la tapa pos.2
- d) Introducir la junta pos.11 hasta alojarla entre la tapa pos.2 y el cuerpo pos.1
- e) Introducir el disco pos.12 y roscarlo al cuerpo pos.1
- f) Roscar el disco pos.13 a la tapa pos.2
- g) Reemplazar en la tapa pos.2, la empaquetadura pos.15, si ha sido extraída.
- h) Colocar la brida pos.17 sobre la tapa pos.2
- i) Roscar la brida pos.14 a la tapa pos.2
- j) Introducir la prensa pos.7 y el platillo prensa pos.5
- k) Roscar las tuercas pos.20
- l) Fijar el puente pos. 9 al cuerpo pos.1 con los tornillos y tuercas pos.18 y 19
- m) Introducir el eje pos.25 hasta el vástago pos.6
- n) Roscar la tuerca vástago pos.4 en el vástago pos.6 y colocar el casquillo pos.24
- o) Colocar la brida pos.16 y roscar las tuercas pos.22
- p) Colocar el volante pos.26, o reductor
- q) Roscar la tuerca pos.27 en la tuerca vástago pos.4

C) Pressure Seal Check Valves



Desmontaje:

- a) Desenroscar la tuerca pos.15
- b) Quitar la brida pos.13
- c) Quitar los anillos seccionados pos.11
- d) Quitar la arandela pos.12 y la junta pos.10 junto con la tapa pos.2
- e) Desenroscar el tapón (en caso de eje externo) y quitar el pos.5
- f) Quitar el cuerpo pos.1 y el subconjunto pos. 3, 4, 6 & 7

Montaje:

- a) Antes de comenzar a montar, limpiar el interior del cuerpo pos.1 y lubricar la superficie de apoyo,
La junta pos.10, para prevenir el gripado durante el montaje.
- b) Insertar en el cuerpo pos.1 el subconjunto pos.3, 4, 6 y 7
- c) Colocar el eje pos.5 a través de la biela pos.3 y roscar el tapón si hay eje externo.
- d) Introducir la tapa pos.2 en el cuerpo pos.1

- e) Colocar entre el cuerpo pos.1 y la tapa pos.2, la junta pos.10 y la arandela pos.12
- f) Colocar los anillos seccionados pos.11 en el cuerpo pos.1
- g) Colocar la brida pos.13 sobre el cuerpo pos.1
- h) Roscar las tuercas pos.15

ANEXO J. TABLAS DE CALCULO DE INDICADORES

SOLUCIONES DE INGENIERIA								
TIEMPO MEDIO DE REPARACIONES AÑO 2011								
COD. EQUIPO	EQUIPO	AVER. ELEC.	AVER. MECANICA	TOTAL AVERIAS	PARAD. ELEC	PARAD. MEC	TOTAL	INDICADOR
T-81	TANQUE CRIOGENICO	23,5	120	143,5	3	0	3	47,8
YAP_01	VAPORIZADOR	2,5	72	74,5	0	1	1	74,5
YCPN 01	VALVULA CONTROL PROPORCIONAL DE N2	48	72	120	1	1	2	60,0
YCPV 01	VALVULA CONTROL PROPORCIONAL DE VAPOR	48	72	120	1	1	2	60,0
VRN 01/02	VALVULA REG_LINEA DE OP. 70 PSI	1,5	72	73,5	0	3	3	24,5
VRN 03/04	VALVULAS REG_LINEA DE BLANKETING	1,5	72	73,5	0	3	3	24,5
VRN 05/06	VALVULAS REG_LINEA DE OP. 200 PSI	1,5	72	73,5	0	3	3	24,5
	TOTAL	96	552	678,5	5	12	17	45,1
SOLUCIONES DE INGENIERIA								

Tiempo Medio de Reparacion Año 2011 : 45

HORAS: 45

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS AÑO 2011

COD. EQUIPO	EQUIPO	T. POSIBLE (HORAS)	PARAD. ELEC	PARAD. MEC	TOTAL	INDICADOR
T-81	TANQUE CRIOGENICO	3600	3	0	3	1200,0
VAP_01	VAPORIZADOR	4320	0	1	1	4320,0
VCPN 01	VALVULA CONTROL PROPORCIONAL DE N2	4300	1	1	2	2150,0
VCPV 01	VALVULA CONTROL PROPORCIONAL DE VAPOR	3900	1	1	2	1950,0
VRN 01/02	VALVULA REG_LINEA DE OP. 70 PSI	2880	0	3	3	960,0
VRN 03/04	VALVULAS REG_LINEA DE BLANKETING	2800	0	3	3	933,3
VRN 05/06	VALVULAS REG_LINEA DE OP. 200 PSI	2700	0	3	3	900,0
	TOTAL	24500	5	12	17	1773,3

Tiempo Medio entre Fallas : 1773 horas

Dias = 73

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS AÑO 2011

$$\text{DISPONIBILIDAD GENERICA (AG)} = \frac{\text{MUT}}{\text{MUT} + \text{MDT}}$$

MUT = PROMEDIO DEL TIEMPO UTIL O DE TRABAJO
MDT = PROMEDIO DEL TIEMPO NO DISPONIBLE O DE AVERIA

$$\text{(AG)} = \frac{3500}{3500 + 96.9} * 100 = 97,3\%$$

